



การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



โดย  
นางสาวปริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2560  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL BASED ON CONSTRUCTIVISM TO  
ENHANCE MATHEMATICAL ABILITIES FOR STUDENTS IN PRIMARY



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements  
for Doctor of Philosophy (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2017

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษา
โดย	บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาดุขฎฐิบัณทิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ อ่วมเจริญ

---

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปรัชญาดุขฎฐิบัณทิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศน์วงศ์)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มีชัย เอี่ยมจินดา )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ อ่วมเจริญ )

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วินิจ เทือกทอง )

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม )

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก  
(อาจารย์ ดร. องอาจ ชีมรัมย์ )



56253904 : หลักสูตรและการสอน(กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) แบบ 2.1 ปรัชญาคุชฌีบัณฑิต

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism, ความสามารถทางคณิตศาสตร์

นางสาว ปริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ: การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ อ่วมเจริญ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2) เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3) เพื่อขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยการผสมผสานวิธีวิจัยเชิงคุณภาพและวิธีเชิงปริมาณ ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ครูผู้สอน/ ผู้เชี่ยวชาญในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา และนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประชากรคือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสามเสน(สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุบลรัตน์) ปีการศึกษา 2559 จำนวน 160 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 จำนวน 40 คน กลุ่มขยายผลเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 3 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แบบสัมภาษณ์ 2) แบบสอบถาม 3) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) 4) คู่มือการใช้รูปแบบ 5) แผนการจัดการเรียนรู้ 6) แบบทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและเชิงปริมาณ และวิเคราะห์ข้อมูลโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชื่อว่า JOICE Model มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) หลักการ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้เข้าไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ และปรับกระบวนการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความหมายด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ (2) วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้แก่ ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพ (3) แนวคิดและทฤษฎี แนวคิด constructivism แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดิวอี้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน (4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (JOICE Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ (4.1) การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) (4.2) การทำความเข้าใจชัดเจน (Obvious Knowledge: O) (4.3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) (4.4) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) (4.5) การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) (5) การวัดและประเมินผล มี 2 ระยะ ดังนี้ (5.1) ก่อน/หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (5.2) ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (5.2.1) แบบทดสอบแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น (5.2.2) แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงใช้ประเมินทุกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ มี 5 ระดับ 2. ประสิทธิภาพการใช้รูปแบบ พบว่านักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสามารถด้านโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาหลังใช้รูปแบบ JOICE Model สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. ผลการขยายผลการใช้รูปแบบ พบว่านักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความสามารถด้านโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาหลังใช้รูปแบบ JOICE Model สูงกว่าก่อนใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

56253904 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : LEARNING MODEL BASED ON CONSTRUCTIVISM, MATHEMATICS ABILITIES

MISS BORISUDTUM PIMSIRI : THE DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL BASED ON CONSTRUCTIVISM TO ENHANCE MATHEMATICAL ABILITIES FOR STUDENTS IN PRIMARY THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR SUTEP UAMCHAROEN, PH.D.

The purposes of this research were: 1) develop and determine the efficiency of a learning model based on constructivism to enhance mathematical abilities for students in primary 2) evaluate the effectiveness of a learning model based on constructivism to enhance mathematical abilities for students in primary 3) disseminate a learning model based on constructivism to enhance mathematical abilities for students in primary by used mixed methodologies of quantitative and qualitative research. Key informants were teachers/experts in primary mathematics and students in the sample group, data were analyzed by content analysis. And in quantitative research population was the 160 students in primary grade 5 at Anubansamsen School of the 2016 academic year, the sample size was the 40 students in grade 5 class 2 and the disseminate size was the 40 students in grade 5 class 3 of the 2017 academic year, the sampling method was cluster random sampling, the research instruments were 1) interview form 2) questionnaire form 3) a model based on constructivism to enhance mathematical abilities for students in primary (JOICE Model) 4) a manual of model 5) lesson plans 6) tests. The data were analyzed by quantitative and qualitative and using computer software package. The statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation.

The results were as follows: 1. Learning model based on constructivism to enhance mathematical abilities for students in primary was called JOICE Model. There was 5 elements: (1) the concept, the mathematics activities learning through students' experiences. They connected with their structures of knowledge structures that they had. And refined the thinking process, found different ways. To be used in the realization of the meaning of knowledge is self-meaning. Then they could learn mathematics effectively. (2) the objective, to enhance mathematical abilities for students in primary include concept, calculate, problem solving, reasonable for use in real life (3) the concepts and theories, constructivism, mathematical learning theory and the learning area in mathematics were Piaget's theory of intellectual development for mathematical knowledge management, Gagne's theory of learning for mathematical instruction, Bruner's teaching theory of mathematics learning, theory of mathematics. Dienes' theory of mathematical instruction and Skinner's theory of mathematical knowledge management, model of mathematics teaching and assessment for learning in mathematics. (4) The procedure of JOICE Model was 5 stages: (4.1) Joyful Preparation: J (4.2) Obvious Knowledge: O (4.3) Infinite Activities: I (4.4) Check Learning Experience: C (4.5) Evaluate Learning: E (5) Assessment and evaluation, it was 2 periods: (5.1) pretest/posttest of JOICE Model (objective test) were 4 multiple choices (5.2) progressive test of JOICE Model (5.2.1) subjective test using after finishing every unit (5.2.2) learning logs of real life using after finishing every title in unit, using 5 levels of evaluation criteria for mathematical abilities. 2. The evaluation of experiential learning model were the mathematical abilities include 1) concept 2) calculate 3) problem solving 4) reasonable for students in primary after using JOICE Model was higher than before using model and statistically significant at the .05 level. 3. The evaluation of disseminate learning model were the mathematical abilities include 1) mathematical conceptual 2) calculation 3) mathematical problem solving 4) mathematical reasonable for students in primary after using JOICE Model was higher than before using model and statistically significant at the .05 level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา” สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ อุ่่นอารมณฺ์เลิศ รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิจ เพื่อกทอง อาจารย์ที่ปรึกษาและคณบดีวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มีชัย เอี่ยมจินดา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.รองอาจ ชิมรัมย์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือสนับสนุน ตรวจสอบเนื้อหา และกระบวนการวิจัย ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มขยายผลรูปแบบโรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์) ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคัมภีร์ พิมพ์ศิริ คุณแม่นวลลออ พิมพ์ศิริ ดร.ณัฐนันท์ ปั้นลายนาค นางสถาพร เจริญผ่อง นางสาวปานเทพิน อัศวธำรงกิติ ขอขอบคุณญาติ พี่น้องทุกคนที่ให้การกำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน (กลุ่มหลักสูตรและการนิเทศ) ที่ให้การช่วยเหลือ และขอขอบพระคุณครู อาจารย์ ที่จุดประกายให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาตนเองทางการศึกษา สนับสนุนและให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	10
สารบัญแผนภาพ.....	13
บทที่ 1 บทนำ.....	15
ความสำคัญของปัญหา.....	15
คำถามการวิจัย.....	24
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	24
สมมติฐานการวิจัย.....	24
ขอบเขตการวิจัย.....	25
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	26
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	29
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	31
1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	31
2. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา.....	63
3. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์.....	73
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน และการออกแบบการเรียนการสอน.....	89
5. การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ.....	125
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	148

ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R1): ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน .....	151
ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D1): ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model.....	160
ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R2): ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model ที่ พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง .....	184
ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D2): ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model .....	189
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	193
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา	193
ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .	222
ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	233
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ .....	240
สรุปผลการวิจัย.....	240
อภิปรายผล.....	242
ข้อเสนอแนะ .....	253
ภาคผนวก.....	255
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ .....	256
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .....	263
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	354
ภาคผนวก ง ผลการหาประสิทธิภาพ (E1 / E2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา	385

ภาคผนวก จ ภาพตัวอย่างการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อ  
ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ..... 390

รายการอ้างอิง ..... 394

ประวัติผู้เขียน ..... 406





## สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	33
ตารางที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 .....	64
ตารางที่ 3 เนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการ หารเศษส่วนใน 6 สาร.....	69
ตารางที่ 4 เนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และ การหารเศษส่วนครอบคลุมทั้ง 6 สาร.....	72
ตารางที่ 5 องค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	100
ตารางที่ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism .....	109
ตารางที่ 7 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์.....	111
ตารางที่ 8 การจัดระดับ SOLO คำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน .....	118
ตารางที่ 9 การกำหนดค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy .....	119
ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน .....	121
ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	121
ตารางที่ 12 การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	140
ตารางที่ 13 การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model).....	143
ตารางที่ 14 สรุปรวิธิดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R <sub>1</sub> ): ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐาน .....	159
ตารางที่ 15 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องมุม .....	171
ตารางที่ 16 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น .....	174

ตารางที่ 17	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน.....	177
ตารางที่ 18	เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy .....	179
ตารางที่ 19	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D <sub>1</sub> ): ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	181
ตารางที่ 20	แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest – Posttest Design .....	185
ตารางที่ 21	แบบแผนการทดลองเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน .....	185
ตารางที่ 22	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R <sub>2</sub> ): ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	188
ตารางที่ 23	สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D <sub>2</sub> ): ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....	190
ตารางที่ 24	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (Needs Analysis) .....	202
ตารางที่ 25	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	215
ตารางที่ 26	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	217
ตารางที่ 27	ค่า IOC ของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้รูปแบบเป็นแบบปรนัย .....	219
ตารางที่ 28	ค่า IOC ของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity).....	221
ตารางที่ 29	ผลการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ .....	224



<b>ตารางที่ 30</b> ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน .....	229
<b>ตารางที่ 31</b> ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมและแต่ละด้านของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบ.....	230
<b>ตารางที่ 32</b> ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน .....	235
<b>ตารางที่ 33</b> พัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบ .....	236
<b>ตารางที่ 34</b> ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา.....	360
<b>ตารางที่ 35</b> ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	373
<b>ตารางที่ 36</b> ผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา.....	381
<b>ตารางที่ 37</b> ผลการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/ E_2$ ) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) กับกลุ่มทดลองใช้รูปแบบ (Field Tryout) ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา (Design & Development) .....	386
<b>ตารางที่ 38</b> ผลการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/ E_2$ ) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) กับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation).....	388

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ 1	กรอบแนวคิดการวิจัย .....	30
แผนภาพที่ 2	ระบบการออกแบบการเรียนการสอน .....	94
แผนภาพที่ 3	Universal Design for Learning: UDL .....	99
แผนภาพที่ 4	แบบจำลอง Biggs's 3P .....	106
แผนภาพที่ 5	โมเดลการประเมินของ Benefits of iTOPS for Business Outcomes .....	107
แผนภาพที่ 6	แบบจำลองของการวิจัยในกระบวนการเรียนรู้ .....	108
แผนภาพที่ 7	แนวคิด SU Learning Model .....	108
แผนภาพที่ 8	แบบจำลองการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน .....	114
แผนภาพที่ 9	รูปแบบการสอนแบบห้องเรียนแบบกลับด้าน (Flipped Classroom Model) .....	127
แผนภาพที่ 10	รูปแบบการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน .....	133
แผนภาพที่ 11	กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Polya .....	134
แผนภาพที่ 12	Mathematical Problem Solving .....	135
แผนภาพที่ 13	กรอบดำเนินการวิจัย .....	150
แผนภาพที่ 14	ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .....	164
แผนภาพที่ 15	ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 1 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .....	207
แผนภาพที่ 16	ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .....	208
แผนภาพที่ 17	ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 3 แนวคิดทฤษฎีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา .....	209

<b>แผนภาพที่ 18</b> ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	210
<b>แผนภาพที่ 19</b> ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 5 การวัดและประเมินผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา.....	213
<b>แผนภาพที่ 20</b> กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกแต่ละด้าน .....	232
<b>แผนภาพที่ 21</b> กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบจำแนกแต่ละด้าน.....	238
<b>แผนภาพที่ 22</b> การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในชั้นเรียน .....	391
<b>แผนภาพที่ 23</b> การทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง.....	392
<b>แผนภาพที่ 24</b> การทดสอบหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในชั้นเรียน.....	394



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญของปัญหา

การปฏิรูปการศึกษาและการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพ และมาตรฐานการศึกษา การเพิ่มโอกาสทางการศึกษาและเรียนรู้ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน การปฏิรูปการศึกษาส่งผลให้คนไทยได้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เป็นคนไทยในยุคศตวรรษที่ 21 (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข, 2555) ซึ่งคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ โดยเฉพาะความคิดของมนุษย์ ทั้งยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นและงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้มนุษย์จำเป็นต้องเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกับการอ่านและการเขียนที่มีความจำเป็นสำหรับการทำงานในอนาคต (Usikin, 2001) ได้กล่าวว่าการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร ถือเป็นหนึ่งใน 16 ความพร้อมของประเทศที่จำเป็นสำหรับอนาคต เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลายๆ ด้าน เนื่องจากความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยและตอบสนองต่อความต้องการในสังคมโลก โดยผู้นำประเทศต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ

The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) หรือสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ((NCTM), 2000) ซึ่งเป็นสมาคมที่มีบทบาทในการกำหนดทิศทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา มีจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีลักษณะดังนี้ 1) ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ (To learn to value mathematics) 2) มีความมั่นใจในความสามารถของตัวเองที่จะทำคณิตศาสตร์ (To become confident in their ability to do mathematics) 3) เป็นนักแก้ปัญหา (To become mathematical problem solvers) 4) สามารถสื่อสารคณิตศาสตร์ได้ (To learn to communicate mathematically) 5) สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ (To learn to reason mathematically) จะเห็นได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งของประเทศไทยและสหรัฐอเมริกามีความสอดคล้องกันเน้นให้นักเรียนความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสำคัญกับแนวทางในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการคิด การแก้ปัญหา และเรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดเน้นบางประการ ได้แก่ การฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้สนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะดังกล่าว โดยกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ซึ่งสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 6 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในสาระที่ 6 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนไว้ในมาตรฐาน ค 6.1 คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

จากผลการประเมินทางคณิตศาสตร์ในโครงการประเมินผลนานาชาติ (Program for International Student Assessment : PISA) ประเทศไทยมีผลการทดสอบสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ที่ตกต่ำ มีการแบ่งเกณฑ์สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งสากลถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับ และจากการจัดลำดับของ PISA ในปี พ.ศ. 2558 พบว่า นักเรียนในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมขององค์การความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 490 คะแนน มีความแตกต่างค่อนข้างมาก และยังมีคะแนนต่ำกว่าประเทศที่เข้าร่วมโครงการองค์การความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ คือ จีน: ปักกิ่ง-เซี่ยงไฮ้-เจียงซู-กวางตุ้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

สำหรับปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการประเมินของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. เป็นสถาบันกลางที่จัดสอบวัดผลระดับชาติ เรียกว่า การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test : O-NET) ให้นักเรียนทุกคน วัดความรู้และความคิดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ มัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551



ครอบคลุมเนื้อหาวิชา 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อนำผลประเมินที่ได้ไปปรับปรุง การเรียนการสอนใน โรงเรียน เพื่อพัฒนาการศึกษาต่อไป ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์เป็น 1 ใน 8 วิชาที่ถูกประเมิน ถ้าพิจารณาที่ ผลการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นระดับแรกของระบบการประเมิน พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศ 3 ปี ย้อนหลังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง ดังนี้ ในปี การศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.77 ปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 41.95 และปีการศึกษา 2557 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 38.06 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ กว่าร้อยละ 50 ตลอดระยะเวลา 3 ปี แสดงว่ายังมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ทาง คณิตศาสตร์ใน 6 สาระไม่เพียงพอ ดังนั้นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษา จึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่ต้องพัฒนาเพื่อเพิ่มความสามารถ และศักยภาพใน การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

อีกทั้งจากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาของ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่ครูแสดงให้เห็น ไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีรูปแบบ แตกต่างจากที่ครูสอนได้ ไม่สามารถนำความคิดรวบยอดในแต่ละเนื้อหา สมบัติ ทฤษฎีและสูตรมาใช้ ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนขาดการฝึกฝนทักษะการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา ซึ่ง ในชีวิตประจำวันมนุษย์ต้องเผชิญปัญหามากมาย เช่น ปัญหาการเดินทาง ปัญหาการเรียน ปัญหาการ ทำงาน ในปัญหาเหล่านี้มีทั้งปัญหาที่ซับซ้อนและไม่ซับซ้อน ต้องใช้หลักการและเหตุผลมาแก้ปัญหา แต่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการ เทคนิค ต่างๆ มาช่วยแก้ปัญหา ถ้ามีความรู้ ความคิดรวบยอดหรือแหล่งความรู้เพียงพอ เข้าใจขั้นตอนหรือ กระบวนการในการแก้ปัญหา เลือกเทคนิคหรือกลวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ตลอดจนมี ประสบการณ์ในการแก้ปัญหามาก่อนก็จะสามารถแก้ปัญหาได้ดีและมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จึงต้องปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มี ศักยภาพที่เท่าเทียมกับนานาชาติ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการ ฝึกปฏิบัติให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ต้องผสมผสานสาระทั้งเนื้อหาและ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่ง ที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวันเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างถ่อง แท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่าสามารถนำไปใช้ได้ ในชีวิตจริง อันจะส่งผลให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น (อัมพร ม้าคอง, 2547)

การพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพ และความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ต้องพิจารณา ถึงลักษณะของบุคคลที่มีสติปัญญาทางด้านคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบซึ่งโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์

(Gardner, 1983) มีความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับสติปัญญาที่เน้นทางด้านคณิตศาสตร์ อธิบายลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีสติปัญญาในการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ ดังนี้ ต้องเข้าใจสิ่งต่างๆ และบทบาทของสิ่งเหล่านั้นตามสภาพที่เป็นอยู่ในสิ่งแวดล้อมเข้าใจในเรื่องจำนวน ตัวเลข และมีทักษะในการคิดคำนวณ เช่น การประมาณค่า การทำนายค่าทางสถิติ การแสดงผลข้อมูลโดยกราฟแบบต่างๆ รวมทั้งรู้จักใช้เทคนิคในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มีทักษะในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาเหตุและผล (Critical Thinking) เข้าใจรูปแบบและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยรู้จักใช้สัญลักษณ์ที่เป็นรูปธรรมเพื่อแสดงในสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถอธิบายเรื่องมโนคติในเรื่องต่างๆ ได้ มีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) รู้จักรวบรวมข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน และลงข้อสรุปเพื่อแก้ปัญหาที่พบได้ ชอบศึกษาหรือเรียนในวิชาที่ซับซ้อน เช่น แคลคูลัส วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ ชอบในอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การใช้เหตุผล และวิทยาศาสตร์ เช่น นักบัญชี นักวิทยาศาสตร์ นักคอมพิวเตอร์ นักกฎหมาย และวิศวกร มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ชอบศึกษากลไกการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ

จากที่กล่าวมาทักษะ/กระบวนการที่สำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะที่อยู่ภายในตัวผู้เรียนหรือเป็นผู้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้นหรือมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถหรือศักยภาพทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้

- 1) ความสามารถในการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) ก็เป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์และจำนวน รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เป็นสิ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือจากการได้รับประสบการณ์ที่นักเรียนได้ประสบแล้วนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ (Cockburn & Littler, 2010) และ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Concept) เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้งาน ครูที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและเข้าใจลึกซึ้งเกี่ยวกับความหมาย ที่มา และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันของมโนทัศน์ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อสื่อสาร สื่อความหมายให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถวิเคราะห์เนื้อหาและสร้างคำถามขยายความ เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนของครู และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยง และมีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย
- 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก การลบ การคูณ การหาร

จำนวนนับ เศษส่วนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ ซึ่งวัดผลโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ ถ้าผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆ จะทำให้ติดอยู่ในตัวผู้เรียน เป็นผู้มีความสามารถในการคิดคำนวณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีความกระตือรือร้น และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ซึ่งสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ได้ระบุไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 การปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนว่า การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษาทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ (S. Krulik & Reys, 1980)

4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดตามหลักการ สมบัติและทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

การพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผลตามเป้าหมายนั้นต้องคำนึงถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ต้องเลือกให้เหมาะสมกับนักเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา มีอายุอยู่ในช่วง 7-11 ปี ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (ทึศนา แคมมณี, 2555) ในขั้นปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้จะเริ่มจากอายุ 7-11 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดลอมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้คือความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากนั้นความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี และทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของดินส์มีความสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ที่เน้นการให้ความสำคัญกับการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ดินส์ได้เสนอแนวคิดว่าการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นให้มากที่สุด ยิ่งกิจกรรมเพิ่มขึ้นเท่าใดประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ก็เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น และดินส์เห็นว่าสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสอนคณิตศาสตร์มีหลายองค์ประกอบ (สมทรง สุวพานิช, 2546) ดังนี้ 1) ลำดับชั้นการสอนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสอน 2) การแสดงความคิดต้องใช้หลายวิธีและ



หลายๆ รูปแบบเพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด 3) การทำให้เกิดความคิดได้จะต้องให้เป็นไปตามลำดับ 4) ความพร้อมทางวุฒิภาวะสุขภาพ ประสบการณ์เดิม ความสนใจ เวลา เหตุการณ์ สถานที่ บรรยากาศ สมาธิ และความถนัด 5) การได้มีโอกาสฝึกฝนบ่อยๆ 6) การเสริมแรงที่เหมาะสมและเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นทางวาจาหรือท่าทาง 7) การรู้จักใช้วิธีการ การสื่อสารที่เหมาะสมและคุ้มค่า ส่วนทฤษฎีการเรียนการสอนของบรูเนอร์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยกล่าวถึงการเรียนการสอนที่ดีจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) โครงสร้างของเนื้อหา 2) ความพร้อมในการเรียนรู้ 3) การหยั่งรู้จากการคาดคะเนโดยใช้ประสบการณ์ 4) แรงจูงใจในการเรียนรู้ อีกทั้งบรูเนอร์ให้ความสำคัญกับสมดุลระหว่างผลลัพธ์กับกระบวนการเรียนการสอน บรูเนอร์เชื่อว่าทุกคนเลือกที่จะรับรู้ในสิ่งที่ตนสนใจ และเกิดการเรียนรู้ด้วยการค้นพบของตนเอง แนวคิดที่สำคัญของบรูเนอร์ (ทึศนา แหมมณี, 2545) มีดังนี้ 1) การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก 2) การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียนและสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ 3) การคิดแบบหยั่งรู้ เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้ 4) แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ 5) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม 6) การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดคือการให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัว เรียนรู้จากความผิดพลาดนั้นๆ กล่าวคือ ผู้เรียนไม่ควรได้รับการสอนให้จดจำเนื้อหาเท่านั้น แต่ควรจะได้รับประสบการณ์ให้รู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการการรู้คิด คือการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อด้วยตนเอง อีกทั้งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ และสาระของวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน มีการจัดการเรียนรู้ที่สูงขึ้นตามลำดับ เนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นทักษะความรู้พื้นฐานง่ายๆ ไปสู่หลักการความคิดรวบยอดและทักษะที่ซับซ้อน จัดกิจกรรมเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดียวกัน ใช้เกม และการเล่นมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ และมีประโยชน์ในการฝึกทักษะ ทบทวน หรือนำความรู้ไปใช้ ใช้องค์ความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีไปใช้ต่อยอด สร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมที่

ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน มีการฝึกและพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ และใช้แรงเสริมทางบวก เช่น ให้ความสนใจและคำชม เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ดี โดยผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนแบบใช้เกม และการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐานมาสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่โดดเด่น/น่าสนใจร่วมกับแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ให้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการวัดและประเมินผลทางด้านคณิตศาสตร์ตามแนวคิด SOLO Taxonomy (John B. Biggs & Collis, 1982) ที่ผู้วิจัยใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน/ระหว่างเรียน/หลังเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ปรับค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy เป็น 5 ระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ได้แก่ ระดับ 1 เป็นระดับโครงสร้างพื้นฐาน/ไม่ตรงตามจุดประสงค์ (Pre-Structural Level) ระดับ 2 เป็นระดับโครงสร้างเดี่ยว/จุดประสงค์เดี่ยว (Uni-Structural Level) ระดับ 3 เป็นระดับโครงสร้างหลากหลาย/จุดประสงค์ที่หลากหลาย (Multi-Structural Level) ระดับ 4 เป็นระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง/การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Relational Level) และระดับ 5 เป็นระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยายนามธรรม/การประเมินค่า (Extended Abstract Level) ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) แนวคิดและทฤษฎี 4) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism 5) การวัดและประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 5 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ องค์ประกอบที่ 1 หลักการ เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ และปรับกระบวนการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้แก่ ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพ องค์ประกอบที่ 3 แนวคิดและทฤษฎี เป็นแนวคิดและทฤษฎีสรรคสร้างความรู้ แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบที่ 4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดิทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้อคณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้

ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป องค์ประกอบที่ 5 การวัดและประเมินผล เป็นการวัด

ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Concept) 2) ด้านการคิดคำนวณ (Calculate) 3) ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving) 4) ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reasonable) โดยวัดและประเมินผลก่อน/หลัง และระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) การดำเนินการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนอย่างเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาในข้างต้นพบว่านักเรียนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีและเป็นผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องมี 1) ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิด การบอกความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ซึ่งวัดผลโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ ถ้าผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆจะทำให้ติดอยู่ในตัวผู้เรียน เป็นผู้มีความสามารถในการคิดคำนวณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายไปใช้จริงตามศักยภาพได้ 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาให้พัฒนาสูงขึ้น โดยสังเคราะห์จากแนวคิดและทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์(Mathematical Learning Theory and The Learning Area in Mathematics) ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการ



จัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ (Assessment of Learning in Mathematics) ที่มีความสัมพันธ์กันให้เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดแก่ผู้เรียน

### คำถามการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยเพื่อตอบคำถามการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หรือไม่ อย่างไร
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิผลอยู่ในระดับใด และเป็นอย่างไร
3. การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาไปขยายผล มีผลเป็นอย่างไร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

### สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน

### ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

#### ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 4 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 155 คน

**กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 2 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 40 คน โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ได้มาโดยวิธีการใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Cluster Random Sampling)

**กลุ่มขยายผลที่ใช้ในการวิจัย** ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 3 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 40 คน โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์) ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ได้มาโดยวิธีการใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งนักเรียนมีความรู้ความสามารถไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

#### ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1. ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model)

2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ มี 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจ บอกความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ

2.2 ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอน ตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ซึ่งวัดผลโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการคิดคำนวณ ถ้าผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆจะทำให้ติดอยู่ในตัวผู้เรียน เป็นผู้มีทักษะการคิดคำนวณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.3 ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2.4 ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวความคิดคณิตศาสตร์

#### ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 มี 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

1. มุม
2. สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น
3. การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

#### ขอบเขตด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 และขยายผลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ใช้ระยะเวลาในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ในระยะเวลา 2 ภาคเรียน

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงนิยามความหมายและขอบเขตของศัพท์เฉพาะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเพื่อจัดเตรียมการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย

4 ขั้นตอน คือ 1) การวิจัย (Research) เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) 2) การพัฒนา (Development) เป็นการออกแบบและพัฒนา (Design and Development) 3) การวิจัย (Research) เป็นการนำไปใช้ (Implementation) 4) การพัฒนา (Development) เป็นการประเมินผล (Evaluation)

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) แนวคิดและทฤษฎี 4) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism 5) การวัดและประเมินผล ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 5 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ องค์ประกอบที่ 1 หลักการ เป็นการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ และปรับกระบวนการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้อัตนศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้แก่ ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพ องค์ประกอบที่ 3 แนวคิดและทฤษฎี แนวคิด constructivism แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์, ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้อัตนศาสตร์ องค์ประกอบที่ 4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ (1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้อัตนศาสตร์อย่างสนุกสนาน (2) ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ (3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่สมโนทัศน์ (ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ (4) ครูกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีพร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่



หลากหลาย (Infinite Activities: I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรม เป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ (5) นักเรียนฝึก สร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ (6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่น สุนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ชั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ (7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคย เผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจาก เพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้ ชั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ (8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดย ใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจาก กิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป องค์ประกอบที่ 5 การวัดและประเมินผล มี 2 ระยะ ดังนี้ 5.1) ก่อน/หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทาง คณิตศาสตร์ แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก 5.2) ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 5.2.1) แบบทดสอบ แบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น 5.2.2) แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงใช้ประเมินทุกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยใช้เกณฑ์ การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มี 5 ระดับ ตามแนวคิด SOLO Taxonomy

3. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับคุณภาพของกระบวนการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 80/80 ( $E_1/E_2$ ) โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่าง เรียนของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลผลิต

4. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ผลที่ได้จากการนำรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ เพื่อส่งเสริม

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนมีความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model)

5. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ภายในตัวผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่

5.1 ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจ บอกความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ

5.2 ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์

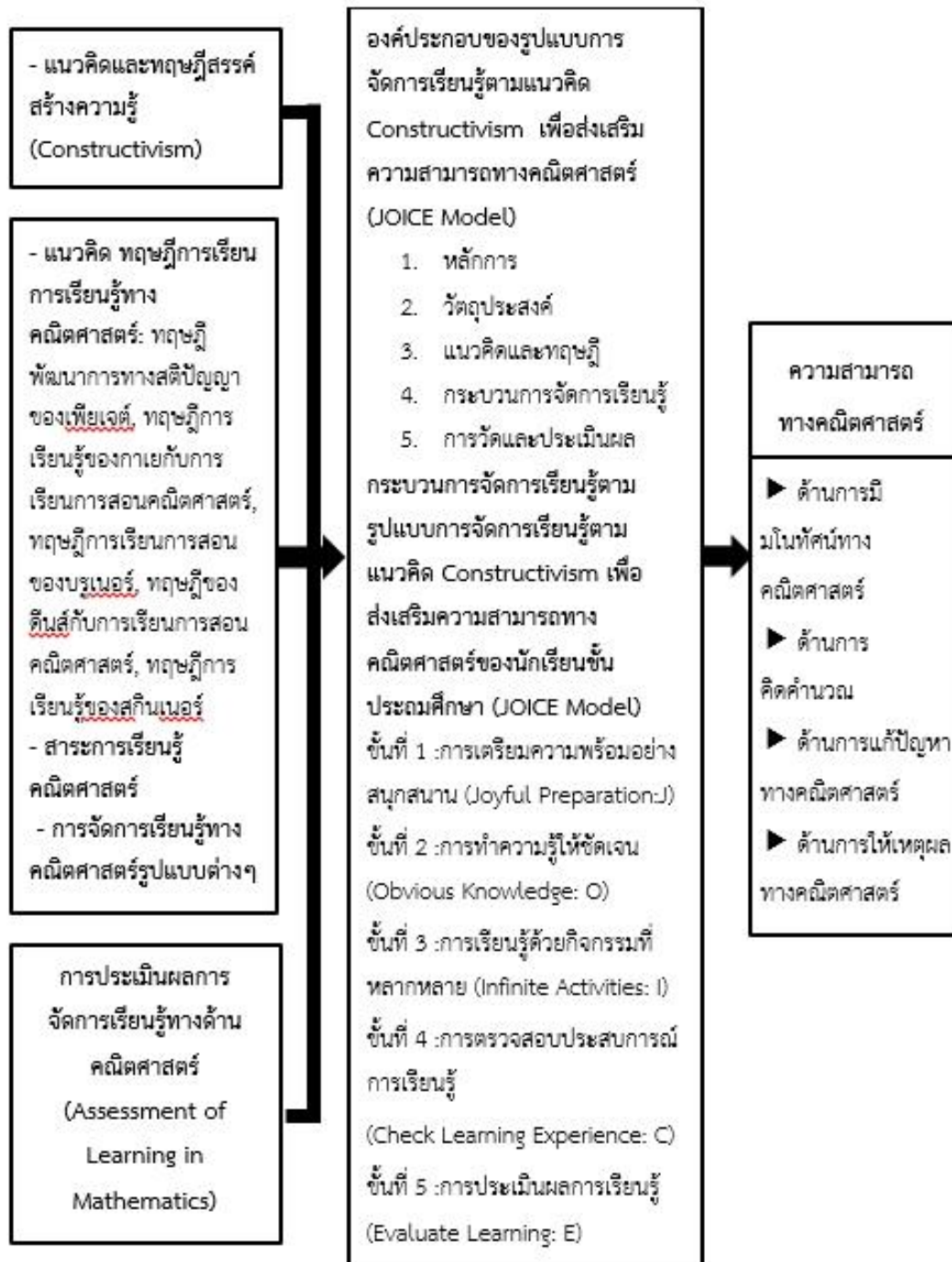
5.3 ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.4 ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์

### กรอบแนวคิดการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง อันประกอบด้วยเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการวิจัยในส่วนของแนวคิดที่ใช้เป็นฐานในการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา แนวทางในการนำารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์สู่ห้องเรียน และการประเมินผลจากการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งจากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์
2. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา
3. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน และการออกแบบการเรียนการสอน
5. การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ

#### 1. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์

##### 1.1 ความสามารถทางคณิตศาสตร์

เมื่อจะกล่าวถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ต้องเริ่มพิจารณาจากทักษะและกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

((NCTM), 2000) The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) หรือสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา กำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีลักษณะดังนี้ 1) ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ 2) มีความมั่นใจในความสามารถของตัวเองที่จะทำคณิตศาสตร์ 3) เป็นนักแก้ปัญหา 4) สามารถสื่อสารคณิตศาสตร์ได้ 5) สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

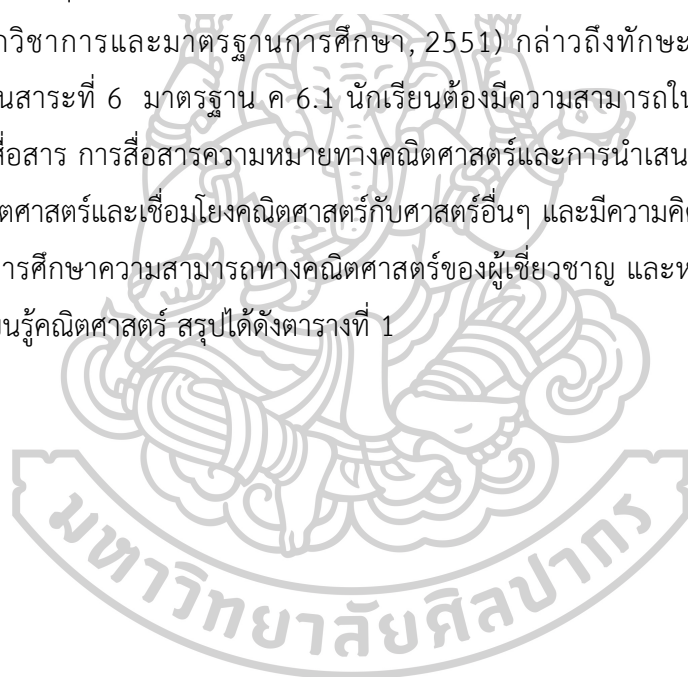
(Marsh, 2007) ในหลักสูตรคณิตศาสตร์ประเทศสิงคโปร์กล่าวถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็น การคิดคำนวณ การจัดการเชิงพีชคณิต เชิงเรขาคณิตและการวิเคราะห์ข้อมูล การวัด การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์และการประมาณค่า ทักษะความรู้ (หรือทักษะกระบวนการ) ที่เกี่ยวข้องใน

กระบวนการของการรับและการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมถึงการให้เหตุผล การสื่อสารและการเชื่อมโยงทักษะการคิดและการวิเคราะห์พฤติกรรม การประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลอง

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) กล่าวว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่วัดด้วยเหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ ตลอดจนมีทักษะการแก้ปัญหา ทำให้สามารถคิดวิเคราะห์การแก้ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ยิ่งกว่านั้นคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ทำให้มีการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมากมาในทุกวันนี้นี้

(สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) กล่าวถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในสาระที่ 6 มาตรฐาน ค 6.1 นักเรียนต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังตารางที่ 1





ตารางที่ 1 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แหล่งที่มา	มีองค์ความรู้และเข้าใจในคณิตศาสตร์	มีความสามารถด้านการคิดคำนวณ	มีความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	มีความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	มีความสามารถด้านการนำเสนอทางคณิตศาสตร์	มีความสามารถด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	มีความสามารถด้านให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
NCTM สหรัฐอเมริกา	✓	✓	✓	✓			✓	
Marsh, C.J. สิงคโปร์	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	✓	✓	✓				✓	
สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ NCTM ,2000; Marsh, C.J. ,2007; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551 และ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551 ให้ความสำคัญมากที่สุดในเรื่ององค์ความรู้และความเข้าใจในคณิตศาสตร์ มีความสามารถด้านการคิด มีความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และให้ความสำคัญน้อยที่สุด คือ ความสามารถด้านการนำเสนอทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ภายในตัวผู้เรียน มี 4 ด้านที่สำคัญ ได้แก่ 1. ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

## 1.2 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

### 1.2.1 ความสามารถด้านมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

#### 1.2.1.1 ความหมายของมโนทัศน์

ในโลกของเรามีสิ่งต่างๆ อย่างไม่จำกัด มนุษย์สามารถเรียนรู้และจดจำสิ่งต่างๆ นั้นได้เพราะสามารถจัดรวบรวมสิ่งต่างๆ เหล่านั้นเข้าเป็นหมวดหมู่ไม่ว่าจะเป็นสิ่งของหรือสถานการณ์

จำเป็นที่มนุษย์ต้องสามารถจำแนกให้เห็นความแตกต่าง หรือรวบรวมสิ่งที่คล้ายกันเข้าด้วยกันเป็นหมวดหมู่ได้ คำที่ใช้แทนลักษณะดังกล่าวนี้คือ มโนทัศน์ ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Concept มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า Conceptus Concipere (Conceive) ในประเทศไทยมีให้คำแปลไว้อีกว่า ความคิดรวบยอด แนวคิด สังกัปมโนมติ และมโนภาพ ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กัน ดังนี้

(ดวงเดือน พันธมนาวิน, 2528) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแยกแยะ จัดหมวดหมู่ของวัตถุ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มเดียวกันได้ โดยอาศัยลักษณะร่วมหรือลักษณะที่เหมือนกันของสิ่งเร้านั้นเป็นเกณฑ์ในการจัดรวมอยู่ในประเภทเดียวกัน และแบ่งแยกสิ่งเร้าที่ไม่มีลักษณะร่วมนี้ออกไว้ในประเภทอื่นๆ

(บุญชม ศรีสะอาด, 2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันของสิ่งต่างๆ ได้แก่ กลม เหลี่ยม สี่เหลี่ยม น้ำเงิน ฯลฯ ซึ่งผู้ที่มีมโนทัศน์จะสามารถระบุสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกัน เช่น ระบุว่าสิ่งที่มีลักษณะเป็นรูปวงกลม ได้แก่ เหยี่ยวบาท ยางรถยนต์ จานข้าว เป็นต้น

(วิชัย วงษ์ใหญ่, 2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ลักษณะร่วมของวัตถุหรือเหตุการณ์ประเภทเดียวกันหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ ลักษณะร่วม ลักษณะนิยมของคุณสมบัติและธรรมชาติ

(พรธณี ชูทัย เจนจิต, 2538) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจของคนที่มีมองเห็นเหมือนของสิ่งเร้า และสามารถจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันไว้เป็นพวกเดียวกัน

(นาตยา ปิสนันธนาพันธ์, 2542) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจในองค์ความรู้ ซึ่งไม่ใช่ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปของคำหรือกลุ่มคำ

(สุรางค์ โค้วตระกูล, 2543) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ เป็นคำนามที่ใช้แทน สัตว์ วัตถุ สิ่งของที่จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะที่สำคัญหรือวิฤติเป็นเกณฑ์

(เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การคิดถึงหรือจินตนาการถึงบางสิ่ง เป็นการเกิดแนวคิดหรือเกิดความเข้าใจต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

(ปรียาพร วงศ์อนุการโรจน์, 2546) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ผลสรุปจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบอันเดียวกัน

(สุวิทย์ มูลคำ, 2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น

หรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน จัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น

จากความหมายของมโนทัศน์ที่กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้า และสามารถแยกประเภทหรือจัดระบบของสิ่งเร้าต่างๆ โดยอาศัยคุณลักษณะเฉพาะที่มีร่วมกันหรือมีความสัมพันธ์กัน

สำหรับมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

(Carter, 1959) ได้ให้ความหมายสรุปไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดสำคัญ ความเข้าใจที่เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน การให้เหตุผลอย่างมีระบบและคุณลักษณะภายนอกของสิ่งของ อันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์แล้วนำลักษณะนั้นมาดำเนินการเพื่อหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

(Cooney, Davis, & Henderson, 1975) ได้ให้ความหมายสรุปไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ แล้วสามารถสรุปความเข้าใจ โดยบอกความหมายหรือสรุปเป็นนิยาม เช่น การมีมโนทัศน์เรื่อง การคูณ สามารถบอกนิยามของการคูณได้

(Bell, 1981) ได้ให้ความหมายสรุปไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ได้แก่

(1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ เป็นการจัดประเภทของจำนวน การใช้สัญลักษณ์แทนจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน เช่น สิบสอง VII เป็นต้น

(2) มโนทัศน์ทางสัญกรณ์ เป็นข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ บอกความหมายและสมบัติของจำนวน เช่น 683 เป็นจำนวนที่ตัวเลขแต่ละหลักมีค่าแตกต่างกัน 6 มีค่าเป็น 600, 8 มีค่าเป็น 80, 3 มีค่าเป็น 3 ดังนั้น 683 มีค่าเท่ากับ  $600 + 80 + 3$

(3) มโนทัศน์การประยุกต์ เป็นการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์กับมโนทัศน์ทางสัญกรณ์มาผสมผสานกัน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น ปริมาตรพื้นที่ผิว เป็นต้น

(เมธี ลิมาอักษร, 2521) ได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยสามารถสรุประบวยอดคุณสมบัติที่เป็นองค์ประกอบร่วมของสิ่งที่เราพบเห็น แล้วสามารถกำหนดสัญลักษณ์หรือความหมายแทนคุณสมบัติดังกล่าวได้ เช่น “รูปสามเหลี่ยม” หมายถึง รูปปิดที่ประกอบด้วยด้านสามด้าน เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย “ $\triangle$ ” เป็นต้น



จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจ บอกความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปแบบนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ

### 1.2.1.2 ประเภทของมโนทัศน์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

(J.S. Bruner, Goodnow, & Austin, 1957) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

(1) มโนทัศน์ร่วมลักษณะ (Conjunctive Concepts) เป็นการมีลักษณะเฉพาะ (Attributes) ร่วมกันตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น สมุดสีเขียว ดอกไม้สีแดง หรือสิ่งเร้าที่พบเห็นโดยทั่วไปและคุ้นเคยในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะร่วมกันตามขนาด รูปร่าง สี เป็นต้น

(2) มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concepts) เป็นการเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน เช่น สัญลักษณ์ “0” อาจะหมายถึง จำนวนเต็มศูนย์ (Zero) วงกลม ตัวอักษรโอในอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่ง

(3) มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relational Concepts) เป็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์สภาวะ หรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างหรือมากกว่า เช่น ภาษีเงินได้สัมพันธ์กับระดับของรายได้

(บุญเสริม ฤทธาภิรมย์, 2523) ได้แยกประเภทของมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท ในลักษณะที่คล้ายกัน ดังนี้

(1) มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน เป็นมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วเป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะหลายๆ อย่างร่วมกัน ทำให้ง่ายในการเรียนรู้

(2) มโนทัศน์ที่เป็นเชิงสัมพันธ์ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกหรือส่วนของกลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะหรือคุณค่าที่แตกต่างกัน แต่มีความสัมพันธ์กันในบางลักษณะ

(3) มโนทัศน์ที่เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นมโนทัศน์ที่อยู่บนพื้นฐานของคุณลักษณะที่สังเกตได้จากส่วนต่างๆ ของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวที่มีความซับซ้อนกว่าสองประเภทแรก

(ประยูร อาษานาม, 2537) ได้แยกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ (Qualitative Concepts) เป็นการจำแนกสิ่งต่างๆ ตามขนาด รูปร่าง และสี เป็นต้น ซึ่งสามารถรับรู้สัมผัสได้

(2) มโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concepts) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับจากการแบ่งประเภทของมโนทัศน์ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาข้างต้น

สรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งเป็นมโนทัศน์ที่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ และมโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตและสัมผัสได้ต้องอาศัยการวิเคราะห์ โดยพิจารณาว่ามีพิจารณาว่ามีลักษณะร่วมกันหรือแตกต่างกัน

### 1.2.1.3 การเรียนรู้มโนทัศน์และการสอนมโนทัศน์

การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนการสอนของครูทุกระดับการศึกษา เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานสำคัญของความคิดมนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์ที่เป็นพื้นฐานเพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ การเรียนรู้มโนทัศน์ (Learning Concepts)

(Ausubel, 1969) ได้สรุปไว้ว่า กระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์อาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ

(1) Concept Formation หมายถึง การเรียนรู้มโนทัศน์จากประสบการณ์ของการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบหรือใช้วิธีอุปมาน (Inductive Process) ตัวอย่าง เช่น เด็กที่เรียนรู้มโนทัศน์ของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น หมวก และรองเท้า โดยการมีประสบการณ์ว่า ถ้าจะออกไปข้างนอกจะต้องสวมหมวกที่ศีรษะ สวมรองเท้าที่เท้า เป็นต้น เด็กจะรับรู้รูปร่างของหมวกและคำว่าหมวกแทนสิ่งที่ตนรับรู้และมีมโนภาพ

(2) Concept Assimilation เป็นกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์แบบอนุมาน (Deductive Process) โดยทราบคำจำกัดความของมโนทัศน์พร้อมกับตัวอย่างของมโนทัศน์และคุณลักษณะวิกฤติ (Critical Attributes) ของมโนทัศน์นั้น เด็กโตและผู้ใหญ่ใช้กระบวนการ Concept Assimilation นี้

(Frayer, Frederick, & Klausmeier, 1969) ได้ศึกษาการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่ง พบว่า ผู้เรียนจะเริ่มเรียนรู้มโนทัศน์ตามขั้นพัฒนาของสติปัญญา โดยแบ่งกระบวนการเรียนรู้มโนทัศน์เป็น 4 ขั้น ได้แก่

(1) ขั้นรูปธรรม (Concrete Level Process)  
 (2) ขั้นเหมือน (Identity Level Process)  
 (3) ขั้นแบ่งสิ่งต่างๆ ที่มีคุณลักษณะวิกฤติเหมือนกัน (Beginning Classification Level)

(4) ขั้นสูงสุด (Formal Level Process)

แบ่งการสอนมโนทัศน์ (Teaching Concepts) ออกเป็น 3 รูปแบบ (Models) คือ 1) การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน 2) การสอนมโนทัศน์ประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น 3) การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า

การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน เป็นการสอนมโนทัศน์ในขั้นต้นที่ผู้สอนควรเริ่มจากการใช้ของจริง และยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) แสดงตัวอย่างซึ่งอาจเป็นของจริงหรือรูปภาพพร้อมกับมีของที่เหมือนกับตัวอย่างไว้หลายๆ อย่าง เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรให้ตัวอย่างที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต่าง ขนาดและต่างสี และขนาดเดียวกันมีของที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น รูปสามเหลี่ยม หรือรูปวงกลมให้ดูด้วย เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความแตกต่าง

(2) ในขณะที่แสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดู ครูจะต้องบอกชื่อมโนทัศน์พร้อมๆ กับตัวอย่าง เช่น ถ้าให้ตัวอย่าง “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรบอกว่า “นี่คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ต่อจากนั้นชี้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพร้อมถามนักเรียนว่า “นี่คือรูปอะไร” หรือ “เราเรียกรูปนี้ว่าอะไร”

(3) ครูจะต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด โดยบอกว่า “ถูกแล้วเราเรียกรูปนี้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะต้องบอกให้ทราบ การบอกให้นักเรียนทราบทันทีว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด จะช่วยให้นักเรียนจำสิ่งที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น

(4) ครูควรแสดงรูปภาพ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่มีขนาดต่างไปหรือสีต่างไปให้นักเรียนดูและถามให้นักเรียนบอกว่าคืออะไร

(5) ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนนักเรียนซ้ำตั้งแต่ขั้นหนึ่งถึงขั้นสี่ก็ควรทำเพื่อความแน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ครูตั้งใจจะสอน

การสอนมโนทัศน์ประเภทการจัดกลุ่มขั้นตอน เป็นการสอนที่ให้นักเรียน ใช้วิธีอนุมานหรืออุปมานเพื่อแยกแยะได้ว่าสิ่งใดใช่มโนทัศน์และสิ่งใดไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียนโดยยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

(1) ครูยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ต้องการจะเสนอพร้อมกับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างสัก 2-3 ชนิด เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูอาจให้ผู้เรียนดูตัวอย่างของ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” และสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ารูปต่าง ๆ รวมทั้งรูปสี่เหลี่ยมด้านที่เกือบจะเหมือนกับ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

(2) ช่วยหรือแนะนำให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมาน เพื่อหาคุณลักษณะพิเศษของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เป็นต้นว่าอาจให้นักเรียนวัดด้านทั้งสี่ของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” เพื่อค้นพบว่า ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากัน นอกจากนี้อาจจะให้นักเรียนพบเองหรือครูช่วยแนะให้วัดมุมทั้งสี่เพื่อค้นพบว่ามุมเท่ากันสี่มุม

(3) ลองให้นักเรียนให้คำจำกัดความของ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ด้วยตนเองแม้ว่าคำจำกัดความจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม แต่อย่างน้อยนักเรียนควรบอกคำจำกัดความได้ตามที่ค้นพบในขั้นที่สอง คือ เป็นรูปที่มีด้านเท่ากันสี่ด้าน และมีมุมเท่ากันสี่มุม

(4) ให้นักเรียนช้รูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่อยู่รวมกับรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่น ๆ โดยใช้คุณลักษณะวิกฤติที่นักเรียนค้นพบในชั้นสองเป็นเกณฑ์

การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง เป็นการสอนมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจและใส่ใจในมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ โดยบอกชื่อมโนทัศน์ที่จะเรียน เช่น บอกว่าวันนี้เราจะเรียนรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ให้คำจำกัดความของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” และชี้ให้เห็นคุณลักษณะวิกฤติของรูป “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

(2) ให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่จะให้นักเรียนเรียนรู้พร้อมกับให้สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง โดยให้ดูรูปภาพหรือของนั้น

(3) ช่วยนักเรียนให้ใช้ความคิดตั้งคำถามที่จะทำได้สามารถบอกชื่อและมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ได้ ตัวอย่างคำถามที่จะใช้ทายชื่อของมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” มีดังต่อไปนี้

- 1) เป็นรูปหน้าราบใช่ไหม
- 2) เป็นรูปปิดทุกด้านใช่ไหม
- 3) เป็นรูปที่เรียบง่ายใช่ไหม
- 4) มีสี่ด้านใช่ไหม
- 5) ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากันไหม

6) มุมทั้งสี่มุมเท่ากันหรือไม่ ถ้าคำตอบของทุกข้อบอกว่า “ใช่” มโนทัศน์ คือ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส”

(4) ช่วยให้ผู้เรียนใช้คำจำกัดความของมโนทัศน์ และคุณลักษณะที่สำคัญ หรือวิกฤติของมโนทัศน์โดยคำพูดของนักเรียนเอง แต่ในขั้นนี้ครูควรจะต้องความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในคำจำกัดความได้

(5) ครูควรพยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้แล้วในการแก้ปัญหา

(6) ครูควรบอกให้ผู้เรียนทราบความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนให้มานั้นผิดหรือถูก

(De Cecco, 1968) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ซึ่งผู้สอนควรปฏิบัติตาม 9 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

(1) ระบุพฤติกรรมที่คาดหวังให้ชัดเจน เมื่อเรียนมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งจนจบแล้วระบุว่านักเรียนจะทำอะไรได้บ้าง

(2) วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียนเน้นลักษณะที่เด่นๆ และสำคัญ โดยจัดลำดับหรือหมวดหมู่เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจง่ายขึ้น

(3) ใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายในการสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายได้ถูกต้อง

(4) ยกตัวอย่างมโนทัศน์หลายๆ ตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบ เพื่อให้นักเรียนได้สังเกต แยกแยะลักษณะ และสรุปลักษณะของมโนทัศน์

(5) ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ละอย่างพร้อมกัน หรือในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน ทั้งทางบวกและทางลบ

(6) ยกตัวอย่างมโนทัศน์ใหม่ทางบวก เพื่อให้นักเรียนสรุปความคิดเห็น และตอบสนองต่อสิ่งเร้าใหม่

(7) ยกตัวอย่างมโนทัศน์ใหม่หลายๆ ตัวอย่างทั้งบวกและทางลบ เพื่อให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างในทางบวกที่เกี่ยวข้องกัน

(8) นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้นๆ

(9) นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนไปใช้ และมีการเสริมแรงในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่

(พรรณี ชูทัย เจนจิต, 2538) กล่าวถึงวิธีสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นว่า เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง

(2) วิเคราะห์สิ่งที่ครูจะทำการสอน โดยเน้นถึงลักษณะที่เด่นและสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นได้ชัดเจน

(3) ครูให้คำจำกัดความของมโนทัศน์ที่จะสอน โดยแนะให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะร่วมที่เด่น ดังนั้นการใช้สื่อทางภาษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนมโนทัศน์ เพราะผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่างๆ ให้มาก

(4) นำตัวอย่างมาแสดงหรือยกตัวอย่างมาประกอบการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็น สำหรับตัวอย่างที่เสนอนั้นอาจยกมาทีละตัวอย่างหรือยกมาหลาย ๆ ตัวอย่างพร้อมกันก็ได้ แต่ตัวอย่างที่นำมาเสนอนั้นควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดคู่กันไป เพื่อให้นักเรียนจะได้เกิดความเข้าใจในเรื่องรานั้นได้ถ่องแท้ขึ้น

(5) ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามและตอบคำถามของครู เมื่อผู้เรียนสามารถตอบคำถามของครูได้ถูกต้องก็ควรจะให้คำชมเชยผู้เรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจที่จะเรียนรู้ต่อไป เพราะการเสริมแรงโดยสม่ำเสมอทุกระยะเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้มโนทัศน์

(6) ครูควรทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ โดยให้ผู้เรียนดูตัวอย่างทั้งในทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แล้วให้ผู้เรียนเลือกว่าตัวอย่างที่ใช่ และตัวอย่างที่ไม่ใช่

(7) ครูจะต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนไปแล้ว โดยสรุปเป็นคำพูดของผู้เรียนเอง



### การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics Concepts)

(อัมพร ม้าคนอง, 2546) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

#### (1) ชั้นวางแผนการสอน ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ ระดับมโนทัศน์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์ และคำถามเพื่อกำหนดสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

#### (2) ชั้นสอน กิจกรรมที่จัดเพื่อสอนมโนทัศน์ควรรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

การนำเข้าสู่มโนทัศน์ โดยการยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่มีมโนทัศน์ตามลำดับ มีการฝึกคิดเชิงเปรียบเทียบ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม และมีการประเมินระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียน

#### (3) ชั้นประเมินผล ควรประเมินในประเด็นสำคัญๆ ดังต่อไปนี้

ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะที่สำคัญและไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์ การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่น และการใช้มโนทัศน์

ตัวอย่างของมโนทัศน์และไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้ในการจำแนกการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธีที่เป็นวิธีสอนหลักๆ ก็คือ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ และการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ (Moves) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกลวิธีการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสอนแบบอุปนัย (Inductive) เช่น โมเดลการสร้างมโนทัศน์ของ Lasley Matczynski ซึ่งขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) การผลิตข้อมูลจากผู้เรียนหรือผู้สอน โดยผู้สอนทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้เป็นสิ่งที่ต้องการหรือไม่ และเพียงพอหรือยัง

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ผู้เรียนจำแนกข้อมูลที่มีลักษณะร่วมกันว่ามีลักษณะตามมโนทัศน์ที่เรียนหรือไม่ แล้วแยกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้เกณฑ์หรือหลักการตามการรับรู้ของตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภข้อมูล (Expanding the Category) ผู้สอนทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่ม แล้วใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริงและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่างๆ ของข้อมูล



ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ให้นักเรียนสร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปความหมายของประเภทที่จัดและการถ้อยความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งเป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ที่ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งจะสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

#### (2) การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ (Moves)

มูฟ (Moves) หมายถึง รูปแบบของภาษาที่ใช้ในการอธิบายหรือบอกความรู้ การสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ (Moves) เป็นการพัฒนาวิธีการสอนของ (Cooney et al., 1975) มีกระบวนการสอนอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การสอนมโนทัศน์ (Teaching) การนำเสนอมโนทัศน์ (Present) และการให้ความกระจ่างเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Clarify) ในการสอนจะแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ได้ดังนี้

(2.1) การให้บทนิยาม (Defining) สำหรับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณลักษณะที่เด่นชัดจำเป็นต้องให้บทนิยาม แต่ในมโนทัศน์ที่มีคุณลักษณะไม่ชัดเจนอาจไม่ต้องแสดงก็ได้

(2.2) การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ (Stating a Sufficient Condition) การให้เงื่อนไขที่เพียงพอจะช่วยให้ผู้เรียนจะสามารถหาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

(2.3) การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหนึ่ง หรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Example or More Examples) การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้นและชัดเจน แต่มโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากอาจไม่สามารถใช้ได้

(2.4) การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Example with a Reason) การให้ผู้เรียนให้คำอธิบายว่าเหตุใดสิ่งที่ยกมาจึงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ การให้เหตุผลเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ วิธีนี้เหมาะกับนักเรียนที่เรียนช้า

(2.5) การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง (Comparing and Contrasting) ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่คุ้นเคยมาก่อนแล้วค่อยๆ ให้สิ่งที่คุ้นเคยน้อยลงจนนักเรียนมองเห็นสิ่งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันแล้วนำคุณลักษณะนั้นมาเปรียบเทียบกัน

(2.6) การยกตัวอย่างค้าน (Giving a Counter Examples) ให้ตัวอย่างที่แสดงการพิสูจน์แย้งนัยทั่วไปที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างค้านจะแสดงได้ในสองลักษณะ คือ ยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

(2.7) การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น (Stating a Necessary Condition) ให้นักเรียนทราบเงื่อนไขที่จำเป็นเพื่อทำความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น เช่น นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านสองด้านขนานกันจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นคือ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมนั้นจะต้องขนานกันด้วย

(2.8) การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Stating a Necessary and Sufficient Condition) การให้นิยามของบางมโนทัศน์อาจจะต้องผ่านมโนทัศน์อื่นจึงจะชัดเจนจึงจำเป็นต้องกล่าวถึงเงื่อนไขนั้นให้เพียงพอ

(2.9) การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Non-example or More Non-examples) การเรียนรู้มโนทัศน์อาจจะต้องใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างควบคู่กันไป จนนักเรียนสรุปเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้ การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้นได้กระจ่างชัดขึ้น ควรใช้หลังจากให้บทนิยามแล้วและเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขที่จำเป็น

(2.10) การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving a Non-example with a Reason) การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้ นักเรียนเห็น การเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขที่จำเป็นกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

(2.11) การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Giving a Characteristic with is Neither Necessary No Sufficient Condition) บางครั้งในการสอนผู้สอนจำเป็นต้องยกสิ่งที่เป็นลักษณะของมโนทัศน์แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

มโนทัศน์มีความเป็นนามธรรม ดังนั้นในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจความหมายอย่างลึกซึ้ง

#### 1.2.1.4 การวัดมโนทัศน์

เมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้มโนทัศน์แล้ว การตรวจสอบความรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้เรียนลึกซึ้งเพียงใดจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

(J. W. Wilson, 1971) ได้จัดให้การวัดมโนทัศน์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ และให้ความหมายของความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

(ซวาล แพร์ตกุล, 2520) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ว่า เป็นการวัดที่อยู่ในระดับสูงสุดของการวัดความรู้ ความจำ ยังไม่ถึงขั้นที่ใช้ความคิดซึ่งวัดได้ใน 2 ลักษณะสรุปได้ดังนี้

(1) การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา และการขยายหลักวิชาของเรื่องราวต่างๆ หลักวิชา (Principle) หมายถึง คติ หลักการ หรือหัวใจของเรื่องที่เกิดขึ้นหลายๆ มโนทัศน์มารวมกัน ซึ่งมีที่มาและลักษณะ ดังนี้

1) เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่เคยปรากฏมาแล้วอย่างน้อย 2 ครั้ง จึงจะสามารถมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ สิ่งใดที่มีเพียงขึ้นเดียว หรือเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียวไม่ถือว่าเป็นโน้ตค้น เช่น ในอวกาศมีดวงอาทิตย์ของจักรวาลเพียงดวงเดียวและไม่มีจักรวาลอื่นได้อีก อย่างนี้เป็นความจริงเพียงหนึ่งเดียวจึงไม่สามารถเขียนคำถามวัดมโนทัศน์ได้ เพราะไม่สามารถสรุปได้ว่าอย่างไร

2) เป็นเรื่องราว เหตุการณ์ หรือวัตถุสิ่งของที่ปรากฏขึ้น แต่ละครั้ง จะต้องเกิดกันคนละที่แต่จะมีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน เช่น ดาวเคราะห์ซึ่งมี 9 ดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์จะอยู่กันคนละที่และไม่เหมือนกันแต่ทุกดวงจะมีลักษณะร่วมกัน คือ ไม่มีแสงในตัวเอง มีสัณฐานกลม และหมุนรอบดวงอาทิตย์ เป็นต้น ลักษณะร่วมเหล่านี้ถือว่าเป็นมโนทัศน์ของดาวเคราะห์ การขยาย (Generalized) หมายถึง การนำหลักการหรือคติของเรื่องใดๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นให้ไกลออกไปจากเดิมหรือเป็นการสรุปออกนอกเรื่องนั้นๆ ซึ่งบุคคลนั้นจะต้องสามารถสร้างเรื่องมโนทัศน์หรือคัดเลือกใจความสำคัญของเรื่องให้ได้เสียก่อน เช่น บทสรุปตอนท้ายของนิทานอีสป

(2) การวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี และโครงสร้างของหลักวิชานั้นๆ

เป็นการวัดเกี่ยวกับคติหรือหลักการของหลายสิ่ง หลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กันเป็นพวกเดียวและอยู่ในสกุลเดียวกันด้วย เพื่อค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างของหลักวิชานั้นๆ

(Frayer et al., 1969) ได้ศึกษาการพัฒนาโน้ตค้นทางเรขาคณิตเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 โดยใช้สื่อการสอนและได้พัฒนารูปแบบการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า ในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะต้องทำการวิเคราะห์ มโนทัศน์ในเนื้อหานั้นก่อนแล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้นๆ แบบทดสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์ควรประกอบด้วย

- (1) คุณลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์
- (2) สิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่างของมโนทัศน์
- (3) คุณลักษณะที่มีความสัมพันธ์หรือไม่สัมพันธ์กัน
- (4) คำจำกัดความของมโนทัศน์
- (5) การนำมโนทัศน์ไปสู่หลักการ

จากแนวคิดดังกล่าวจะเห็นว่าในการวัดมโนทัศน์ เป็นการวัดระดับความเข้าใจหรือความรู้ ความจำที่วัดได้ใน 2 ลักษณะ คือ การวัดความรู้เกี่ยวกับหลักวิชา เป็นการวัดความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง และการ

ขยายหลักวิชา จะต้องทำการวิเคราะห์หมโนทัศน์ในเนื้อหา นั้นก่อนแล้วนำไปออกข้อสอบให้สอดคล้องกับหมโนทัศน์นั้น

### 1.2.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการมีหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

(อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา, 2555) ได้ทำการวิจัยผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารหมโนทัศน์เพื่อเสริมสร้างหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรินทร์ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การสอนหมโนทัศน์ ขั้นที่ 2 การนำเสนอหมโนทัศน์ ขั้นตอนที่ 3 การให้ความกระจ่างเกี่ยวกับหมโนทัศน์ และขั้นตอนที่ 4 การสรุปโดยใช้เอกสารสรุปหมโนทัศน์ ทำให้ครูได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เอกสารสรุปหมโนทัศน์ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปหมโนทัศน์มีหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 64 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คือ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงานในระดับสูง นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

(พรธิดา สุขกรม, 2557) ได้ทำการวิจัยผลการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และเขต 2 พบว่าการใช้แบบวัดหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่องจำนวนจริงและเลขยกกำลัง มีผลคือ 1. นักเรียนมีหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์มากที่สุดคือการมีหมโนทัศน์ที่จำกัด รองลงมาคือ การมีความเข้าใจที่บกพร่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ การอ้างอิงเกินขอบเขตหรือเงื่อนไข และการตีความผิด 2. ลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากของการมีหมโนทัศน์ที่จำกัด 3. นักเรียนมีข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ คือประเภทการใช้ข้อมูลผิด ข้อผิดพลาดทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ ข้อผิดพลาดในด้านการดำเนินการและคำนวณ และการบิดเบือนทฤษฎีบทหรือนิยาม 4. ลักษณะที่พบมากของการใช้ข้อมูลผิด เป็นการแสดงแนวคิดในการหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เลือกใช้ข้อมูลผิดพลาด การไม่ทำตามที่โจทย์ระบุอย่างชัดเจน แต่เลือกทำสิ่งที่โจทย์ไม่ได้ระบุแทน และการแสดงคำตอบที่ได้จากการคำนวณไม่ถูกต้อง

(ณัฐปฏิญานันท์ พิษญาชมชื่น, 2558) ได้ทำการวิจัยผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยมีหมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าความสามารถด้านการมีหมโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นของผู้เรียน เนื่องจากมันทัศน์เป็นความคิดรวบยอดที่เป็นความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ เป็นนามธรรม ดังนั้นการทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในมันทัศน์จึงต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย

## 1.2.2 ความสามารถในการคิดคำนวณ

### 1.2.2.1 ความหมายของทักษะการคิดคำนวณ

ทักษะการคิดคำนวณ (Computational Skills) เป็นคำประสมที่ประกอบด้วย คำ 2 คำ คือ ทักษะ (Skills) และการคิดคำนวณ (Computation) ซึ่งจากงานวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ามา ยังไม่มีผู้ใช้ความหมายของคำว่า ทักษะการคิดคำนวณ ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของคำต่างๆ ที่สัมพันธ์กับคำว่า ทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายที่กล่าวมาแล้วดังต่อไปนี้

นักการศึกษาได้ให้ความหมายคำว่า ทักษะ ไว้ดังนี้

(Herbert J. Klausmeier & Ripple, 1971) ได้กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง ความคล่องแคล่วในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ตามลำดับ

(มาลินี จุฑะรพ, 2537) ได้กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่มีการเคลื่อนไหว สัมพันธ์กัน มีลักษณะเป็นลูกโซ่

(พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ, 2542) ได้กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง และดำเนินไปอย่างต่อเนื่องรวดเร็ว

(สรศักดิ์ แพรดำ, 2544) ได้กล่าวว่า ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการกระทำ (คิดหรือปฏิบัติ) ได้คล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ หรือได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายคำว่า ทักษะการคำนวณ ไว้ดังนี้

(ธงชัย ชิวปรีชา และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2529) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการคำนวณเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หาร การเขียนแผนภูมิ การเขียนกราฟ การแก้สมการ การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น มาใช้แก้ปัญหาหรือช่วยในการค้นคว้าได้อย่างเหมาะสม

(สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531) ได้ให้ความหมาย ทักษะการคำนวณ ว่าเป็นความสามารถในการนำตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่เพื่อให้ได้ค่าใหม่ ซึ่งจะมีความหมายต่อการนำไปใช้การจัดกระทำระหว่างตัวเลขอาจจะเป็น การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น

(วราภรณ์ รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2532) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการคำนวณ ว่าเป็นความสามารถในการนำค่าที่ได้จากการวัดและการนับมาจัดกระทำให้เกิดค่า



ใหม่โดยนำตัวเลขที่ได้มาบวก ลบ คูณ หาร เช่น การหาค่าเฉลี่ย การหาปริมาตร พื้นที่ความหนาแน่น เป็นต้น เพื่อนำเอาค่าใหม่ที่ได้นั้นมาสื่อความหมายให้ชัดเจนและเหมาะสม

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2534) ได้ให้ความหมายของ ทักษะการคำนวณ เป็นความสามารถในการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ยหรืออื่น ๆ

(ภพ เลหาไพบุลย์, 2537) ได้ให้ความหมาย ทักษะการคำนวณ ไว้ว่าทักษะการคำนวณหมายถึงความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดการกระทำกับตัวเลข

(ขมนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2542) ได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะการคำนวณ (Computational Skills) ไว้ว่าการสอนให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณนั้นมุ่งให้นักเรียนสามารถคำนวณได้อย่างมีระบบถูกต้องตามโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

(สรศักดิ์ แพรดำ, 2544) ได้ให้ความหมายของคำว่า ทักษะการคำนวณ หมายถึงความสามารถในการนับหรือการนำค่าที่ได้จากการสังเกตเชิงปริมาณ การวัด การทดลองและจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร การยกกำลัง การหาค่าเฉลี่ย หรือถอดราก

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าทักษะการคำนวณ หรือความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์

### 1.2.2.2 หลักในการสอนความสามารถด้านการคิดคำนวณ

(Greenwood, 1993) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการสอนเพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณสำหรับนักเรียนดังนี้

1. ทุกๆ สิ่งที่ทำเนนการในคณิตศาสตร์จะต้องมีความหมาย
2. พยายามใช้สิ่งที่รู้อยู่แล้วด้วยตนเอง
3. สามารถระบุข้อผิดพลาดของคำตอบการใช้สื่อ และการคิดได้
4. ใช้การคิดคำนวณแบบวิธีการนับ (Counting) ให้น้อยที่สุด
5. ใช้การคำนวณที่เป็นกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil) ให้น้อยที่สุด
6. เมื่อยุทธวิธีที่เลือกใช้ไม่ได้ผลก็เต็มใจที่จะเลือกใช้ยุทธวิธีอื่น
7. ขยายหรือปรับเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหา โดยการกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมหรือ ลดเงื่อนไขหรือตั้งคำถามใหม่

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2533) ได้กล่าวถึงหลักในการสอนทักษะการคิดคำนวณมีสิ่งที่จะต้องคำนึงดังนี้

1. ควรทำหลังจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ แล้ว
2. ควรฝึกในช่วงเวลาไม่มากนัก แต่ควรทำบ่อยๆ
3. ควรใช้กิจกรรมฝึกหลายๆ แบบ
4. ควรเริ่มจากง่ายไปยาก
5. ควรให้น่าสนใจและท้าทายความสามารถ
6. ควรให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้นนักเรียน

ทุกคนไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกแบบเดียวกัน

(ยุพิน พิพิธกุล, 2536) ได้ให้แนวคิดในการสอน เพื่อให้เกิดทักษะการคิดคำนวณ

ไว้ 2 แนวคิดดังนี้

แนวคิดที่ 1

การที่จะสอนให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดคำนวณนั้น จะต้องสอนให้มีลำดับ

ขั้นตอนดังนี้

1. ชี้นำ นำด้วยวิธีการต่างๆ และใช้สื่อรูปธรรม
2. ชี้อสอน ยกเนื้อหาตามลำดับขั้นตอน ใช้สื่อรูปธรรม ใช้ตัวอย่างง่ายๆ ไปสู่

ข้อสรุปใช้วิธีการต่างๆ ให้นักเรียนสรุป

3. สรุปความคิดรวบยอดพื้นฐาน ที่จะนำไปใช้ในการคิดคำนวณ
4. ครูยกตัวอย่างแสดงวิธีทำที่ถูกต้อง แสดงวิธีทำ เขียนให้ถูกต้อง
5. ครูยกโจทย์ให้นักเรียนฝึก ให้นักเรียนช่วยยกโจทย์บ้าง
6. สรุปรวมคำสอนหลายๆ เรื่อง (มีมีโนทัศน์หลายๆ เรื่อง) ใช้วิธีการต่างๆ ในการ

สรุปไม่ควรใช้วิธีการสรุปในตอนแรก

7. ทำโจทย์พิเศษท้ายชั่วโมง
8. ทำแบบฝึกหัด การบ้าน

แนวคิดที่ 2

1. ยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ความรู้พื้นฐาน หรือสอนเนื้อหา
2. นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการศึกษาสิ่งที่เป็นรูปธรรม
3. นำเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม
4. เน้นข้อผิดพลาด ป้องกันการผิดพลาด
5. การฝึก การฝึกดูความสามารถ
6. การจำ จำแต่เรื่องสำคัญ
7. การนำไปใช้ สามารถนำกฎ และสูตรต่างๆ ไปใช้ทำได้ถูกต้อง รวดเร็ว

ใช้ได้กับเรื่องอื่นก็ได้รู้จักพลิกแพลงใช้กับเรื่องอื่น

จากที่กล่าวมาสรุปหลักในการสอนทักษะการคิดคำนวณได้ดังนี้

1. การสอนทักษะการคิดคำนวณ ผู้สอนต้องยกตัวอย่างเนื้อหาโดยใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมยกตัวอย่างจากง่ายไปสู่บทสรุป เพื่อให้ผู้เรียนสรุปเป็นความคิดพื้นฐานรวบยอด
2. ผู้เรียนต้องนำความรู้เหล่านี้ไปฝึกฝน พัฒนาตน
3. ผู้เรียนคิดในวิธีที่ตัวเองถนัดที่สุด โดยใช้เวลาน้อยที่สุดหรือสร้างวิธีลัดของตนเองขึ้นมาช่วยกันในการฝึกทักษะการคิดคำนวณ
4. ผู้สอนต้องสรุปตอนท้ายให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายและจดจำได้ดี
5. ผู้สอนต้องหาโจทย์พิเศษมาให้ผู้เรียนทำในท้ายชั่วโมงและผู้เรียนสามารถพลิกแพลงนำไปใช้กับเรื่องอื่นได้

### 1.2.2.3 ประโยชน์ของการฝึกความสามารถด้านการคิดคำนวณ

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2533) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการคิดคำนวณดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิดและทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน

(ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2539) ได้กล่าวว่าการที่ผู้ฝึกทักษะได้ลงมือทำและปฏิบัติต่างๆ ที่กำหนดด้วยตนเอง จนสามารถทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายส่งผลดังนี้

1. เกิดความชำนาญ สามารถปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว
  2. เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา หรือกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะ
  3. มีความคงทนในการจำในส่วนที่ได้ฝึกทักษะ เช่น ส่วนสำคัญของเนื้อหากระบวนการ ขั้นตอนตลอดจนวิธีการปฏิบัติในการฝึกทักษะ
  4. สามารถนำความรู้ความชำนาญที่ได้รับจากการฝึกทักษะ ไปประยุกต์ใช้ได้
- อย่างมีประสิทธิภาพ

(เพ็ญจันทร์ เจริญประเสริฐ, 2542) ได้กล่าวว่าการฝึกทักษะในการคิดคำนวณมีประโยชน์สรุปได้ดังนี้

1. การฝึกช่วยให้จำได้แม่นยำขึ้น เพราะโดยปกติการอ่าน ฟัง มองดู หรือทำเพียงครั้งเดียว ย่อมยากแก่การที่จะจดจำได้ทั้งหมด
2. การฝึกเป็นทางนำไปสู่ความถูกต้อง

3. การฝึกเป็นรากฐานในการพัฒนาประสิทธิภาพในการคำนวณ เช่น เมื่อเรียนรู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นแล้ว จากการฝึกจะช่วยให้มองเห็นวิธีลัดอันจะทำให้คิดได้รวดเร็วขึ้น

4. การฝึกเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยสร้างความเชื่อมั่นในการคิดคำนวณ เมื่อเด็กประสบความสำเร็จในการคิดคำนวณ สามารถคิดคำนวณได้ถูกต้อง และรวดเร็วย่อมก่อให้เกิดพลังทำให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชานี้และอยากทำแบบฝึกมากขึ้น

จากการศึกษาในข้างต้นสรุปประโยชน์ของการฝึกทักษะการคิดคำนวณได้ดังนี้

1. นำความรู้เหล่านี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การชื้อขาย
2. ผู้เรียนที่ฝึกทักษะการคิดคำนวณจะมีความเชื่อมั่นในการคิดคำนวณ
3. สามารถนำความรู้ความชำนาญที่ได้รับจากการฝึกทักษะไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ช่วยในการคิดสร้างสรรค์ที่จะแก้ปัญหา ทำให้เกิดแนวความคิดใหม่ๆ
5. ช่วยให้เป็นคนมีเหตุมีผล
6. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

#### 1.2.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการคิดคำนวณ

(Smith, 1997) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์จากการใช้เครื่องคิดเลขในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เครื่องคิดเลขที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ คือ ความรู้พื้นฐานเดิม ความคงทนในความสามารถแก้ปัญหา และทักษะการคิดคำนวณ ผลการวิจัยพบว่าการใช้เครื่องคิดเลขในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาจากภาษาคณิตศาสตร์ และการคิดคำนวณที่เป็นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ซึ่งการใช้เครื่องคิดเลข จะมีผลดีต่อนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่จะทำให้นักเรียนสามารถปรับปรุงความสามารถในการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้ฟังก์ชันในการเขียนกราฟฟังก์ชันได้

(Walder, 1997) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับหลักที่สำคัญของทักษะการคิดคำนวณที่นำไปใช้ประโยชน์ สำหรับช่างผู้ชำนาญในการผลิตในรัฐโอไฮโอตอนกลางด้านตะวันตกเพื่อพัฒนาระบบการทำงานในโรงงานการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด สิ่งที่เป็นในการพัฒนาครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ที่เป็นช่างผู้เชี่ยวชาญในการผลิตต้องมีความพิถีพิถันมีความรู้ ทักษะและความสามารถในการสร้างเครื่องมือใหม่ และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต ผลการวิจัยพบว่า เจ้าหน้าที่ที่เป็นช่างผู้ชำนาญในการผลิต จำเป็นต้องมีทักษะทางด้านการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นหลักสำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้กับรายละเอียดในการอ่านภาพวาดที่มีความละเอียดในระบบการวัด และมีค่าเข้าใกล้จำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วนหรือทศนิยมตำแหน่งที่ 1 , 2 และ 3 เพื่ออธิบายถึงทักษะทางคณิตศาสตร์ระดับสูงที่สัมพันธ์กัน และในการทดสอบประสิทธิภาพของช่างผู้ชำนาญในการผลิตควรใช้เครื่องมือที่

พัฒนาให้มีลักษณะเจาะจงเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ นอกจากนี้ควรปรับปรุงหลักสูตรโดยเพิ่มทักษะทางวิชาการที่เจาะจงเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณในโรงเรียนระดับมัธยมและวิทยาลัยชั้นปีที่ 2

(Schmidt, 2001) ได้ทำการวิจัยการตรวจสอบผลกระทบของการปฏิบัติตามคำชี้แนะของ NCTM ในเรื่องของความสำเร็จคณิตศาสตร์ของนักเรียนในรัฐฟลอริดา การสำรวจแสดงถึงรูปแบบการสอนของครู การค้นพบหลักของการศึกษาแสดงถึงจำนวนน้อยกว่า 3% ของครูผู้สอนใช้กลยุทธ์ความสามารถการนับคำนวณ การศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าชั้นเรียนที่มีส่วนร่วมจะมีความสำเร็จของนักเรียนสูงกว่ารูปแบบการสอนแบบอื่นนอกจากนี้ครูสอนเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 5 ที่มีรูปแบบการสอนแบบศิลปะจะมีคะแนนสูงกว่ารูปแบบการสอนอื่นๆ ที่อยู่ในระดับชั้นเดียวกัน ขณะที่รูปแบบการสอนนี้ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักในความสำเร็จของ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการศึกษา รูปแบบการเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนที่เรียนในชั้นเรียนแบบศิลปะในปี 2000 แสดงลักษณะที่เหนือกว่านักเรียนอื่นๆ ในปี 2001 สุดท้ายระดับการปฏิบัติ FCAT มีความสัมพันธ์เป็นบวกกับความสำเร็จนักเรียนของนักเรียนในระดับชั้นการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 3 และไม่พบความสัมพันธ์ใดๆ เลยในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะที่เหนือกว่าในระดับปานกลางกว่าระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อื่นๆ

(Son & Senk, 2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการปฏิรูปหลักสูตรในสหรัฐอเมริกาและเกาหลีปัจจุบันเกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วน เพื่อให้ข้อมูลเชิงลึกในความแตกต่างข้ามชาติในการศึกษา การศึกษานี้วิเคราะห์การพัฒนาของการคูณและการหารเศษส่วนในสองหลักสูตร หลักสูตร Everyday Mathematics (EM) จากประเทศสหรัฐอเมริกา และหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ 7 ของเกาหลี (KM) ทั้งการวิเคราะห์เนื้อหาและปัญหาในหนังสือเรียนแสดงให้เห็นว่าการคูณของเศษส่วนมีการพัฒนาใน KM ก่อนใน EM หนึ่งภาคเรียน ในทางตรงข้ามการหารของเศษส่วนถูกพัฒนาในเวลาเดียวกันทั้งสองหลักสูตร หลักสูตรทั้งให้โอกาสในการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการอย่างคล่องแคล่ว แต่ EM ความเข้าใจแนวคิดถูกพัฒนาเป็นครั้งแรกตามด้วยกระบวนการอย่างคล่องแคล่ว ในขณะที่ KM ก็มีการพัฒนาพร้อมกัน ปัญหาหลักของการคูณและการหารเศษส่วนในทั้งสองหลักสูตรคือต้องการกระบวนการความรู้เท่านั้น อย่างไรก็ตามปัญหาการคำนวณทั้งสองอย่าง เป็นเรื่องทั่วไปใน KM มากกว่า EM และประเภทการตอบสนองนอกจากนี้ยังมีอีกหลากหลายใน KM

(ธัญสินี ฐานา, 2546) ได้ทำการวิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทางด้านทักษะกระบวนการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อ



แก้ไขข้อบกพร่องทางด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์, 2553) ได้ทำการวิจัยผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าความสามารถด้านการคิดคำนวณเป็นความสามารถคณิตศาสตร์พื้นฐานที่ผู้เรียนส่วนมากมีปัญหาหรือมีข้อบกพร่อง อันเป็นสาเหตุทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ ถ้าผู้เรียนได้รับการแก้ไขโดยจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาความสามารถด้านการคิดคำนวณก็ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

### 1.2.3 ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

#### 1.2.3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(George. Polya, 1957) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหาคือความสามารถพิเศษทางสมอง ซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถพิเศษเหนือผู้อื่น

(Robert M. Gagne, 1970) อธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นรูปแบบของการเรียนรู้ซึ่งหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และการใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้มโนทัศน์โดยสามารถมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

(Good, 1973) ให้ความหมายของการแก้ปัญหว่า เป็นกระบวนการที่เราใช้เพื่อค้นหาหรือทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ๆ จากสิ่งต่างๆ ที่เรากำลังสังเกตหรือรับรู้ กระบวนการดังกล่าวนี้ประกอบด้วย การตั้งสมมติฐานแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผย โดยใช้ความคิดและความเข้าใจ ทั้งอย่างง่าย ๆ หรืออย่างซับซ้อน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น กระบวนการดังกล่าวนี้ถ้ากระทำอย่างเป็นระบบก็เรียกว่า การวิจัย

(Adams, 1977) กล่าวถึงการแก้ปัญหว่า เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทางสมอง ซึ่งนำไปสู่การจินตนาการ การคิดเป็นนามธรรม และการเชื่อมโยงความคิดต่างๆ ที่สำคัญคือต้องการพัฒนารูปแบบ เพราะรูปแบบของการแก้ปัญหาที่เคยใช้กับปัญหาหนึ่งสำเร็จ อาจใช้ไม่ได้กับปัญหาอื่น ดังนั้นการพัฒนารูปแบบการคิดไปสู่รูปแบบการคิดที่ยากขึ้นจึงมีความจำเป็นมาก

(Kennedy & Steve, 1994) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงออกของแต่ละคนในการตอบสนองสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

(S. Krulik & Rudnick, 1993) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นวิถีทางที่แต่ละคนใช้ความรู้ที่ได้เรียนมา ทักษะและความเข้าใจให้เป็นไปตามความคิดที่ต้องการในการเผชิญกับสถานการณ์ที่ไม่เคยพบมาก่อน

(ทิตินา แชมมณี, 2545) ((NCTM), 2000) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที การหาคำตอบนั้นต้องนำความรู้เดิมที่มี ไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ความสามารถในการแก้ปัญหาควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง แก้ปัญหาที่ยากและซับซ้อนขึ้น มีการให้เหตุผล แสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งการแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพื่อให้ได้คำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ

(Dossey, 2002) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการหาคำตอบ หรือการจัดการกับสถานการณ์ต่างๆ ปัญหาที่ยากและน่าเบื่อสำหรับคนหนึ่ง อาจเป็นปัญหาธรรมดาสำหรับอีกคนหนึ่ง กระบวนการแก้ปัญหาจึงต้องใช้การสร้างองค์ความรู้ตามวิถีทางใหม่ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ใช้หลักในการวางแผนหรือยุทธวิธีที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และเป็นการได้มาซึ่งความรู้ใหม่จากสถานการณ์นั้นๆ กระบวนการนี้อาจจะยุ่งยาก ซับซ้อนขึ้นเมื่อมีการขยายไปสร้างการเชื่อมโยง ซึ่งนักเรียนจะได้ประสบการณ์จะกระบวนการนี้ และสามารถพัฒนายุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย

(ประสาท อิศรบริดา, 2533) ได้อธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อน ที่ต้องอาศัยสติปัญญา ความคิด ประสบการณ์และการรับรู้ รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมต่างๆ การแก้ปัญหาก็จะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าปราศจากความคิด

(สิริพร ทิพย์คง, 2536) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น และแก้ปัญหาได้ เพื่อจะนำกระบวนการนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป เพราะการฝึกแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด

(ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็ต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

(สมวงษ์ แปลงประสพโชคและคณะ, 2543) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่พบ นักเรียนต้องสามารถประยุกต์รูปแบบการคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง สามารถอธิบายข้อมูลและสรุปผลจากข้อมูลที่ปรากฏ ในชีวิตจริงนักเรียนต้องพบกับปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ ปัญหาข้อความหรือปัญหาเรื่องราวเป็นเพียงรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา

(กรมวิชาการ, 2545 ) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะ/กระบวนการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนจะต้องให้โอกาสผู้เรียนได้คิดด้วยตนเองให้มาก โดยจัดสถานการณ์หรือปัญหา หรือเกมที่น่าสนใจ ทำท่ายให้อายากคิด เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน สามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ ต่อมาก็ให้ปัญหาที่แตกต่างกับที่เคยพบมา เพิ่มความยากและซับซ้อนมากขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึก

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

### 1.2.3.2 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(George Polya, 1985) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

(1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาปัญหา ว่าปัญหาต้องการหาอะไร กำหนดอะไร มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้อง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด โดยการทำ ความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การเขียนรูป ตามรูปแบบที่ตนเข้าใจ

(2) วางแผน มีความสำคัญมาก เป็นการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหา จะใช้วิธีใด จะแก้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดมีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือไม่ โดยผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหา มีอยู่ เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา

(3) ดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มรายละเอียดต่างๆ ของแผนไว้ให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

(4) ตรวจสอบ เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมดีกว่าเดิม

(Bradley, 1995) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาโดยประยุกต์มาจาก Polya

(1) มองหาและทำความรู้จักกับเงื่อนไข เป็นการพิจารณาเงื่อนไขของปัญหาว่ามีอะไรบ้างและควรอ่านปัญหาหลายๆ รอบ ทบทวนสภาพปัญหาในลักษณะคำพูดที่เข้าใจง่าย สร้างแผนภาพ สร้างตาราง ใช้เวลาในการสำรวจสิ่งที่ต้องการ

(2) กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งการกำหนดวิธีที่จะแก้ปัญหานั้นสามารถค้นหาวิธีทาง ได้แก่ ลองผิดลองถูก พิจารณาคำตอบสัมพันธ์กับปัญหาหรือไม่ทดสอบกรณีพิเศษ เช่น ทดลองปัญหาส่วนเล็กที่แตกต่างกัน มองหาตัวอย่างที่จะทำให้เห็นรูปแบบที่ชัดเจน พิจารณาส่วนที่ซ้ำกัน กลับไปดูเงื่อนไขของปัญหา สืบหาและดูความเกี่ยวข้องของระหว่างเงื่อนไขกับจุดประสงค์ กรณีที่มีแปรหลายจำนวนให้แสดงบทบาทของแต่ละอัน แล้วพิจารณาดูปัญหาเพียงหนึ่งหรือสองตัวแปรเท่านั้น มีการย้อนกลับไปดูงานที่ผ่านมา

(3) เสนอวิธีการแก้ปัญหา

(4) พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา ว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นมีเหตุผลหรือไม่ เป็นไปได้หรือไม่ มีวิธีอื่นอีกหรือไม่ สามารถแก้ปัญหานั้นได้ในรูปทั่วไปหรือไม่ ปัญหาอื่นสัมพันธ์กับปัญหาที่เผชิญอยู่หรือไม่ และถ้ามีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วสามารถแก้ปัญหาค่อยๆ คล้ายคลึงกับปัญหาที่เผชิญอยู่โดยเปลี่ยนเงื่อนไขเป็นหนึ่งหรือสองเงื่อนไขได้หรือไม่และจะเปลี่ยนแปลงวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

(ขมขนาด เชื้อสุวรรณทวิ, 2542) ได้สรุปกระบวนการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาโดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล โจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลอะไรบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา จะสมมติสัญลักษณ์อย่างไร จะต้องหาว่าข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร สิ่งที่ไม่รู้เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีแล้วอย่างไร หาวิธีการแก้ปัญหาโดยการนำกฎเกณฑ์ หลักการ ทฤษฎีต่างๆ ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ

ขั้นที่ 3 การคิดคำนวณหาคำตอบที่ถูกต้อง เป็นขั้นที่ต้องคำนวณแก้สมการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดของปัญหา โดยวิธีการตามแผนที่วางไว้ จะต้องรู้จักวิธีการคำนวณที่เหมาะสม ตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบด้วย

(ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล, 2542) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไข เชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้

(2) วางแผนแก้ปัญหา เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็น โดยการระบุปัญหาย่อย มีการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

(3) ดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกไว้

(4) ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจคำตอบที่ได้ว่า ถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

(อรพรรณ พรสีมา, 2543) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย ดังนี้

(1) ระบุปัญหา ปัญหาควรมีลักษณะชัดเจน น่าสนใจ มีความสำคัญ และเหมาะสม ต่อผู้แก้ปัญหา และควรเป็นคำถามที่ท้าทายความรู้ความสามารถ

(2) ระดมสมอง เป็นการทำงานเป็นกลุ่ม มีการกระตุ้นให้แต่ละคนหาวิธีหรือ แนวทางแก้ปัญหาที่อาจเป็นไปได้ โดยต้องยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

(3) เลือกแนวทางการแก้ปัญหา เป็นการร่วมกันพิจารณาข้อดี-ข้อจำกัดของ แนวคิดในข้อ 2 เพื่อเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

(4) ทดลองและนำไปใช้ เป็นการปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกมาทดลองปฏิบัติ และ บันทึกเกี่ยวกับกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ

(5) ประเมินผลการปฏิบัติงาน เป็นการร่วมกันสังเกตอภิปรายถึงแนวทางที่ปฏิบัติ ไป ประสพผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร ถ้าเหมาะสมดีแล้วจะทดลองวิธีการ อื่นหรือไม่ เพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการอื่น

จากขั้นตอนที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปตามขั้นตอน การแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบวิธีการและคำตอบ ซึ่งถ้าดำเนินการไปถึงขั้นใดแล้วไม่สามารถดำเนินการ ต่อไปได้ สามารถย้อนกลับไปขั้นที่ผ่านมาได้โดยไม่จำเป็นต้องเริ่มที่ขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอ

### 1.2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์

(Sarver, 2009) ได้ทำการวิจัยศึกษาความตระหนักในการคิด และการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เป็นกรณีศึกษา มีนักเรียนจำนวน 6 คน ในระดับเกรด 7 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นงานที่ยาก จุดประสงค์ของการศึกษาเพื่อสำรวจความหมายผ่านสิ่งที่นักเรียนแก้ปัญหา เป็นการ ตอบคำถามการวิจัย 2 คำถาม คือ 1) ทำอย่างไรที่จะให้นักเรียนระดับเกรด 7 ไม่มีปัญหาในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 2) อะไรที่เป็นกระบวนการ ตระหนักการคิดที่เป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในซานเมืองเล็ก K-8 ใน Northeastern New Jersey นักเรียนจำนวน 6 คน มาจากระดับเกรด 7 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ระบุว่ามีความสามารถสูง กลาง ต่ำ โดยยึด คະแนมมาตรฐาน ออกแบบงานวิจัยเชิงคุณภาพใช้การคิดโปรโตคอล ตรวจสอบการแก้ปัญหาและ พฤติกรรมตระหนักในการคิดในการที่จะให้ นักเรียนแก้ปัญหา 4 ปัญหา เอกสารที่ใช้อ่าน เข้าใจ วิเคราะห์ วางแผน สำรวจ นำไปใช้ และพิสูจน์ พฤติกรรมต่อมาที่ลงความเห็นว่าเป็นการปรับตัว



การจัดการ การปฏิบัติหรือการพิสูจน์ ความจริง ความตระหนักในการคิดควบคุมโดยการบันทึก การค้นพบเจตคติและความเชื่อที่เกิดขึ้น ผลลัพธ์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

(สุภาพร ปิ่นทอง, 2554) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิคKWDL พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีเจตคติต่อการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบทั้งสอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(วชิราภรณ์ ขำนิ, 2555) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการใช้แบบฝึกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(ปิยวรรณ ไกรนรา, 2556) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านกาลิซา อำเภอร่องแงะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาหนองบัวลำภู เขต 3 พบว่าชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.19/81.23 ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 40.17 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55

(จักรพันธ์ ชาญสมร, 2558) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 73.21/72.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(กิตติมา ปัทมาวิไล, 2557) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการ

สื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีชื่อว่า “RICH Model” ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงกระบวนการ และ องค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ โดยผลการทดสอบค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียน การสอนคณิตศาสตร์  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80.07/83.90 ตามเกณฑ์ 80/80 หลังการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนตาม รูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยสรุปได้ว่าความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนมี โดยใช้รูปแบบ เทคนิค และวิธีการสอนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

#### 1.2.4 ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

##### 1.2.4.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

(เมธี ลิ้มอักษร, 2521) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการคิดที่ ก่อให้เกิดข้อสรุป ซึ่งได้มาจากเหตุหรือข้อเสนอด่าง ๆ ซึ่งการสรุปนั้น เป็นผลผลิตติดตามมาจาก ข้อเสนอที่ให้

(ศุภกิจ เฉลิมวิสต์มกุล, 2528) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การอ้างหลักฐาน เพื่อยืนยันว่าข้อสรุปของเราเป็นจริง

(กนกวลี อุษณกรกุล, 2551) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการ อธิบายเพื่อให้เข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เข้าใจระบบขั้นตอนหรือรายละเอียดและความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นเหตุหรือข้ออ้าง และส่วนที่เป็นผลหรือข้อสรุป

(พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร, 2553) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการ สร้างความรู้ใหม่ที่ต้องอาศัยสมมติฐานบางอย่าง โดยสมมติฐานเหล่านี้้อาจได้มาจากการสังเกต ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติหรือประเพณีและวัฒนธรรมที่ปฏิบัติติดต่อกันมาเป็นที่ยอมรับของคน ทั่วไป

(สมัย เหล่าวานิชย์, 2554) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น เครื่องมือที่มนุษย์ใช้ สำหรับการแสวงหาความรู้ ใหม่ ๆ โดยการวิเคราะห์แจกแจงเหตุการณ์ หรือ สมมติฐานที่กำหนดขึ้นมา ทำให้ได้ ผลหรือข้อเท็จจริงใหม่ขึ้นมาได้

(สุเมธนา พรหมบุญ, 2540) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการประดิษฐ์ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์โดยการคิดอย่างเป็นระบบ ระเบียบ ต้องมีความชัดเจน และรัดกุม จะมีการแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ได้

(สมเดช บุญประจักษ์, 2540) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ หรือการหาความสัมพันธ์ โดยมีการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดนั้นประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ และระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล
2. การหาข้อสรุป
3. การแสดงข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปของแนวคิดอย่างสมเหตุสมผล

(กรมวิชาการ, 2545 ) ได้กำหนดผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังรายปี ในสาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.2 กำหนดให้ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในช่วงชั้นที่ 4 ไว้ ว่านำวิธีการให้ เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือ ข้อสรุปและช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

จากข้างต้นสรุปได้ว่าความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์

#### 1.2.4.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษา แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

(สมัย เหล่าวานิชย์, 2554) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการให้ เหตุผลโดยมีเหตุผลย่อยหลายๆ เหตุ เหตุย่อยแต่ละเหตุเป็นอิสระจากกัน มีความสำคัญเท่า ๆ กันและเหตุทั้งหลายเหล่านี้จะรวมกัน เพื่อนำไปสู่ผลสรุปเป็นกรณีทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการให้เหตุผลโดยมีเหตุใหญ่และเหตุย่อยลดหลั่นกันตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุใหญ่และเหตุย่อยจะทำให้เกิดผลสรุป

3. การให้เหตุผลแบบสัญชาตญาณ (Intuitive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลซึ่งเกิดจากจิตของแต่ละคน ยังไม่มีรูปแบบของการให้ เหตุผลที่แน่นอนอาจเกิดขึ้นมาทันทีทันใดในเวลาใดเวลาหนึ่ง บางคนเกิดขึ้นบ่อย บางคนนานๆ เกิดขึ้นครั้งหนึ่ง การเกิดขึ้นแต่ละครั้งบางทีก็อยู่นาน บางทีก็อยู่ไม่นาน ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้ความจริงต่าง ๆ ที่มีสะสมอยู่ในแต่ละบุคคล ความรู้ที่เกิดจาก

การให้เหตุผลแบบนี้เป็นความรู้ ที่คิดว่าน่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง ดังนั้นจึงต้องนำความรู้ เหล่านี้ไป พิสูจน์เพื่อค้นหาความจริงต่อไปอีกในกรณี ที่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ ว่าความรู้ดังกล่าวเป็นจริง แต่ก็ยัง ไม่มีใครค้นพบข้อขัดแย้งความรู้ดังกล่าวได้ ความรู้ ดังกล่าวจะถูกกำหนดให้ เป็นข้อตกลงหรือกติกา เพื่อเป็นหลักในการศึกษาหาความรู้ อย่างอื่นต่อไป ถ้าความรู้ดังกล่าวสามารถพิสูจน์ได้ ว่าจริง ความรู้ ดังกล่าวก็จะเปลี่ยนเป็นทฤษฎี ซึ่งสามารถนำไปใช้ อ้างอิงในการศึกษาต่อไป

(กนกวลี อุษณกรกุล, 2551) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากการ พิจารณาว่าสิ่งที่กำหนดให้สนับสนุนผลสรุปเท่านั้น เป็นการค้นหาความจริงจากการสังเกตการใช้ ประสบการณ์ ใช้เหตุการณ์เฉพาะซึ่งเกิดขึ้นซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง การทดลองหลายๆ ครั้ง แล้ว คาดคะเนผลสรุป บางครั้งเป็นการสรุปจากกรณีย่อยๆ แล้วนำมาสรุปเป็นความรู้ทั่วไป การให้เหตุผล แบบนี้อาจจะได้ ผลที่เป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่อ้างว่า สิ่งที่กำหนดให้ยืนยันผลสรุป โดยกำหนดให้ เหตุหรือข้อสมมุติเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงแล้วใช้ ความรู้พื้นฐานหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ยอมรับกันมาก่อนว่าเป็นจริง สรุปผลจากเหตุที่กำหนดให้

(พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร, 2553) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นวิธีการสรุปผลในการ ค้นหาความจริงจากการสังเกต การทดลองหลาย ๆ ครั้ง หรือจากเหตุการณ์ย่อยแล้วนำมาสรุปเป็น ความรู้ในรูปแบบทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นวิธีการสรุปผลในการ ค้นหาความจริงของเหตุการณ์ย่อยๆ โดยอ้างอิงเหตุผลจากเหตุใหญ่ หรือสมมติฐานทั่วไปที่เรายอมรับ ว่าเป็นความจริงในขณะนั้น

(ฉวีวรรณ เสวตมालย์, 2545) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยการใช้ ประสบการณ์ย่อยหลาย ๆ ตัวอย่าง หรือการคาดคะเนในการสรุปผล นั่นคือเหตุที่ตั้งขึ้นเป็นการเก็บ ข้อมูลในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นแล้วสรุปผล ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ อาจไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ เนื่องจาก ผลลัพธ์ที่ได้ อาจจะเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดย

กำหนดให้หรือยอมรับ เหตุเป็นจริง นั่นคือ เหตุที่ตั้งขึ้น บังคับให้เกิดผลลัพธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ซึ่งผลจะสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล จะต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น

(O'Daffer & Thornquist, 1993) แบ่งประเภทการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ เพื่อค้นหาแบบรูปทางคณิตศาสตร์ หรือรูปทั่วไป จากการวิเคราะห์สถานการณ์ และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ แล้วสรุปเป็นโมโนมติ หรือเกิดจากผลของหลายๆ ตัวอย่าง แล้วนำมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบที่ลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป จากหลักฐานสู่การพิสูจน์ข้อสรุป และตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด เป็นการให้เหตุผลที่เป็นตรรกะใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน ได้แก่ อนิยาม นิยาม สัจพจน์และทฤษฎีบท สรุปได้ว่าเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปหลักเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก เพื่อสรุปผลของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ หลักการที่เป็นจริงเสมอ

(สุมณฑา พรหมบุญ, 2540) ได้แบ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นวิธีให้เหตุผลโดยอาศัยการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงหรือหลัก ต่างๆ โดยการสังเกตหรือการทดลอง ทฤษฎีต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นวิธีการให้เหตุผลอย่างหนึ่ง โดยนำอนิยาม นิยาม สัจพจน์และอาศัย หลักทางตรรกศาสตร์มาสรุป เป็นกฎ หรือ ทฤษฎีบท ซึ่งทฤษฎีบทที่พิสูจน์มาแล้วสามารถนำไปใช้ อ้างอิงต่อไปได้

จากประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวไว้ จะเห็นว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและแบบนิรนัย พอสรุปได้ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยการอ้างอิงความรู้และข้อมูล หรือประสบการณ์เดิมหรือซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้ง แล้วนำไปสู่ข้อสรุป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผลในการสรุป โดยจะนำอนิยาม นิยาม สัจพจน์ และหลักการทางตรรกศาสตร์มาช่วยให้ได้สรุปผล

#### 1.2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

(กุลนิดา วรสารนันท์, 2552) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการอุปนัยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(วาสนา ภูมิ, 2555) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(พีชานิกา เพชรสังข์, 2556) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่าการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดในตัวผู้เรียน โดยใช้รูปแบบ และวิธีการจัดการเรียนรู้ในแบบต่างๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น

## 2. สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา

### 2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่าง ถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มี 6 สาระ ได้แก่ 1) จำนวนและการดำเนินการ 2) การวัด 3) เรขาคณิต 4) พีชคณิต 5) การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น 6) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในสาระที่ 6 ได้กำหนดตามมาตรฐาน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนไว้ในมาตรฐาน ค. 6.1 คือ มีความสามารถในการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การ เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จึงนำเสนอ ความสัมพันธ์ของความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านซึ่งจะอยู่ในสาระที่ 6 ทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของผู้เรียนในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เขียนและอ่านเศษส่วน จำนวนคละ และทศนิยมไม่เกิน สองตำแหน่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความหมาย การอ่าน และการเขียนเศษส่วนแท้ เศษเกิน จำนวนคละ และทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง</li> <li>• เศษส่วนที่เท่ากับจำนวนนับ</li> <li>• การเขียนจำนวนนับในรูปเศษส่วน</li> <li>• การเขียนเศษเกินในรูปจำนวนคละและการเขียนจำนวนคละในรูปเศษเกิน</li> <li>• เศษส่วนที่เท่ากัน</li> <li>• เศษส่วนอย่างต่ำ</li> </ul>
2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับ เศษส่วนและทศนิยมไม่เกินสอง ตำแหน่ง	<ul style="list-style-type: none"> <li>• หลัก ค่าประจำหลัก และค่าของเลขโดดในแต่ละหลักของจำนวนนับ และทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง</li> <li>• การเขียนทศนิยมในรูปกระจาย</li> <li>• การเปรียบเทียบและเรียงลำดับทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง</li> <li>• การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง</li> </ul>
3. เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและ ร้อยละ เขียนร้อยละในรูปเศษส่วน และทศนิยม และเขียนทศนิยมใน รูปเศษส่วนและร้อยละ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความหมาย การอ่าน และการเขียนร้อยละ การเขียนเศษส่วนที่ตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 และ 100 ในรูปทศนิยมและร้อยละ</li> <li>• การเขียนร้อยละในรูปเศษส่วนและทศนิยม</li> <li>• การเขียนทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งในรูปเศษส่วนและร้อยละ</li> </ul>

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. บวก ลบ คูณ ทหาร และบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบวก การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง</li> <li>• การคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ</li> <li>• การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน</li> <li>• การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ</li> <li>• การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน</li> <li>• การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน</li> <li>• การบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน</li> </ul>
2. บวก ลบ คูณ และบวก ลบ คูณระคนของทศนิยมที่คำตอบเป็นทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบวกและการลบทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่ง</li> <li>• การคูณทศนิยมไม่เกินสองตำแหน่งกับจำนวนนับ</li> <li>• การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง</li> <li>• การบวก ลบ คูณระคนของทศนิยม</li> </ul>
3. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมและร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนนับได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ ทหารระคนของจำนวนนับ</li> <li>• โจทย์ปัญหาที่ใช้บัญญัติไตรยางค์</li> <li>• การสร้างโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร และการบวก ลบ คูณ ทหารระคนของจำนวนนับ</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ ทศนิยม และ</li> <li>• การสร้างโจทย์ปัญหา</li> <li>• โจทย์ปัญหาร้อยละในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงโจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการหาค่าไร ขาดทุน การลดราคาและการหาราคาขาย</li> </ul>

<b>มาตรฐาน ค 1.3</b> ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. บอกค่าประมาณใกล้เคียงจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย และเต็มพันของจำนวนนับ และนำไปใช้ได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ค่าประมาณใกล้เคียงเป็นจำนวนเต็มสิบ เต็มร้อย เต็มพัน</li> </ul>
<b>สาระที่ 2 การวัด</b>	
<b>มาตรฐาน ค 2.1</b> เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ปริมาตร หรือความจุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดปริมาตรหรือความจุ (ลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร)</li> </ul>
2. หาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม</li> <li>• ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม</li> </ul>
3. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>• การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม</li> </ul>
4. วัดขนาดของมุม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การวัดขนาดของมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์</li> <li>• การหาขนาดของมุมกลับ</li> </ul>
5. หาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การหาปริมาตรเป็นลูกบาศก์หน่วย ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตร</li> <li>• การหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตร</li> </ul>
<b>มาตรฐาน ค 2.2</b> แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาว	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ</li> </ul>
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
รอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม	รูปสามเหลี่ยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม



<b>สาระที่ 3 เรขาคณิต</b>	
<b>มาตรฐาน ค 3.1</b> อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. บอกลักษณะและจำแนกรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด</li> </ul>
2. บอกลักษณะ ความสัมพันธ์และจำแนกรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมขนมเปี้ยกปูน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมรูปลาว</li> </ul>
3. บอกลักษณะ ส่วนประกอบ ความสัมพันธ์ และจำแนกรูปสามเหลี่ยมชนิดต่างๆ	<ul style="list-style-type: none"> <li>รูปสามเหลี่ยมแบ่งตามลักษณะของด้าน</li> <li>รูปสามเหลี่ยมแบ่งตามลักษณะของมุม</li> <li>ส่วนประกอบของรูปสามเหลี่ยม</li> <li>มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม</li> </ul>
<b>มาตรฐาน ค 3.2</b> ใช้การนิกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. สร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ชนิดของมุม</li> <li>การสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์</li> </ul>
2. สร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสามเหลี่ยม และรูปวงกลม	<ul style="list-style-type: none"> <li>การสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>การสร้างรูปสามเหลี่ยม</li> <li>การสร้างรูปวงกลม</li> </ul>
3. สร้างเส้นขนานโดยใช้ไม้ฉาก	<ul style="list-style-type: none"> <li>การสร้างเส้นขนานผ่านจุดที่กำหนดให้โดยใช้ไม้ฉาก</li> </ul>
<b>สาระที่ 4 พีชคณิต</b>	
<b>มาตรฐาน ค 4.1</b> เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. บอกจำนวนและความสัมพันธ์ในแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> <li>แบบรูปของจำนวน</li> </ul>
<b>สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น</b>	
<b>มาตรฐาน ค 5.1</b> เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล	

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน 2. อ่านข้อมูลจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจำแนกข้อมูล การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน</li> <li>• การอ่านแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ</li> </ul>
<b>มาตรฐาน ค 5.2</b> ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. บอกได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้นั้น <ul style="list-style-type: none"> <li>- เกิดขึ้นอย่างแน่นอน</li> <li>- อาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้</li> <li>- ไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การคาดคะเนเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆ</li> </ul>
<b>สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</b>	
<b>มาตรฐาน ค 6.1</b> มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม 3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม 5. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ใน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทุกสาระ</li> </ul>

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
คณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

## 2.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหาตามเรื่องต่อไปนี้(สถาบันส่งเสริมการ  
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

2.2.1 จำนวนนับ การบวก การลบ การคูณและการหาร

2.2.2 มุม

2.2.3 เส้นขนาน

2.2.4 สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

2.2.5 เศษส่วน

2.2.6 การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหา ดังนี้

(1) มุม

(2) สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

(3) การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

เนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการ  
หารเศษส่วนจะมีเนื้อหาของแต่ละสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ สาระที่ 1: จำนวนและการ  
ดำเนินการ สาระที่ 2: การวัด สาระที่ 3: เรขาคณิต สาระที่ 5: การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น  
และส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้านตามสาระที่ 6: ทักษะและกระบวนการทาง  
คณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** เนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการ  
หารเศษส่วนใน 6 สาระ

<b>สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ</b> <b>มาตรฐาน ค 1.2</b> เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หารคนของเศษส่วน พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การบวก การลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง</li> <li>• การคูณเศษส่วนกับจำนวนนับ</li> <li>• การคูณเศษส่วนกับเศษส่วน</li> <li>• การหารเศษส่วนด้วยจำนวนนับ</li> <li>• การหารจำนวนนับด้วยเศษส่วน</li> <li>• การหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน</li> <li>• การบวก ลบ คูณ หารคนของเศษส่วน</li> </ul>
2. วิเคราะห์และแสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหา ระคนของจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมและร้อยละ พร้อมทั้ง ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของ คำตอบ และสร้างโจทย์ปัญหา เกี่ยวกับจำนวนนับได้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร เศษส่วน</li> <li>• โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารคนของเศษส่วน</li> </ul>
<b>สาระที่ 2 การวัด</b> <b>มาตรฐาน ค 2.1</b> เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
4. วัดขนาดของมุม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การวัดขนาดของมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์</li> <li>• การหาขนาดของมุมกลับ</li> </ul>
<b>สาระที่ 3 เรขาคณิต</b> <b>มาตรฐาน ค 3.2</b> ใช้การนิยาม (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา	
ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. สร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ชนิดของมุม</li> <li>• การสร้างมุมโดยใช้โพรแทรกเตอร์</li> </ul>

<b>สาระที่ 4 พีชคณิต</b>	
<b>มาตรฐาน ค 4.1</b> เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. บอกจำนวนและความสัมพันธ์ในแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แบบรูปของจำนวน</li> </ul>
<b>สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น</b>	
<b>มาตรฐาน ค 5.1</b> เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจำแนกข้อมูล</li> <li>• การเขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่นระยะของเส้นแสดงจำนวน</li> </ul>
2. อ่านข้อมูลจากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การอ่านแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ</li> </ul>
<b>มาตรฐาน ค 5.2</b> ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล	
1. บอกได้ว่าเหตุการณ์ที่กำหนดให้ นั้น <ul style="list-style-type: none"> <li>- เกิดขึ้นอย่างแน่นอน</li> <li>- อาจเกิดขึ้นหรือไม่ก็ได้</li> <li>- ไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การคาดคะเนเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆ</li> </ul>
<b>สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์</b>	
<b>มาตรฐาน ค 6.1</b> มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
<b>ตัวชี้วัด</b>	<b>สาระการเรียนรู้แกนกลาง</b>
1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา 2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ทุกสาระ</li> </ul>



ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม 4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม 5. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

ตารางที่ 4 เนื้อหาเรื่องมุม สติติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนครอบคลุมทั้ง 6 สาระ

เรื่อง	สาระที่1 จำนวนและการดำเนินการ	สาระที่2 การวัด	สาระที่3 เรขาคณิต	สาระที่4 พหุนาม	สาระที่5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
มุม		✓	✓			✓
สติติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น				✓	✓	✓
การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน	✓					✓

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าผู้วิจัยเลือกเนื้อหาทั้ง 3 เรื่องนี้มาทำวิจัย เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องมุม สติติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนมีความครอบคลุมทั้ง 6 สาระ จึงเป็นตัวอย่งที่ดีและมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

### 3. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ และทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 แนวคิดเกี่ยวกับ Constructivism

##### 3.1.1 แนวคิด Constructivism

ตั้งแต่สมัยของ Socrates, Plato และ Aristotle (470 – 320 B.C.) ซึ่งกล่าวถึงการสร้างความรู้ ต่อมาในช่วงศตวรรษที่ 17 – 18 John Locke กล่าวว่า ความรู้ของบุคคลมาจากประสบการณ์ที่เขาสร้างขึ้น และ Kant อธิบายว่า การวิเคราะห์การกระทำและเป้าหมายจะนำไปสู่ความก้าวหน้าของความรู้และมุมมองจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลจะทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ (J.G. Brooks & Brooks, 1993) นอกจากนี้ Henrich Pestalozzi ค.ศ.1746 – 1827 นักปรัชญาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ยืนยันว่ากระบวนการทางการศึกษาควรอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาการทางธรรมชาติของเด็ก เด็กเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัส (Senses) ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยการบอกเล่า (Ornstein & Hunkins, 1993)

ปรัชญาสรรสร้างความรู้ (Constructivism) คือกลุ่มของนักปรัชญาที่มีแนวความคิดร่วมกันในการอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นเทคนิคการเรียนรู้ ในปี 1991 ประธานของสมาคมวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NARST) ได้เน้นการวิจัย การพัฒนาหลักสูตรและการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดปรัชญาสรรสร้างความรู้ จุดเน้นของปรัชญาสรรสร้างความรู้ จะศึกษาธรรมชาติความรู้ของมนุษย์ และจะเน้นในเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป เกี่ยวกับจุดกำเนิด การถ่ายทอดทางกลศาสตร์และการทำนายทางวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์และปรัชญา สามารถที่จะให้เราเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาได้

(Driver, 1986) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรสร้างความรู้ ว่าการเรียนรู้คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของการเรียนรู้ด้วย ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง เกี่ยวกับความตั้งใจในการทำงาน นอกจากนี้ Driver ยังได้เสนอว่าผู้สอน ไม่ควรตระหนักในมโนทัศน์ (Concept) และกลวิธีที่ผู้เรียนนำมาจากภายนอกโรงเรียนเท่านั้น แต่ผู้สอนจะต้องจัดการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ อย่างเพียงพอ โดยอาศัยแนวคิดและกลวิธีเดิมของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น

(Vygotsky, 1997) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางการเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือ วัฒนธรรมแต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทาง

ภาษาและทางความคิดของเด็ก ซึ่งการพัฒนาจะเริ่มด้วยพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน

(Carin, 1992) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเขาอธิบายว่า พัฒนาการทางเซาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาเซาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematical Experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social Transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น

(Underhill, 1991) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ ว่าความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

### 3.1.2 การนำทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist Theory) มาใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

(1) นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอนำทฤษฎีสร้างสรรค์สร้างความรู้มาใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1.1) ผลการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น ดังนั้นเป้าหมายของการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ตนเอง (Jonassen, 1992; ทิศนา แคมมณี, 2547)

(1.2) เป้าหมายการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่างๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นตอนทำให้ได้และแก้ปัญหาจริงได้

(1.3) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเองโดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของ หรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงหรือครูอาจจะสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นนั้น และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้นดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่ายจากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงพอเท่านั้น

(1.4) การจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศจริยธรรมทางสังคมให้เกิดขึ้น (สุระ วุฒิพรหม, 2547) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือบุคคลอื่นๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างขึ้น และหลากหลายขึ้น(Grady, 2008)

(1.5) ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (Devrics & Zan) โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ลงมือปฏิบัติ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการเรียนรู้ร่วมกัน

(1.6) ครูจะต้องมีบทบาทให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน ให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (ทิศนา แชนมณี, 2547)

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมเอง การเรียนรู้เกิดจากโครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้จะเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ฉะนั้นครูจึงเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด

## (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

นักจิตวิทยากลุ่ม Cognitive Psychology ปรัชญาและมานุษยวิทยา ได้กล่าวถึงทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้โดยให้ความหมายของคำว่า ความรู้ คือ สื่อกลางในการพัฒนาทางด้านสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้นการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

(J. G. Brooks, 1990) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ดังต่อไปนี้

1. ส่งเสริมและยอมรับนักเรียนในการมีอิสระ การเป็นสมาชิกในกลุ่มและเป็นผู้นำ
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดกระทำกับสื่อรูปธรรม
3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของบทเรียนควรยืดหยุ่นตามแนวคิดและปฏิกิริยาตอบสนองของผู้เรียน
4. สอบถามถึงความเข้าใจโน้มน้ามนักเรียนก่อนโน้มน้ามนักเรียน
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้กล้าแสดงออกในการพูดและคิดกับครูและเพื่อนๆ
6. กระตุ้นให้นักเรียนค้นหา คิดค้น และตอบสนองด้วยตัวนักเรียนเอง
7. ส่งเสริมให้นักเรียนให้สำรวจ ค้นหาคำตอบจากคำถามของครู และฝึกให้นักเรียนได้ใช้คำถามในการหาคำตอบอีกด้วย
8. หลังใช้คำถามควรหยุดและรอเวลาให้นักเรียนได้คิด
9. มีเวลาให้นักเรียนได้ค้นพบความสัมพันธ์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
10. การออกแบบหลักสูตรเนื้อหาควรจะเป็นการเน้นและฝึกพื้นฐานการพัฒนาโน้มน้ามนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ปัญหา

(สุนทร สุนันชัย, 2540) ได้เสนอการนำแนวคิดทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ต้องจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ลดความกดดันและส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่ม
2. จัดบริบทการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนความเป็นอิสระของผู้เรียน ในขณะเดียวกันครูก็ต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดี เพื่อพัฒนาเด็กซึ่งอยู่ในระหว่างการแยกจากการพึ่งพาผู้อื่นมาเป็นผู้พึ่งพาตนเองให้สามารถก้าวไปข้างหน้าได้ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในข้อนี้ยังหมายถึงเพื่อนๆ ของเด็กซึ่งจากการทำงานด้วยกันด้วยดี ความเกื้อกูลสนับสนุนซึ่งกันและกันย่อมเป็นปัจจัย สนับสนุนให้เด็กได้พัฒนาการเรียนรู้ได้ดีด้วย



3. เด็กมีโอกาที่จะใช้ความรู้ที่เรียนในบริบทที่เหมาะสม เพื่อให้เด็กได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรารู้กับโลกที่เป็นจริงภายนอก

4. ออกแบบการเรียนรู้ที่มีลักษณะสมจริง บริบทการเรียนการสอนที่มีความสมจริง คือ บริบทที่มีการใช้พลังสติปัญญาที่มีลักษณะเดียวกันกับพลังสติปัญญาที่นักเรียนต้องนำไปใช้ในอนาคต การเรียนรู้มีการเสนอความคิดต่างออกมาจำนวนมากในการอภิปรายกันจะก่อให้เกิดความ “ขัดข้อง” ที่นำไปสู่หรือความคิดที่เกิดภายในตัวของคน นักปราชญ์กลุ่มนี้บอกไว้ชัดเจนว่ามีอยู่ที่บุคคลในกิจกรรมของกลุ่ม เขาเชื่อว่า กระบวนการทางพุทธิปัญญานั้นเป็นกระบวนการย่อยภายในการเรียนรู้และการพัฒนา

5. ครูอาจจะเสนอแนะให้นักเรียนได้ข้อมูลดิบหรือข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ แทนที่จะมอบหมายให้อ่านแนวคิดที่คนอื่นเขียนขึ้นไว้

6. กำหนดกิจกรรมและบริบทของการเรียนรู้ให้มีความละเอียดอ่อนในลักษณะเดียวกับที่ผู้เรียนจะออกไปใช้ในชีวิต

7. กำหนดบริบทของการเรียนการสอน ซึ่งจะกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิด

8. ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสวิเคราะห์เนื้อหาและกระบวนการเรียนรู้

(Steedman, 1991) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีสตรัคสร้างความรู้ให้ความสำคัญกับการอภิปรายซึ่งมักอยู่ในแบบของการแก้ปัญหาร่วมกัน

ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ที่จะสนทนากับผู้อื่นและกับตนเองในกระบวนการของกิจกรรมการสร้างความรู้ร่วมกัน การร่วมมือกันทำงานและการใช้คำถามที่มุ่งวิเคราะห์วิธีการซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาด้านการดำเนินการได้ในระดับที่เหนือกว่าระดับปกติของนักเรียน นอกจากนี้การให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดออกมาถึงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและกลวิธีแก้ปัญหาทำให้ผู้สอนแน่ใจว่านักเรียนกำลังตรวจสอบโครงสร้างทางปัญญาของตนเองอยู่

(Bell, 1981) กล่าวถึง ลักษณะการเรียนแบบองค์ความรู้ไว้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นเจ้าของความคิดมากกว่าเป็นผู้รับสารหรือรับข้อมูล

2. การสื่อสารของครูจะเป็นลักษณะกระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยจะไม่บอกหรือตอบคำถามนักเรียนตรงๆ นักเรียนต้องเรียนรู้วิธีการแปลความหมายสิ่งที่ครูพูด เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามที่นักเรียนต้องการ

3. นักเรียนเรียนรู้ด้วยการเข้าใจ

4. สิ่งที่นักเรียนเข้าใจเป็นสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งไม่ใช่การลอกเลียนแบบแนวความคิดของครู

5. บทบาทของครูคือผู้ชี้แนะไม่ใช่ชี้นำ

(Confrey, 1991) กล่าวถึง การสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎี  
 สรรค์สร้างความรู้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งเร้าสร้างสรรคมนุษย์ มนุษย์สร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์  
 จากกิจกรรมได้ตรง การสนทนาและการแลกเปลี่ยนข้ามสาขา วัฒนธรรม ยุคสมัยและการ  
 ประยุกต์ใช้การจัดของระเบียบประสบการณ์และการแก้ปัญหา

2. ในการตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทฤษฎี  
 สรรค์สร้างความรู้มุ่งตรวจสอบการใช้จินตนาการทางภาษา คำจำกัดความ ตัวอย่างหรืออุปมาอุปมัย  
 ฯลฯ ของนักเรียนเพื่อสืบค้นว่านักเรียนเข้าใจถึงมโนทัศน์ด้วยวิธีการใด โดยคาดหวังในความ  
 หลากหลายและการให้เหตุผลที่แปลก ซึ่งอาจให้ตัวครุ่นพบกลวิธีที่ง่าย ๆ ในการเข้าถึงมโนทัศน์ที่  
 ยาก ๆ ได้

3. ปัญหาสำคัญในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปัญหา คือ ความรู้สึก  
 ขัดแย้ง ความรู้สึกว่ามีอุปสรรคต่อการบรรลุจุดหมาย จะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการกระทำและการ  
 ได้ตรงเกี่ยวกับผลของกระทำนั้น

4. กระบวนการแก้ปัญหาในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้าง  
 ความรู้เป็นกระบวนการเชิงความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงบุคคล ครูผู้สอน  
 ต้องจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้มีการซักถาม ชี้แจง แสดงเหตุผลระหว่าง  
 นักเรียนกับเพื่อนและกับครู นิยาม มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้อง และวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมจะค่อยๆ  
 เกิดขึ้นในระหว่างนักเรียนกับเพื่อนและกับครู

5. คำตอบของนักเรียนซึ่งคลาดเคลื่อนไปจากคำตอบที่ครูคาดหวัง อาจเป็นสิ่งที่  
 มีเหตุผลและถูกต้องในฐานะที่เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง หรืออาจจะนำไปใช้อย่างได้ผลในขอบข่ายที่  
 จำกัดครูต้องให้ออกาสนักเรียนได้ชี้แจงและครูต้องระลึกอยู่เสมอว่า คำตอบที่คลาดเคลื่อนของ  
 นักเรียนเป็นสิ่งที่มีความค่าสำหรับครู ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและพิจารณา  
 ปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม

(สุเทพ อ่วมเจริญ, 2555) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎี  
 การเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานหลักการหรือการอ้างอิงหลักฐานเพื่อให้ได้ข้อสรุป โดยที่โครงสร้างและ  
 มุมมองเป็นผลมาจากประสบการณ์และระเบียบแบบแผนทางความคิดของผู้เรียนแต่ละคน การเรียนรู้  
 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง มุ่งเตรียมผู้เรียนให้สามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่  
 คลุมเครือโดยให้ความสนใจศึกษากระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง เมื่อเกิดปัญหาหรือ  
 ความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นบุคคลจะใช้โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ที่มีอยู่เดิมทำ  
 ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือเพื่อนๆ ที่อยู่รอบข้าง ความขัดแย้งทางปัญญาจะเป็นแรงจูงใจให้เกิด

การไตร่ตรอง (Reflection) อันเป็นกิจกรรมของการตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนสมมติฐานทางความคิดด้วยเหตุและผล ซึ่งนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาต่อไป

(ทศนา แชมมณี, 2552) กล่าวว่า การให้ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดการสร้างความรู้ จึงเป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้ชัดเจนโดยการให้ผู้เรียนได้คิด ได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการที่สำคัญดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิม
2. ให้ผู้เรียนได้รับ/แสวงหา/รวบรวม/ข้อมูลและประสบการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง
3. ให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด วิเคราะห์ และสร้างความหมายข้อมูล/ประสบการณ์ด้วยตนเองโดยใช้ทักษะกระบวนการต่าง ๆ
4. ให้ผู้เรียนได้สรุปและจัดระเบียบความรู้/ข้อมูล หรือจัดโครงสร้างความรู้ด้วยตนเอง
5. ให้ผู้เรียนได้แสดงออกในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ อย่างหลากหลาย

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัวจากความผิดพลาดนั้นๆ ผู้เรียนไม่ควรได้รับการสอนให้จดจำเนื้อหาต่างๆ เท่านั้น แต่ควรจะได้รับการเสนอให้รู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือการนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่คลุมเครือโดยให้ความสนใจศึกษากระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง และการปรับกระบวนการรู้คิด พยายามค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจอย่างกระจ่างแจ้งจนเกิดเป็นองค์ความรู้หรือมีโนทัศน์ที่มีความหมายต่อตนเอง โดยผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีที่ต่างกัน เน้นแก้ปัญหาที่มีความหมายจริงๆ และเป็นปัญหาในชีวิตจริง มีรูปแบบที่เป็นรูปธรรม จัดเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน สร้างความรู้ร่วมกัน ร่วมมือกันทำงานและใช้คำถามกระตุ้นการค้นหา จึงเหมาะสมกับการทำวิจัยเพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

### 3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์และความสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครู นักจิตวิทยาได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้และพัฒนาการของมนุษย์เพื่อคิดค้นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหาทางการศึกษาและทำความเข้าใจและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ โดยเฉพาะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่มี

ปัญหาการเรียนการสอนมากวิชาหนึ่ง มีดังนี้

### 3.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piaget) (ทีศนา แชมมณี, 2545) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านความคิดของเด็กว่ามีขั้นตอนหรือกระบวนการอย่างไร เขาอธิบายว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา เขาเชื่อว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์พัฒนาขึ้นเป็นลำดับ 4 ขั้น โดยแต่ละขั้นแตกต่างกันตามกันในกลุ่มคน และอายุที่กลุ่มคนเข้าสู่แต่ละขั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ลำดับขั้นทั้งสี่ของเพียเจต์มีสาระสรุปได้ดังนี้

(1) ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0 – 2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นกับการรับรู้และการกระทำ เด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางและยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

(2) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่มยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนรู้และใช้สัญลักษณ์ได้ การใช้ภาษาแบ่งเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2 – 4 ปี และขั้นการคิดด้วยความเข้าใจของตนเอง เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 4 – 7 ปี

(3) ขั้นการคิดแบบรูปธรรม เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 7 – 11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจและสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

(4) ขั้นการคิดแบบนามธรรม เป็นขั้นการพัฒนาในช่วงอายุ 11 – 15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถคิดตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

การนำทฤษฎีของเพียเจต์ไปใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาศัยแนวคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ ครูคณิตศาสตร์จำเป็นต้องคำนึงถึงความพร้อมทางสมองของเด็ก เช่น ในระดับประถมศึกษา เด็กเริ่มเข้าเรียน ป.1 เมื่ออายุ 6 ขวบ ซึ่งอยู่ในวัยขั้นที่ 2 ในการสอนคณิตศาสตร์ เด็กเพิ่งเริ่มเข้าใจสัญลักษณ์ เริ่มเรียนรู้ภาษา จึงมีบางคนที่ไม่เข้าใจจำนวนแต่สามารถออกเสียงหนึ่งถึงหนึ่งร้อยได้ แต่เมื่อสั่งให้หยิบของมาตามจำนวนที่กำหนด เด็กบางคนจะหยิบไม่ได้ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติ นอกจากนี้การเปรียบเทียบจำนวนมากน้อย หนักเบา ยาวสั้น ไม่สามารถจะสอนได้เข้าใจในขั้นนี้ ครูบางคนจะสอนบวกโดยวิธีให้บวกจำนวนหนึ่งไว้ในใจแล้วนับต่อไปเท่าจำนวนที่นำมาบวก พบว่านักเรียนมักจะลืมนับตัวเองบวกด้วยจำนวนอะไรไว้ ปัญหานี้ครูจะต้องรอเพราะเด็กในวัยนี้ไม่สามารถจะคิดในใจได้ ต้องใช้รูปธรรม หรือแม้กระทั่งคิดย้อนกลับ เช่น  $4 + 5 = \square$  หรือ  $4 + \square = 9$  เด็กบางคนจะทำได้เช่นกัน นอกจากนี้ในการสอนโจทย์ปัญหาที่ต้องมีการคิดซับซ้อนหลายขั้นตอน ในขั้นนี้เนื่องจากเป็นขั้นที่เริ่มเรียนรู้ภาษา การให้เด็กเขียนแสดงวิธีทำโจทย์ที่เป็นข้อความจะไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรสำหรับในชั้น ป.2 ซึ่งเพิ่งจะเริ่มเข้าสู่วัยขั้นที่ 3 ครูจะพบปัญหาเช่นเดียวกับชั้น ป.1

เพราะเป็นช่วงรอยต่อบางคนอาจมีความสามารถไปสู่อีกขั้นแล้วแต่บางคนยังอยู่ในวัยเดิมสำหรับในช่วงชั้น ป.3 – 6 ในช่วงนี้เด็กไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผลตรรกะ การให้เหตุผลจะอิงรูปธรรม การสอนคณิตศาสตร์ในขั้นนี้จึงต้องมีสื่อการสอนประกอบให้นักเรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด นอกจากนี้การใช้ภาษาคณิตศาสตร์จะยังไม่ดี จึงทำให้เด็กหลายคนไม่สามารถจะแก้โจทย์ปัญหาได้ ไม่สามารถจะแสดงวิธีคิดของตนออกมาเป็นภาษาเขียนได้ นักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยวิธีลองผิดลองถูกอย่างไม่มีระบบ อาจกลับมาลองแล้วลองอีก บางคนให้นิยามได้แต่ไม่รู้จัก เช่น รู้จักรูปสามเหลี่ยมแต่ถ้าถามว่ารูปสามเหลี่ยมคืออะไร บางคนตอบไม่ได้

### 3.2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กาเย (Gagne) นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศส ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับทดลองและประยุกต์ทฤษฎีเรียนรู้ โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ จัดทำโครงการทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการพัฒนาการหลักสูตร

กาเย ได้แบ่งจุดประสงค์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ จุดประสงค์ทางตรงและจุดประสงค์ทางอ้อม จุดประสงค์ทางตรง ได้แก่ การเรียนรู้ข้อเท็จจริง (Facts) ทักษะ (Skills) ความคิดรวบยอด (Concepts) หลักการ (Principles) จุดประสงค์ทางอ้อม ได้แก่ การถ่ายโยงการเรียนรู้ ความสามารถในการซักถาม ความสามารถในการแก้ปัญหา วินัยในตนเอง และ ความซาบซึ้งในโครงสร้างของคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

(1) ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ข้อตกลงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น 2 เป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนสอง + เป็นสัญลักษณ์แทนการบวก sine เป็นสัญลักษณ์แทนฟังก์ชันตรีโกณมิติ อันหนึ่ง การเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงใช้วิธีเรียนรู้แบบท่องจำ ฝึกซ้ำๆ ทดสอบ เล่นเกมและจัดแข่งขันสถานการณ์ต่างๆ

(2) ทักษะทางคณิตศาสตร์ คือ การกระทำหรือขบวนการซึ่งต้องการความเร็วและความถูกต้อง เช่น การหารยาว การบวกเศษส่วน การคูณทศนิยม การสร้างมุมฉาก การแบ่งครึ่งมุม การหายูเนียน อินเตอร์เซกชันของเซต เป็นต้น การเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะจะอาศัยวิธีสาธิต การฝึกและการทำซ้ำๆ จากบัตรงาน การฝึกทำบนกระดานดำ กิจกรรมกลุ่มและการเล่นเกม เราจะทราบว่านักเรียนมีทักษะ เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทักษะได้อย่างถูกต้องและประยุกต์ใช้ทักษะกับสถานการณ์ต่างๆ

(3) ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ เป็นความคิดทางนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น คำว่า เซต สับเซต การเท่ากัน การไม่เท่ากัน รูปสามเหลี่ยม ลูกบาศก์ รัศมีและเลขยกกำลัง เป็นความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์ คนที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอดของรูปสามเหลี่ยม การเรียนรู้ความคิดรวบยอดจะใช้วิธีให้บทนิยามหรือวิธีสังเกตโดยตรง เช่น ฟังก์ชัน จับต้อง อภิปราย หรือคิดจากสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง และดูสิ่งที่



มีคุณสมบัติตรงกันข้าม นักเรียนระดับประถมศึกษาที่อยู่ในขั้นคิดเป็นรูปธรรม โดยทั่วไปจำเป็นต้องดูด้วยตา จับต้องด้วยมือจึงจะเกิดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนที่อยู่ในขั้นสูงกว่าอาจจะเรียนรู้โน้ตสนโดยวิธีอภิปรายตรรกะของคนที่เรียนรู้ความคิดรวบยอดแล้วจะมีความสามารถจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างจากสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดได้

(4) หลักการ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนที่สุดในคณิตศาสตร์ หลักการเป็นลำดับของความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กันหลายๆ ความคิดรวบยอด ตัวอย่างหลักการ ได้แก่ “รูปสามเหลี่ยม 2 รูปเท่ากันทุกประการก็ต่อเมื่อมีด้านเท่ากัน 2 ด้าน และมีมุมในระหว่างด้านเท่าเท่ากัน” “พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จะเท่ากับผลบวก พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสบนด้านอีกสองด้าน” การที่จะเข้าใจหลักการดังกล่าว ผู้เรียนต้องเข้าใจหลายความคิดรวบยอด เช่น รูปสามเหลี่ยม มุม ด้านของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมเท่ากันทุกประการ การเรียนรู้หลักการจะอาศัยกระบวนการถามตอบแบบสืบสวน สอบสวน อาศัยบทเรียนแนะแนวทางเพื่อการค้นพบ การอภิปรายกลุ่ม การใช้ทวิวิธีแก้ปัญหา และการสาธิต นักเรียนที่เรียนรู้หลักการจะต้องสามารถพิสูจน์ความคิดรวบยอดในหลักการ สามารถจัดความคิดรวบยอดสัมพันธ์กันอย่างถูกต้อง และสามารถประยุกต์หลักการในสถานการณ์ต่างๆ

### 3.2.2.1 ลำดับการเรียนรู้ของกาเย

กาเย ได้แบ่งประเภทของการเรียนรู้ออกเป็น 8 ระดับ โดยความรู้ระดับที่สูงกว่าจะต้องอาศัยความรู้ในระดับที่ต่ำกว่า ในการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงเนื้อหาและความคิดรวบยอดให้เป็นไปตามลำดับขั้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนสิ่งที่ยาก

(1) การเรียนรู้สัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ตอบสนองอย่างไม่ตั้งใจตอบสนอง โดยออกมาทางรูปอารมณ์มีทั้งทางบวกและทางลบ หรือการตอบสนองในรูปกลไกของร่างกาย เช่น สุนัขน้ำลายไหลเป็นการตอบสนองโดยกลไกง่ายๆ ที่ทดลองโดยพาฟลอฟตัวอย่างในชั้นเรียน ได้แก่ บรรยากาศเคร่งเครียด พฤติกรรมการดุของครู พฤติกรรมการไม่ยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนจะทำให้นักเรียนเกลียดและเบื่อก่อนที่จะตอบสนอง เฉื่อยชาไม่รู้ตัว

(2) การเรียนรู้สิ่งเร้าและการตอบสนอง (Stimulus-Response Learning) เป็นการเรียนรู้ซึ่งเนื่องมาจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยที่ผู้เรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมได้เป็นอย่างดีตั้งใจ รู้ตัว การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนได้มาจากการได้รับการเสริมแรงและมีโอกาสกระทำซ้ำๆ

(3) การเชื่อมโยง (Chaining) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองติดต่อกันเป็นลูกโซ่ กิจกรรมทางคณิตศาสตร์หลายอย่างที่อาศัยเครื่องมือ เช่น ไม้บรรทัด วงเวียน แบบจำลองทางเรขาคณิต กิจกรรมการใช้เครื่องมือเหล่านี้ต้องทำเป็นลูกโซ่ การเรียนรู้วิธีแบ่งครึ่งมุมด้วยวงเวียนและเส้นตรงต้องการทักษะที่เป็นลำดับขั้นตอน

(4) การเชื่อมโยงภาษา (Verbal Association) เป็นการเชื่อมโยงสัญลักษณ์หรือคำพูด เช่น คำว่าฟังก์ชันจะเกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์หรือคำพูด บางคนอาจจะนึกถึง “ $y$  กำหนดโดย  $x$ ” หรือ “ $y = f(x)$ ” หรือบางคนอาจนึกถึงแผนผังการเชื่อมโยง สมาชิกของสองเซต การสอนการเชื่อมโยงภาษาอาจสอนได้โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงข้อเท็จจริง บทนิยามมโนทัศน์และหลักการให้ชัดเจนและถูกต้อง

(5) การเรียนรู้การจำแนก (Discriminant Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งต่างๆ ที่เป็นสิ่งของประเภทเดียวกัน นอกจากนี้ นักเรียนมักจะสับสนเรื่องที่เรียนใหม่ที่คล้ายกับเรื่องที่เรียนแล้ว บางคนมีเทคนิคแตกต่างกัน ครูมีหน้าที่ช่วยให้ผู้เรียนไม่สับสน อาจจะมีการแนะนำเทคนิคการจำ จำแนกความแตกต่าง อาจมีการทวนซ้ำๆ อาจมีการแลกเปลี่ยนเทคนิคการจำแนกความแตกต่างในหมู่นักเรียนกันเอง

(6) การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning) เป็นความสามารถที่ผู้เรียนมองเห็นความเหมือนทำให้ผู้เรียนตอบสนองสิ่งของหรือเหตุการณ์ในลักษณะเป็นกลุ่ม เช่น ถ้านักเรียนสามารถตอบได้ว่า อะไรบ้างเป็นรูปร่างกลมในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม แสดงว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปร่างกลม กาย เสนอวิธีการสอนนักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) แสดงตัวอย่างที่หลากหลายของความคิดรวบยอด เพื่อหาข้อสรุป
- 2) แสดงตัวอย่างที่แตกต่างแต่สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดเพื่อให้นักเรียนได้แยกแยะความแตกต่าง
- 3) แสดงสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดแตกต่างชัดเจนยิ่งขึ้นแล้วสรุปในรูปทั่วไป
- 4) หลีกเลี่ยงการแสดงตัวอย่างที่มีสมบัติร่วมกันกับความคิดรวบยอดอื่น เพื่อป้องกันการสับสน

(7) การเรียนรู้กฎ (Rule Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมหรือเชื่อมโยงความคิดรวบยอดตั้งแต่ 2 ความคิดรวบยอดเข้าด้วยกัน การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากจะเป็นการเรียนรู้กฎภายใต้เสนอขั้นตอนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้กฎ ดังนี้

- 1) บอกผู้เรียนถึงลักษณะพฤติกรรมการเรียนที่ต้องการหลังการเรียนจบ
- 2) ถามคำถามเพื่อนำความรู้เก่าประกอบเป็นกฎใหม่
- 3) ฝึกให้นักเรียนใช้คำพูดแสดงกฎ
- 4) ให้นักเรียนสาธิตกฎโดยครูถามตัวอย่าง
- 5) ให้บอกกฎอีกในการสอนภายหลังในสถานการณ์ที่เหมาะสม

(8) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากการเลือกหรือเชื่อมกฎเข้าด้วยกันแล้วนำไปใช้ในการแก้สถานการณ์ที่นักเรียนไม่เคยพบมา

ก่อน เป็นขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ในขั้นนี้เราจะพบว่า การแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับการค้นพบ และคิดสร้างสรรค์

### 3.2.2.2 ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กาเย ได้ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างลำดับขั้นตอนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับการเรียนรู้ออกแบบและการเรียนรู้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้ดังกล่าวจะประกอบด้วย ลำดับความสามารถย่อยและความสามารถที่มีมาก่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องรอบรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมเบื้องต้นมาก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมที่สูงกว่า กาเย อธิบายว่าคนที่เกิดการเรียนรู้จะสามารถ ทำกิจกรรมที่เขาไม่เคยทำมาก่อน เนื่องจากกิจกรรมในคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐาน ที่มีมาก่อน แต่ละเรื่องคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ การสร้าง ลำดับขั้นตอนสำหรับแต่ละเรื่องเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่ครูควรทำ

### 3.2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

บรูเนอร์ (Bruner) ได้เขียนผลงานชื่อว่า The Process of Education ในปี 1959 ได้นำ ผลงานไปสังเคราะห์และอภิปรายในการประชุม Wood Hole ที่แหลมคอด บรูเนอร์ได้เสนอหลักการ ทั่วๆ ไป ของการสอนดังนี้

1. การเรียนรู้ที่จัดว่าเป็นสุดยอดก็คือ การเรียนรู้วิธีการเรียน
2. ทุกเรื่องในทฤษฎีสามารถสอนได้โดยเริ่มจากพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก
3. กิจกรรมทางสติปัญญาใช้รูปแบบเดียวกันได้ตั้งแต่ ป.3 จนถึงนักวิจัยวิทยาศาสตร์
4. แรงจูงใจที่ดีที่สุดคือความสนใจในวิชานั้น

บรูเนอร์เน้นการศึกษาโครงสร้างของแต่ละวิชาว่ามีความสำคัญด้วยเหตุผล 4 ประการ คือ

1. ต้องสอนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
2. นักเรียนจะจำรายละเอียดได้ดีต้องจัดรูปแบบโครงสร้าง
3. นักเรียนจะมีการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่กรณีทั่วๆ ไปได้ ต้องมีความเข้าใจในความคิด

รวบยอดหลักการและโครงสร้างของวิชานั้นๆ

4. ถ้าสอนโครงสร้างพื้นฐานตั้งแต่เริ่มที่โรงเรียน จะช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้ใหม่ๆ

และความรู้ที่สอนในโรงเรียน

บรูเนอร์เน้นว่า ถ้าเข้าใจในโครงสร้างของความรู้จะช่วยให้เราเดินไปข้างหน้าด้วยตนเองได้ ผู้เรียนต้องการเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาทางใดทางหนึ่ง

ในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ บรูเนอร์และผู้ร่วมงานได้ศึกษา อำนวยการสอนและ สังเกตชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ผลจากการสังเกตและทดลอง บรูเนอร์และเคนนี่ (Jerome S. Bruner, 1963) ได้ตั้งทฤษฎีทั่วๆ ไปเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 4 ทฤษฎีดังนี้

- (1) ทฤษฎีการสร้าง (Construction Theory)

การเรียนรู้ความคิดรวบยอด หลักการ หรือกฎทางคณิตศาสตร์จะเรียนได้ดี ต้องสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ วิธีที่ดีที่สุดสำหรับนักเรียนเริ่มเรียน คือ สร้างตัวแทน (Representation) ของสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง ในการสอนผู้เรียนเล็กควรเริ่มจากตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมจะทำให้พวกเขาจำและนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม การให้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่สำเร็จรูปจะทำให้ให้นักเรียนมีแนวโน้มในการจูงใจลดลงและสับสน

#### (2) ทฤษฎีสัญกรณ์ (Notation Theory)

ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ตัวแทนของสิ่งที่เรียนสามารถจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย ถ้าเราใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมกับระดับสติปัญญาของผู้เรียน สัญกรณ์ คือ ข้อตกลงในการใช้สัญลักษณ์สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ลำดับของการใช้สัญลักษณ์ในคณิตศาสตร์ควรนำเสนอในรูปแบบบันไดเวียน ความคิดรวบยอดเดียวกันจะถูกนำเสนอในรูปแบบที่แตกต่างในแต่ละระดับที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้เรียนความคิดรวบยอดเดิมแต่เรียนต่างรูปแบบกัน

#### (3) ทฤษฎีตรงข้ามและหลากหลาย (Contrast and Variation Theory)

ในการเรียนคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนได้พบความแตกต่างของสิ่งที่กำลังเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว และได้พบตัวอย่างที่หลากหลาย ในการสอนคณิตศาสตร์ครูจำเป็นต้องยกตัวอย่างมากและหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นรูปทั่วไปได้หรือมองเห็นโครงสร้างคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม นอกจากนี้การได้แยกแยะว่ามันแตกต่างกับสิ่งที่เคยรู้อย่างไร จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีความหมายต่อนักเรียนเมื่อพวกเขาได้พบความคิดรวบยอดที่แตกต่างจากสิ่งที่เคยรู้มาแล้ว

#### (4) ทฤษฎีเชื่อมโยง (Connectivity Theory)

ในวิชาคณิตศาสตร์แต่ละความคิดรวบยอด หลักการและทักษะจะมีการเชื่อมโยงกับความคิดรวบยอด หลักการ และทักษะอื่นๆ ในการสอนคณิตศาสตร์ครูต้องฝึกให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน

### 3.2.4 ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ดินส์ (Deans) เชื่อว่าสิ่งที่ป็นนามธรรมขึ้นอยู่กับการหยั่งรู้ด้วยตนเองและประสบการณ์รูปธรรม ดินส์สรุปว่า การเรียนคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์โครงสร้างทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์เชิงตรรกวิทยา
2. ใช้กระบวนการนามธรรม ดึงเอาสมบัติร่วมกันของโครงสร้างหรือเหตุการณ์ แล้วจำแนกโครงสร้างหรือเหตุการณ์
3. สรุปเป็นนัยทั่วไป (Generalization) ขยายจากสิ่งที่รู้ไปยังขอบเขตของสิ่งที่กว้างกว่าที่มีสมบัติเดียวกับสิ่งที่รู้นั้น
4. สร้างสิ่งที่ป็นนามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่ป็นนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน

แนวคิดของดินส์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีบางส่วนที่คล้ายคลึงกับของเพียเจต์(อัมพร ม้าคนอง, 2546) เช่น การกระตุ้นผู้เรียนให้มีบทบาท มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์ประกอบด้วยกฎ 4 ข้อ ได้แก่

1) กฎภาวะสมดุล (The Dynamic Principle) เป็นความเข้าใจที่แท้จริงในมโนทัศน์ใหม่ เรียกว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นพัฒนาการที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน 3 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 เป็นชั้นพื้นฐานที่ผู้เรียนประสมกับมโนทัศน์ในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างใดๆ เช่น การที่ได้เรียนรู้จากของเล่นชิ้นใหม่โดยการเล่นของเล่นนั้น

ชั้นที่ 2 เป็นชั้นที่ผู้เรียนได้พบกับกิจกรรมที่มีโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเป็นโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับโครงสร้างของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนจะได้เรียน

ชั้นที่ 3 เป็นชั้นที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะเห็นได้ถึงการนำมโนทัศน์เหล่านั้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2) กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) เป็นการแนะนำว่าการเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพ เมื่อผู้เรียนได้รับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ ครั้ง หลายๆ รูปแบบผ่านบริบททางกายภาพ โดยการจัดสิ่งที่เป็นรูปธรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจโครงสร้างทางมโนทัศน์เดียวกันนั้นจะช่วยในการได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3) กฎความหลากหลายทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Variability Principle) เป็นการอ้างอิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นเปลี่ยนไปอย่างเป็นระบบในขณะที่คงไว้ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ เช่น การสอนมโนทัศน์ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว สิ่งที่ต้องเปลี่ยนไป คือ ความยาวของด้าน ขนาดของมุม แต่สิ่งที่คงไว้ คือ ลักษณะสำคัญของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่ต้องมีมุมที่ฐานมีขนาดเท่ากัน และด้านประกอบมุมยอดยาวเท่ากัน

4) กฎการสร้าง (The Constructivist Principle) เป็นการสร้างความรู้ พิจารณาว่าผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา มโนทัศน์จากประสบการณ์ และพื้นฐานเดิมในการสร้างความรู้ใหม่เพื่อก่อให้เกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและมั่นคง ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป ครูควรจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้น และสามารถวิเคราะห์สิ่งที่สร้างนั้นต่อไปได้

ในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดินส์ได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

(1) การเล่นอย่างอิสระ (Free Play) เป็นการเล่นอย่างไม่มีโครงสร้างและไม่มีทิศทาง โดยให้นักเรียนได้คลุกคลีกับสื่อรูปธรรม ให้นักเรียนคลุกคลีกับสิ่งต่างๆ อย่างหลากหลาย ผู้เรียนจะได้เห็น



แนวคิดในการแปลงสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวอย่างของรูปธรรมเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

(2) เกม (Games) หลังจากการเล่นอย่างอิสระจากสื่อรูปธรรมแล้วนักเรียนจะสังเกตเห็นรูปแบบเห็นกฎและแนวคิดหลากหลายจากเล่นเกม จะพบว่ามีบางสิ่งเป็นไปและบางสิ่งเป็นไปไม่ได้ เกมจะช่วยในการทดลอง การปรับเปลี่ยนตัวชั่วคราว และเริ่มวิเคราะห์โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เกมหลาย ๆ แบบจะช่วยให้นักเรียนค้นพบเหตุผลและสิ่งที่เป็นคณิตศาสตร์ ดินส์เชื่อว่า เกมมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ในการฝึกทักษะ ทบทวน หรือนำความรู้ไปใช้

(3) การค้นหาสมบัติร่วมกัน (Searching for Commonality) หลังจากเล่นเกมหลายเกม โดยใช้ตัวแทนรูปธรรมในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถหาสมบัติร่วมของความคิดรวบยอดและสามารถจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ดินส์แนะนำว่าครูจะต้องช่วยชี้แนะให้นักเรียนเห็นสมบัติร่วมกันของโครงสร้างในตัวอย่างเป็นตัวอย่างของความคิดรวบยอด และสามารถจะต้องแปลงไปสู่ตัวอย่างอื่น ๆ โดยไม่เปลี่ยนสมบัติทางนามธรรมที่มีร่วมกัน

(4) ตัวแทน (Representation) หลังจากหาสมบัติร่วมกันของสิ่งที่เป็นตัวอย่างจะต้องหาสิ่งที่เป็นตัวแทนของความคิดรวบยอด เป็นการแทนสมบัติร่วมกันที่ได้ในข้อ 3 ด้วยคำพูดหรือแผนภาพหรือทั้งสองอย่าง

(5) การใช้สัญลักษณ์ (Symbolization) ในขั้นนี้นักเรียนต้องภาษาที่เหมาะสมหรือสัญลักษณ์เพื่ออธิบายความคิดรวบยอด เช่น นักเรียนใช้สัญลักษณ์  $a^2 + b^2 = c^2$  แทนทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นต้น

(6) การทำให้เป็นแบบแผน (Formalization) เป็นขั้นตอนการเรียบเรียงความคิดรวบยอดออกมาเป็นระบบสัจพจน์ และทฤษฎีบท สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์บริสุทธิ์และประยุกต์ได้

### 3.2.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์

สกินเนอร์ (Skinner) ได้คิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เรียกว่า “Operant Conditioning” สกินเนอร์เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้กระทำเอง โดยไม่ต้องรอสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้น แต่เกิดจากสิ่งเร้าภายในตัวผู้เรียนเอง (พรณิ ชูทัย เจนจิต, 2528) พฤติกรรมส่วนใหญ่จะมีลักษณะเกิดขึ้นเอง และสกินเนอร์เชื่อว่าถ้าต้องการให้พฤติกรรมคงอยู่ตลอดไป จำเป็นต้องให้แรงเสริมซึ่งมี 2 ประเภท คือ แรงเสริมทางบวก ได้แก่ คำพูด หรือสภาพที่ทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นซ้ำอีก อีกประเภทหนึ่งคือ แรงเสริมทางลบ หมายถึงการเปลี่ยนสภาพการณ์ หรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่าง เพื่อทำให้เกิดพฤติกรรมแบบที่ต้องการ (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2536)

ในสภาพห้องเรียนปกติ พฤติกรรมบางประการของครู ของเพื่อน หรือสภาพแวดล้อมจะเป็นตัวเสริมแรง พฤติกรรมที่ดีจะเป็นตัวเสริมทางบวก เช่น ถ้านักเรียนตอบถูก ครูชมเชย เพื่อน

ยอมรับ จะมีผลให้นักเรียนตอบอีก แต่ถ้าครูมีปฏิริยาไม่ดี ดู หัวเราะเยาะ พุดถากถาง เมื่อนักเรียนตอบผิด จะมีผลทำให้ไม่ตอบคำถามจะเกิดพฤติกรรมนิ่งเงียบ สิ่งเร้าบางอย่างถ้าเราจัดมันออกไปจะมีแนวโน้มที่จะเสริมพฤติกรรมที่ต้องการได้ถือเป็นตัวเสริมแรงทางลบ เช่น ความตั้งใจเรียนของนักเรียนสามารถเพิ่มพูนได้โดยเพียงขจัดสิ่งเร้าที่ทำให้นักเรียนวอกแวกเสียสมาธิออกไปได้แก่ เสียงดังหรือการขบพุดทะเลาะกลางปล้องของนักเรียน ทำทางที่ไม่ดีบางอย่างของครู เช่น เกาหัว ขยับแว่นตา เดินไปเดินมา ทำท่าแปลกๆ เป็นต้น

ในการเรียนการสอนครูมักจะพบว่า นักเรียนลืมความรู้ไปมากจำเป็นต้องเรียนใหม่ การลืมเป็นผลมาจาก ผลของการวางเงื่อนไขสูญหายไปตามกาลเวลา เช่น ทักษะบางอย่างพีชคณิตที่นักเรียนเคยเรียนมาในตอนต้นเทอมจะถูกลืมถ้าขาดการฝึกฝนระหว่างปี นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนรับรู้มาอย่างผิดๆ เช่น การคิดเลขผิด ใช้สูตรผิด นักเรียนกลับทำผิดซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นหน้าที่ที่ครูจะต้องขจัดมันออกไป สกินเนอร์อธิบายว่า ที่นักเรียนลืมความรู้ เพราะไม่ได้รับการเสริมแรง ส่วนการจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผิดจะต้องถูกทำให้น้อยลงโดยไม่มีเสริมแรง จากการวิจัยพบว่าการจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ไม่พึงประสงค์ จะต้องใช้ความพยายามอย่างมาก และมักจะเห็นผลช้าและสิ่งที่กำจัดยากมากก็คือ การเรียนรู้มาอย่างผิดๆ และกระทำซ้ำๆ จนเป็นนิสัยและอัตโนมัติ เช่น ครูคณิตศาสตร์บางคนมักจะเอื้อมระอาที่แก้ปัญหาคณิตใช้สูตร  $(a+b)^2 = a^2+b^2$  จนเป็นอัตโนมัติแม้จะตักเตือนแก้ไขก็ผิดซ้ำอีก ปัญหานี้แก้โดยการให้ใช้บ่อยๆ และเสริมแรงทันทีเมื่อทำถูก ธรรมชาติของมนุษย์จะเผชิญกับสิ่งเร้าที่ไม่ชอบ ด้วยการหลีกเลี่ยง เช่น นักเรียนบางคนอาจจะพยายามหนีความผิดหวังจากการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการลอกคำตอบจากเพื่อน หรือขาดสอบ ในทัศนะของครูวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลวในการสอน ก็คือ การให้ทำ แบบฝึกหัดทุกข้อ และการทบทวนก่อนสอบ การลงโทษเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมพฤติกรรม สกินเนอร์ไม่สนับสนุนการลงโทษ และได้จำแนกผลที่เกิดจากการลงโทษ 3 ประการ คือ จะทำให้เด็กมีพฤติกรรมเก้บกดชั่วขณะ เด็กมีความเครียดทางกายและจิตใจ อาจแสดงกิริยาที่น่ารังเกียจ เช่น ทำลายของ ก่อกวน (Bell, 1981)

จากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้แรงเสริมพบว่า ครูอาจจะใช้แรงเสริม 3 ประเภท ดังนี้

1. การให้ความสนใจและคำชม วิธีเหมาะสมสภาพห้องเรียนที่ครูและนักเรียนมีความสัมพันธ์กันดี โดยครูจะต้องรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล อีกทั้งยังต้องทราบความต้องการของนักเรียน
2. การอนุญาตให้นักเรียนประกอบกิจกรรมตามที่นักเรียนชอบหรือต้องการ เช่น ให้อ่านหนังสือการ์ตูน หรือเล่นเกม เมื่อทำงานเสร็จ
3. การให้รางวัลเป็นของ เช่น ของเล่น ขนม ดาว หรือเปี้ย ซึ่งมีค่าต่างกันอาจใช้เปี้ยเป็นคูปองแลกสิ่งของได้ วิธีนี้ใช้ได้ผลดีกับนักเรียนที่ไม่เห็นความสำคัญของการเรียน ไม่มีแรงจูงใจสติปัญญาไม่ได้ วิธีนี้ควรใช้คำชมมาช่วยเสริมอีกทางหนึ่ง และควรใช้ของเป็นรางวัลให้น้อยลงเรื่อยๆ

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาสัปดาห์นี้ได้ดังนี้

1. ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. สาระของวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับเนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นทักษะ ความรู้พื้นฐานง่ายๆ ไปสู่หลักการความคิดรวบยอดและทักษะที่ซับซ้อน
3. จัดกิจกรรมเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดียวกัน
4. ใช้เกม และการเล่นมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ และมีประโยชน์ในการฝึกทักษะ ทบทวน หรือนำความรู้ไปใช้
5. ใช้องค์ความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีไปใช้ต่อยอด
6. สร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน
7. มีการฝึกและพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ ใช้เวลาในการทำไม่มากนัก ที่สำคัญต้องไม่ยากจนผู้เรียนทำไม่ได้
8. ใช้แรงเสริมทางบวก เช่น ให้ความสนใจและคำชม เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ดี

#### 4. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน และการออกแบบการเรียนการสอน

##### 4.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

###### 4.1.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่างๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบบรรยายในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ

###### 4.1.2 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

(Joyce, Weil, & Calhoun, 1996) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

- (1) ทฤษฎีหรือหลักการที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ
- (2) แนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและสิ่งแวดล้อมในการเรียน
- (3) วิธีสอนและวิธีเรียน ที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

(Joyce et al., 1996) กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ และหลักฐานที่แสดงการยอมรับประสิทธิภาพของรูปแบบนั้น

(Arends, 1998) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

- (1) หลักการตามทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ
- (2) ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ
- (3) วิธีสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบ
- (4) สิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนที่จะนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

(ทศนา แคมมณี, 2545) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

(1) หลักการ แนวคิด ปรัชญา ทฤษฎี หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น

(2) บรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการ แนวคิด ปรัชญา ทฤษฎี หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐาน

(3) จัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น

(4) อธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

#### 4.1.3 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

(Joyce et al., 1996) ได้กล่าวถึงหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

(1) รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ

(2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพ โดยการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

(3) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

(4) จุดมุ่งหมายหลักของรูปแบบการเรียนการสอนที่ถือเป็นหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งผู้ใช้ก็สามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม แต่ประสิทธิภาพอาจจะลดน้อยลง

#### 4.1.4 การจัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอน

การจัดกลุ่มของรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาการด้านพุทธิพิสัย การพัฒนาด้านจิตพิสัย และการพัฒนาด้านทักษะพิสัย การพัฒนาทักษะกระบวนการ และการบูรณาการ มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้ (ทีศนา แคมมณี, 2545)

(1) รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย การสอนมโนทัศน์ (Concept Attainment) การสอนตามแนวคิดของกาเย (Gagne's Instructional) การนำเสนอมนทัศน์กว้างล่วงหน้า (Advance Organizer) เน้นความจำ (Memory) ผังกราฟฟิก (Graphic Organizer Instruction)

(2) รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์ รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วยการพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม (Instructional Model Based on Bloom's Domain) การชกค้ำน (Jurisprudential) บทบาทสมมติ (Role Playing)

(3) รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-Motor Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่างๆ รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย การพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน (Simpson) ทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ (Harrow) ทักษะปฏิบัติของเดวิส (Davies)

(4) รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นรูปแบบการสอนทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่างๆ ประกอบด้วยรูปแบบการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation) กระบวนการคิดอุปนัย (Inductive Thinking) กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics) การคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance's Future Problem Solving)

(5) รูปแบบการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาผู้เรียนด้านต่างๆ ไปพร้อมๆ กัน ทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ ประกอบด้วยรูปแบบการสอนทางตรง (Direct Instruction) การสร้างเรื่อง (Storyline Method) วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

(Joyce, Weil, & Calhoun, 2004) ได้การจัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทางทฤษฎีการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (Family) ได้แก่ กลุ่มกระบวนการในการประมวลข้อมูล (Information Processing Family) กลุ่มปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Family) กลุ่มเอกัต



บุคคล (Personal Family) และกลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioral Systems Family) โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

(1) The Information Processing Family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการส่งเสริมแรงกระตุ้นภายในของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ โดยการเรียนรู้และจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ รับรู้และจัดกระทำกับปัญหา รวมทั้งการพัฒนาโน้ตส์และภาษาในการถ่ายทอด ในบางรูปแบบเป็นการเตรียมผู้เรียนในเรื่องการรวบรวมข้อมูลและมโนทัศน์ บางรูปแบบเน้นการสร้างมโนทัศน์และการตรวจสอบสมมติฐาน รูปแบบการเรียนการสอนกลุ่มนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถทางปัญญาและสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับตนเองและสังคม

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วยความคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) การบรรลุผลด้านมโนทัศน์ (Concept Attainment) รูปแบบการคิดแบบอุปนัยของรูปภาพ-คำ (The Picture-Word Inductive Model) การสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) การฝึกการสืบเสาะความรู้ (Inquiry Training) การใช้เทคนิคช่วยจำ (Mnemonics) การสังเคราะห์ (Synthetics) และการเสนอโน้ตส์ล่วงหน้า (Advance Organizers)

(2) The Social Family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และทักษะทางสังคม ให้ความสำคัญกับการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ การพัฒนาความสัมพันธ์ในชั้นเรียนโดยการเรียนรู้ร่วมกัน การพัฒนาวัฒนธรรมของความสัมพันธ์ในโรงเรียน เพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วยการจับคู่ในการเรียน (Partners in Learning) การสืบสวนเป็นกลุ่ม (Group Investigation) บทบาทสมมติ (Role Playing) การสืบเสาะแบบรายกรณี (Jurisprudential Inquiry)

(3) The Personal Family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาบุคลิกภาพ และความตระหนักในตน โดยการรับรู้สิ่งที่เป็นตนเอง มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ และการดำรงชีวิตสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้ในการที่จะพัฒนาตนเองเพื่อการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพ

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วยการสอนแบบไม่ชี้แนะ (Nondirective Teaching) การส่งเสริมความตระหนักในตนเอง (Enhancing Self-Esteem)

(4) The Behavioral Systems Family รูปแบบการสอนกลุ่มนี้มาจากแนวคิดของกลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) และทฤษฎีการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification) ซึ่งเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการปรับแก้ตนเอง (Self-Correcting) เพื่อให้พบกับความสำเร็จ เน้นการพัฒนาทักษะการอ่าน การคำนวณ ทักษะทางกายภาพ เพื่อการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้และวัดได้

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วยการเรียนรู้รอบ (Mastery Learning) การสอนตรง (Direct Instruction) การเรียนรู้จากสิ่งเร้า (Learning from Stimulations) การเรียนรู้สังคม (Social Learning)

จากรูปแบบการสอนในข้างต้น สรุปได้ว่ามีรูปแบบการสอนเป็น 4 กลุ่มใช้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ การตระหนักรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและความสามารถของตนเอง แนวทางในการช่วยเหลือนักเรียนในการเพิ่มความสามารถในการตระหนักรู้ตนเอง และการให้การช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ ในการพัฒนารูปแบบการสอนซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีฐานความคิดและจุดเน้นที่แตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเดียวกันคือการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

## 4.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการเรียนการสอน

### 4.2.1 ทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอน

(Joyce et al., 2004) อธิบายถึงคำว่า ทฤษฎี เป็นการอธิบายโดยทั่วไปที่ได้จากการสังเกตแล้วลงสรุป ซึ่งอธิบายและทำนายพฤติกรรมที่สังเกตได้ ทฤษฎีจะยังไม่ถูกกำหนดขึ้นมาหากยังมีข้อสงสัยหรือไม่แน่ใจ ทฤษฎีสามารถปรับเปลี่ยนได้ ในบางครั้งทฤษฎีจึงเป็นที่ยอมรับกันเป็นเวลานาน ก็อาจถูกพิสูจน์หักล้างในเวลาต่อมาได้

(Reigeluth, 1997) กล่าวยืนยันว่า การเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ช่วยให้เรียนรู้ และทฤษฎีการออกแบบการเรียนการสอนเป็นทุกสิ่งที่เสนอแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพสิ่งที่ช่วยให้เรียนรู้

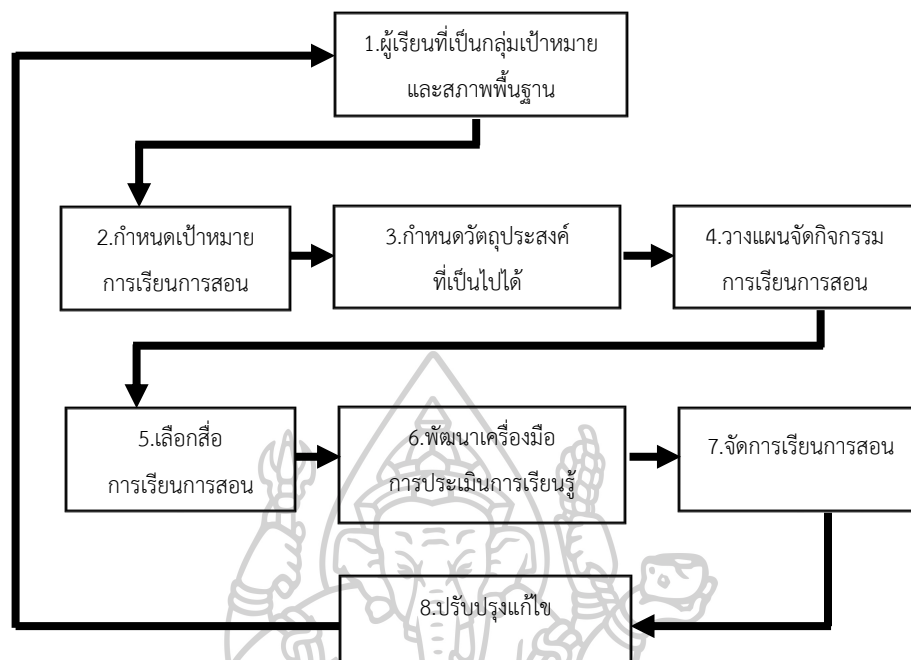
(G. Wilson, 1997) ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ทฤษฎีในการออกแบบการเรียนการสอนจะช่วยให้พบแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ

ทฤษฎีช่วยแสดงวิธีการที่หลุดพ้นจากปัญหาอย่างไร โดยอาศัยวิธีการแก้ปัญหาในเชิงทฤษฎี และนำไปสู่การปฏิบัติทางเทคโนโลยี

ทฤษฎีให้วิธีการวิพากษ์ตนเอง (Self- Critique) ซึ่งมั่นใจว่าการแก้ไขที่ได้มามีความน่าเชื่อถือและเป็นเหตุเป็นผล

(Kenneth, 2012) กล่าวโดยสรุปว่า ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม และกลุ่มปัญญานิยมเป็นทฤษฎีในการออกแบบการเรียนการสอนโดยที่การเรียนการสอนโดยตรง หรือระบบการเรียนการสอนมาจากทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม ส่วนทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยมคือการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ ระบบการออกแบบการเรียนการสอนพื้นฐานที่นำเสนอนี้ปรับมาจาก(Reiser & Dick, 1996) ดังแผนภาพที่ 2

## แผนภาพที่ 2 ระบบการออกแบบการเรียนการสอน



### 4.2.2 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน

#### 4.2.2.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

คำว่ารูปแบบการเรียนการสอน หรือแบบจำลองการเรียนการสอน มีความหมายต่างๆ ดังนี้

(Saylor, 1981) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบหรือแผนของการสอน รูปแบบการเรียนการสอนแบบหนึ่งจะมีจุดเน้นที่เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง รูปแบบการเรียนการสอนแต่ละรูปแบบจึงอาจมีจุดหมายที่แตกต่างกัน

(Joyce et al., 1996) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นแผนการเรียนการสอน ที่ใช้สอนในห้องเรียนหรือสอนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งมีสื่อการสอน ได้แก่ หนังสือ เทปบันทึกเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาพยนตร์ และหลักสูตรรายวิชา รูปแบบการเรียนการสอนแต่ละรูปแบบจะเป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่รูปแบบกำหนด

(นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์, 2535) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน โดยเปรียบเทียบกับโมเดลที่วิศวกรใช้ในการทำงาน โดยกล่าวว่า เมื่อวิศวกรมีสิ่งก่อสร้างที่จะต้องทำ เริ่มแรกเขาต้องรู้ก่อนว่าเขาจะสร้างอะไร เช่น บ้าน สะพานหรือถนน เมื่อรู้ว่าจะสร้างอะไรแล้ว เขาก็ออกแบบสิ่งนั้นโดยเขียนออกมาเป็นพิมพ์เขียว รายละเอียดที่มีอยู่ในพิมพ์เขียวนั้น จะบอกผู้ก่อสร้าง

ให้รู้ว่าจะต้องสร้างอะไร สร้างอย่างไร เมื่อสร้างแล้วสิ่งก่อสร้างนั้นจะมีรูปร่างอย่างไร วิศวกรที่ออกแบบเทียบได้กับผู้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งต้องรู้จุดมุ่งหมายว่าจะสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างไร เกิดสมรรถภาพอย่างไร จากนั้นจึงจะสามารถออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนได้ตรงตามความต้องการ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเทียบได้กับพิมพ์เขียวของวิศวกรในการทำงานของวิศวกร วิศวกรต้องมีความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ เช่น วิชาฟิสิกส์ วิศวกรรมก่อสร้าง การออกแบบ เป็นต้น ในทำนองเดียวกันผู้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต้องมีความรู้สาขาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษา เช่น จิตวิทยา ปรัชญาการศึกษา สังคมวิทยา เป็นต้น

(อารี สันทรวี, 2543) ให้ความหมายรูปแบบการเรียนการสอนเป็น โครงสร้างที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน และจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการ เรียนการสอน

(ทีศนา แคมมณี, 2545) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน เป็น สภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ โดยการจัดอย่างเป็นระบบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อพื้นฐาน จะประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญใน การเรียนการสอนรวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอน นั้นเป็นไปตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อพื้นฐาน ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุ วัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้นๆ

(สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง แผนการจัดการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยองค์ประกอบเกี่ยวกับ การสอนอย่างมีจุดหมายเฉพาะเจาะจง มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จในการเรียนรู้

#### 4.2.2.2 องค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

(สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) แนวคิดหรือหลักการพื้นฐานของรูปแบบการเรียน การสอนจะต้องมีแนวคิดหรือหลักการพื้นฐาน ซึ่งมาจากแนวคิดทางการศึกษา เช่น ให้ผู้เรียนเรียนรู้ จากประสบการณ์ตรง มีกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสวน ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ เช่น มีพัฒนา ทางด้านสติปัญญา อารมณ์และสังคมควบคู่กันไป ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ หรือแนวคิด เกี่ยวกับศาสตร์ต่างๆ เป็นต้น รูปแบบการเรียนการสอนอาจจะมีแนวคิดหรือหลักการพื้นฐานเพียง อย่างเดียว ดังเช่น รูปแบบการเรียนการสอนของ Joyce and Weil หรือมีแนวคิดมากกว่าหนึ่งได้ดังที่ สเทอร์น เสนอแนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนควรเป็นสหวิทยาการ (Multidisciplinary) แนวคิด หรือหลักการพื้นฐานนี้จะ เป็นหลักหรือแนวทางในการเลือก กำหนดและจัดระเบียบความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบให้สอดคล้อง ต่อเนื่องและสัมพันธ์กันและในรูปแบบการเรียนการสอนจะบรรลุผลตาม เป้าหมายได้นั้นต้องมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบซึ่งการออกแบบระบบการเรียนการสอน

(Instructional System Design) ที่ยอมรับในหมู่นักวิชาการว่าเป็นการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอน ที่เป็นพื้นฐาน คือ ADDIE ซึ่งมาจากอักษรตัวแรกของขั้นตอนในการออกแบบ คือ A-Analyze การวิเคราะห์ความจำเป็นหรือปัญหาอุปสรรค ตัดสินใจว่าจะต้องเรียนรู้เรื่องอะไร D-Design การกำหนดว่าจะเรียนรู้อย่างไร ระบุกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เลือกวิธีการและสื่อ D-Develop การสร้างและผลิตเครื่องมือต่างๆ ตรวจสอบและปรับปรุง I-Implement การนำแผนหรือโครงการไปปฏิบัติ E-Evaluate การพิจารณาความเหมาะสมของการเรียนการสอน ประเมินทุกอย่างที่ผ่านมา ปรับปรุงเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป อย่างไรก็ตาม มีนักการศึกษาหลายท่าน คิดรูปแบบการเรียนการสอนขึ้นมาอย่างหลากหลาย เพื่อให้สามารถเลือกใช้เป็นแนวปฏิบัติในการออกแบบการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอน หรือการแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ รูปแบบที่มีการอ้างอิงถึงอย่างแพร่หลาย มีดังนี้คือ

(Gerlach & Ely, 1980) ออกแบบวิธีระบบสำหรับจัดการเรียนการสอน 10 ขั้นตอน ซึ่งได้รับการอ้างอิงถึงในวงการศึกษไทยอย่างแพร่หลาย ประกอบด้วย 1) การกำหนดวัตถุประสงค์ โดยควรจะเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติและผู้สอนสามารถวัดหรือสังเกตได้ 2) การกำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 3) การประเมินผลพฤติกรรมเบื้องต้นของผู้เรียนก่อนการเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการที่จะจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม 4) การกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ การสอนแบบเตรียมเนื้อหาความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยสมบูรณ์ทั้งหมด และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5) การจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน เหมาะสมกับวิธีสอน 6) การกำหนดเวลาเรียน 7) การจัดสถานที่เรียน ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ขนาด คือ ห้องเรียนขนาดใหญ่ สามารถสอนได้ครั้งละ 50-300 คน ห้องเรียนขนาดเล็ก เพื่อใช้ในการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย และห้องเรียนแบบเสรีหรืออิสระ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามลำพังแบบรายบุคคล 8) การเลือกสรรทรัพยากรหรือสื่อการสอน ซึ่งแบ่งได้เป็น สื่อบุคคลและของจริง สื่อวัสดุและอุปกรณ์เครื่องฉาย สื่อวัสดุและอุปกรณ์เครื่องเสียง สื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อวัสดุที่ใช้แสดงต่างๆ 9) การประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเอง ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับสื่อการสอน 10) การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับเพื่อพิจารณาว่าการดำเนินงานตั้งแต่ต้นมานั้นมีข้อบกพร่องอะไรบ้างในระบบ หรือมีปัญหาประการใดบ้าง สำหรับเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขระบบการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

(Brown, Lewis, & Harclerod, 1985) ออกแบบวิธีที่จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอนโดยการพิจารณาถึงแนวทางและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการ ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) เป้าหมาย 2) วัตถุประสงค์และเนื้อหา 3) สภาพการณ์ 4) ผลลัพธ์



(Kemp, 1985) นำเสนอวิธีระบบในการจัดการเรียนการสอนได้ออกแบบไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 9 ขั้นตอนคือ 1) กำหนดหัวข้อที่จะสอน และเขียนวัตถุประสงค์ทั่วไป 2) ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน 3) ระบุดูม่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม 4) กำหนดเนื้อหาวิชาที่สนับสนุนวัตถุประสงค์แต่ละข้อ 5) ทดสอบเพื่อวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะทำการสอน 6) เลือกกิจกรรมและแหล่งวิชาการสำหรับการเรียนการสอนเพื่อจะนำเนื้อหาวิชาไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่วางไว้ 7) ประสานงานในเรื่องต่างๆ เช่น การเงิน บุคลากร อาคารสถานที่ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ และดำเนินการไปตามแผนที่กำหนดไว้ 8) ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด 9) พิจารณาว่าควรจะได้มีการแก้ไขปรับปรุงแผนการเรียนการสอนให้ดีขึ้นอย่างไร

(H.J. Klausmeier, 1985) ออกแบบวิธีระบบสำหรับจัดการเรียนการสอนให้มี 7 องค์ประกอบคือ 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) เตรียมความพร้อมของนักเรียน 3) จัดเนื้อหาวิชา วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ 4) จัดกิจกรรมการเรียนการสอน 5) ดำเนินการสอน 6) วัดสัมฤทธิ์ผลของนักเรียน 7) การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

(H.J. Klausmeier, 1985) ออกแบบวิธีระบบที่มีองค์ประกอบในการดำเนินงาน 3 ระยะคือ 1) การหาความจำเป็น 2) การออกแบบ 3) การพัฒนาและนำไปใช้ ทั้งนี้ทุกระยะจะต้องมีการประเมินและปรับปรุง

(Tripp & Bichelmeyer, 1990) เสนอรูปแบบที่เรียกว่าการสร้างต้นแบบฉับพลัน (Rapid Prototyping) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 4 ขั้นตอน คือ 1) การหาความจำเป็น วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์ 2) การสร้างต้นแบบหรือการออกแบบ 3) การนำต้นแบบไปใช้หรือการท้าวิจัย 4) การวางระบบและดูแลรักษาระบบ สำหรับรูปแบบนี้เหมาะสำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์เดิมมากจึงจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้จะมีคำว่าฉับพลันในชื่อของรูปแบบ แต่การดำเนินงานตามรูปแบบนี้จะใช้เวลาค่อนข้างมาก เพราะเป็นรูปแบบขั้นสูงที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่คือนักออกแบบที่ต้องท้าวิจัย




(Tripp & Bichelmeyer, 1990) เสนอรูปแบบสำหรับออกแบบการเรียนการสอนที่เรียกชื่อว่า Gagne and Briggs Model ซึ่งเป็นที่รู้จักดีในวงการศึกษาไทยมานานกว่า 30 ปี (R.M. Gagne & Briggs, 1974) รูปแบบนี้จะใช้หลังจากมีการจัดประเภทของผลลัพธ์การเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ สำหรับการจัดระบบสภาพการณ์การเรียนการสอนของแต่ละผลลัพธ์ การเรียนรู้ ซึ่งมีการดำเนินงาน 9 ขั้นตอนคือ 1) สร้างความสนใจ 2) พื้นฟูข้อมูลที่มีอยู่เดิม 3) บอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน 4) นำเสนอวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นสิ่งเร้า 5) แนะนำแนวทางการเรียนรู้ 6) ให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ 8) ประเมินการปฏิบัติของผู้เรียน 9) เพิ่มความคงทนในการเรียนรู้

(Glasser, 1998) ออกแบบวิธีระบบสำหรับจัดการเรียนการสอนให้มี 5 ขั้นตอนคือ 1) จุดประสงค์ของการสอน 2) การประเมินสถานะของผู้เรียน 3) การจัดกระบวนการเรียนการสอน 4) การประเมินผลการเรียนการสอน 5) ข้อมูลย้อนกลับไปยังแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา

(Cast., 2008) ได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ Universal Design for Learning: UDL ขึ้น เป็นการนำ UDL มาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาวิชาต่างๆที่มีความหลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อผู้เรียนที่แต่ละคนมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันและมีความต้องการที่แตกต่างกัน ซึ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

- ระดับที่ 1 การนำเสนอ (Representation) ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
- 1.1 การใช้ข้อมูลหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อมูลเสียง ภาพ หรือข้อมูลที่สัมผัสได้
- 1.2 ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ที่หลากหลาย
- 1.3 การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ ความเข้าใจจากการเรียน
- ระดับที่ 2 การสื่อสาร (Action and Expression) เป็นการให้โอกาสในการแสดงออกที่หลากหลาย
- 2.1 การใช้ร่างกาย
- 2.2 การพูด
- 2.3 การใช้การทำงานของสมองระดับสูง
- ระดับที่ 3 การมีส่วนร่วม (Engagement) เป็นการสร้างแรงจูงใจ เช่น
- 3.1 สร้างความสนใจโดยให้อิสระในการเลือก
- 3.2 สนับสนุนให้มีความพยายามในการทำงาน
- 3.3 เสริมสร้างทักษะการกำกับตนเอง

### แผนภาพที่ 3 Universal Design for Learning: UDL

สิ่งที่เราเรียนรู้ 	วิธีการเรียนรู้ 	เหตุผลในการเรียนรู้ 
การนำเสนอ (Representation)	การสื่อสาร (Action & Expression)	การมีส่วนร่วม (Engagement)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ การใช้ข้อมูลหลากหลายรูปแบบ</li> <li>▶ ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ที่หลากหลาย</li> <li>▶ การสร้างโอกาสให้ผู้เรียน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ การใช้ร่างกาย</li> <li>▶ การพูด</li> <li>▶ การใช้การทำงานของสมองระดับสูง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ สร้างความสนใจ</li> <li>▶ สนับสนุนความพยายามในการทำงาน</li> <li>▶ เสริมสร้างทักษะ</li> </ul>

(ทีศนา แคมมณี, 2545) เสนอรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบที่ผู้ออกแบบต้องพิจารณาตามลำดับขั้น 5 ส่วน คือ 1) ปัญหาความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน 2) เนื้อหา มโนทัศน์ วัตถุประสงค์ 3) ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน 4) กิจกรรมการเรียนการสอนและสื่อ 5) การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ทั้งนี้ตั้งแต่ส่วนที่ 2 เป็นต้นมา จะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดด้านต่างๆ อาทิ ผู้เรียน ผู้สอน ผู้บริหารโรงเรียน สถานที่ สื่องบประมาณ สิ่งแวดล้อม ชุมชน ผู้ปกครอง ฯลฯ นอกจากนั้น ยังได้นำเสนอรูปแบบการสอน CIPPA ในการจัดทำแผนการเรียนรู้ด้วย ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ C-Construction การสร้างความรู้ของผู้เรียน I-Interaction กิจกรรมที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ P- Physical Participation การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางกาย P-Process Learning การเรียนรู้กระบวนการต่างๆ A-Application การนำความรู้ที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนของ  
นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการ  
เรียนรู้ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

นักการศึกษา	สรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้				
	1) หลักการ	2) วัตถุประสงค์	3) แนวคิด และทฤษฎี	4) กระบวนการ การจัด การเรียนรู้	5) การวัด และ ประเมินผล
Gerlach and Ely		1) การกำหนด วัตถุประสงค์ 2) การกำหนด เนื้อหาให้ สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	3) การ ประเมินผล พฤติกรรม 4) การกำหนด กลยุทธ์ของ วิธีการสอน	5) การจัด แบ่งกลุ่มผู้เรียน เหมาะสมกับวิธี สอน 6) การ กำหนดเวลา เรียน 7) การจัด สถานที่เรียน 8) การเลือกสรร ทรัพยากร	9) การ ประเมินผล พฤติกรรม ของผู้เรียน 10) การ วิเคราะห์ ข้อมูล ย้อนกลับ
Brown, Lewis and Harclerod	1) เป้าหมาย	2) วัตถุประสงค์ และเนื้อหา		3) สภาพการณ์	4) ผลลัพธ์

นักการศึกษา	สรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้				
	1) หลักการ	2) วัตถุประสงค์	3) แนวคิดและทฤษฎี	4) กระบวนการจัดการเรียนรู้	5) การวัดและประเมินผล
Kemp	1) กำหนดหัวข้อที่จะสอน และเขียนวัตถุประสงค์ทั่วไป	2) ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน 3) ระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม	4) กำหนดเนื้อหาวิชา 5) ทดสอบวัดความรู้ความสามารถของผู้เรียนก่อนที่จะทำการสอน	6) เลือกกิจกรรมและแหล่งวิชาการ 7) ประสานงานในเรื่องต่างๆ	8) ประเมินผล การเรียนของผู้เรียน 9) การแก้ไขปรับปรุง
Klausmeir		1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน 2) เตรียมความพร้อมของนักเรียน	3) จัดเนื้อหาวิชาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ	4) จัดกิจกรรมการเรียนการสอน 5) ดำเนินการสอน	
Hannafin and Peck	1) การหาความจำเป็น		2) การออกแบบ	3) การพัฒนาและนำไปใช้	
Tripp and Bichelmeyer		1) การหาความจำเป็น วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์	2) การสร้างต้นแบบหรือการออกแบบ	3) การนำต้นแบบไปใช้หรือการทำการวิจัย	4) การวางระบบและดูแลรักษา ระบบ



นักการศึกษา	สรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้				
	1) หลักการ	2) วัตถุประสงค์	3) แนวคิดและทฤษฎี	4) กระบวนการจัดการเรียนรู้	5) การวัดและประเมินผล
Gagné, Briggs and Wager	1) สร้างความสนใจ 2) ฟิ้นฟูข้อมูลที่มีอยู่เดิม	3) บอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน	4) นำเสนอวัตถุประสงค์ที่เป็นสิ่งเร้า 5) แนะนำแนวทางการเรียนรู้	6) ให้ผู้เรียนแสดงความสามารถ 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ	8) ประเมินการปฏิบัติของผู้เรียน 9) เพิ่มความคงทนในการเรียนรู้การ
Glasser		1) จุดประสงค์ของการสอน 2) การประเมินสถานะของผู้เรียน	3) การจัดการกระบวนการเรียนการสอน	4) การประเมินผลการเรียนการสอน	5) ข้อมูลย้อนกลับ
Cast : UDL	1) การนำเสนอให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นสิ่งที่เรียนรู้		2) การสื่อสารเป็นการให้โอกาสในการแสดงออกที่หลากหลายเป็นวิธีการเรียนรู้	3) การมีส่วนร่วม ให้เกิดแรงจูงใจเป็นเหตุผลในการเรียนรู้	
Instructional System Design	1) การวิเคราะห์ความจำเป็นหรือปัญหาอุปสรรค	2) ระบุกิจกรรมการเรียนรู้ เลือกวิธีการและสื่อ	3) การสร้างและผลิตเครื่องมือต่างๆ ตรวจสอบและปรับปรุง	4) การนำแผนหรือโครงการไปปฏิบัติ	5) การประเมินทุกอย่างที่ผ่าน มา ปรับปรุงเพื่อนำไปปฏิบัติต่อไป
ทฤษฎี ขัมมณี	1) ปัญหาความต้องการของผู้เรียน ผู้สอน	2) เนื้อหา มโนทัศน์ วัตถุประสงค์	3) ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน	4) กิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อ	5) การวัดและประเมินผล การเรียนการสอน

จากตารางที่ 5 องค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Gerlach and Ely, Brown, Lewis and Harclerod , Kemp, Klausmeir, Hannafin and Peck, Tripp and Bichelmeyer, Gagne, Briggs and Wager, Glasser, Cast, Instructional System Design และ ทิศนา ขัมมณี ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้มี ดังนี้ 1) หลักการ เป็นการกำหนดหัวข้อที่จะสอน โดยการวิเคราะห์ความจำเป็น ปัญหาอุปสรรค และความต้องการของผู้เรียน และผู้สอน 2) วัตถุประสงค์ เป็นการระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม โดยศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 3) แนวคิดและทฤษฎี เป็นการกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน หรือหาแนวทางการเรียนรู้ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและวิชาที่สอน โดยให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ เน้นการมีส่วนร่วม และการใช้สื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินผลพฤติกรรมและการปฏิบัติของผู้เรียน เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงผู้เรียนและผู้สอนต่อไป ซึ่งผู้วิจัยนำองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปสังเคราะห์ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism ในการพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

#### 4.2.2.3 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism

1) ทฤษฎี Constructivist ตามที่ Instructional Technology Global Resource Network (สุเทพ อ่วมเจริญ, 2555) ได้สรุปกรอบทฤษฎี Constructivist ไว้ว่าการเรียนรู้เป็นผลผลิตหรือสร้างสรรค์ทางปัญญา ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการสร้างความต่อเนื่องระหว่างข้อมูลสนเทศใหม่กับความรู้เดิม มนุษย์จะเรียนรู้ได้อย่างดีที่สุด ถ้าหากได้ลงมือสร้างความหมายหรือความเข้าใจด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนลงมือสร้างโครงสร้างความรู้หรือความเข้าใจอย่างแข็งขันและเจตนามุ่งมั่นชัดเจน โดยผู้เรียนจะสลายความขัดแย้ง (Conflict Resolution) หรือความไม่เข้าใจกันของแนวคิดหรือข้อมูลต่างๆ โดยการพินิจวิเคราะห์คำอธิบายหรือเหตุผลเชิงทฤษฎีมนุษย์สร้างโลกทัศน์ของตนเองขึ้นจากประสบการณ์ และโครงสร้างความรู้เดิมที่อยู่ในรูป Schema มนุษย์ใช้ Schema ในการตีความหรือสร้างความหมายให้กับประสบการณ์หรือข้อมูลใหม่ เมื่อมีการเรียนรู้เกิดขึ้น จะมีการปรับ Schema ให้มีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพในการตีความที่สูงขึ้น ซึ่งการเรียนรู้อิงแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมีขั้นตอนดังนี้

### ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจที่มีอยู่ให้กระจ่างแจ้ง

เด็กและผู้ใหญ่ต่างมีความคิดดั้งเดิมและมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกหรือปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ (แนวคิด) ดังกล่าว ความคิดของเด็ก (ผู้เรียน) นั้นทำทลายความรู้ทางวิชาการที่ถูกต้อง ชักชวนให้เด็ก (ผู้เรียน) ละทิ้งหรือเปลี่ยนแนวคิดและยอมรับความรู้ทางวิชาการที่ถูกต้อง

#### กลยุทธ์สำหรับขั้นตอนที่ 1

- สัมภาษณ์หรืออภิปรายกลุ่ม
- แบ่งกลุ่มข้อมูลหรือจำแนกข้อมูล
- แบ่งกลุ่มข้อมูล โดยการเรียงลำดับข้อมูลตามลักษณะบางประการ
- จำแนกข้อมูล โดยการจัดกลุ่มวัตถุโดยใช้ลักษณะทางคุณภาพหรือปริมาณ
- แผนที่ความคิดหรือแผนผังมโนทัศน์ โดยการระดมสมองที่เกี่ยวข้องกับ

หัวข้อหลัก

- เหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และเหตุการณ์ที่ไม่สมเหตุสมผล

### ขั้นตอนที่ 2 การระบุ การได้รับและการเข้าใจข้อมูลใหม่

เป็นการวางแผนแบบร่วมกัน โดยการวางแผนเครื่องมือที่สร้างแรงจูงใจที่เข้มแข็ง ผู้เรียนได้รับข้อมูลว่าจะต้องเรียนรู้อะไรจากหัวข้อบ้าง อภิปรายเป็นกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องเรียนรู้ และให้ขยายสาระสำคัญในเรื่องที่เรียนรู้

#### กลยุทธ์สำหรับขั้นตอนที่ 2

อย่างไร

- นักจัดการชั้นสูง เป็นการข้อมูลใหม่เชื่อมโยงเข้ากับความรู้เก่าที่มีอยู่แล้วได้
- การรู้จักคิด เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำกับติดตามการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- เทคนิควิทยาศาสตร์ เป็นการใช้กิจกรรมเป็นฐานประกอบคำอธิบาย ผู้เรียนต้องตัดสินใจด้วยตนเอง โดยใช้ปรัชญาส่วนบุคคล และใช้แนวคิดที่คุ้นเคยนำแนวคิดแบบอุปมาอุปมัยมาใช้

### ขั้นตอนที่ 3 การยืนยันความถูกต้องและการใช้ข้อมูลใหม่

ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อสร้างองค์ความรู้

- ความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นของคนส่วนใหญ่สร้างขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

- ความรู้ถูกทำให้กระจ่างและยืนยันความถูกต้องเมื่อผู้เรียนนำความรู้ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์

- ความรู้ที่ได้รับจะถูกปรับแต่งตามข้อมูลย้อนกลับที่ได้รับ

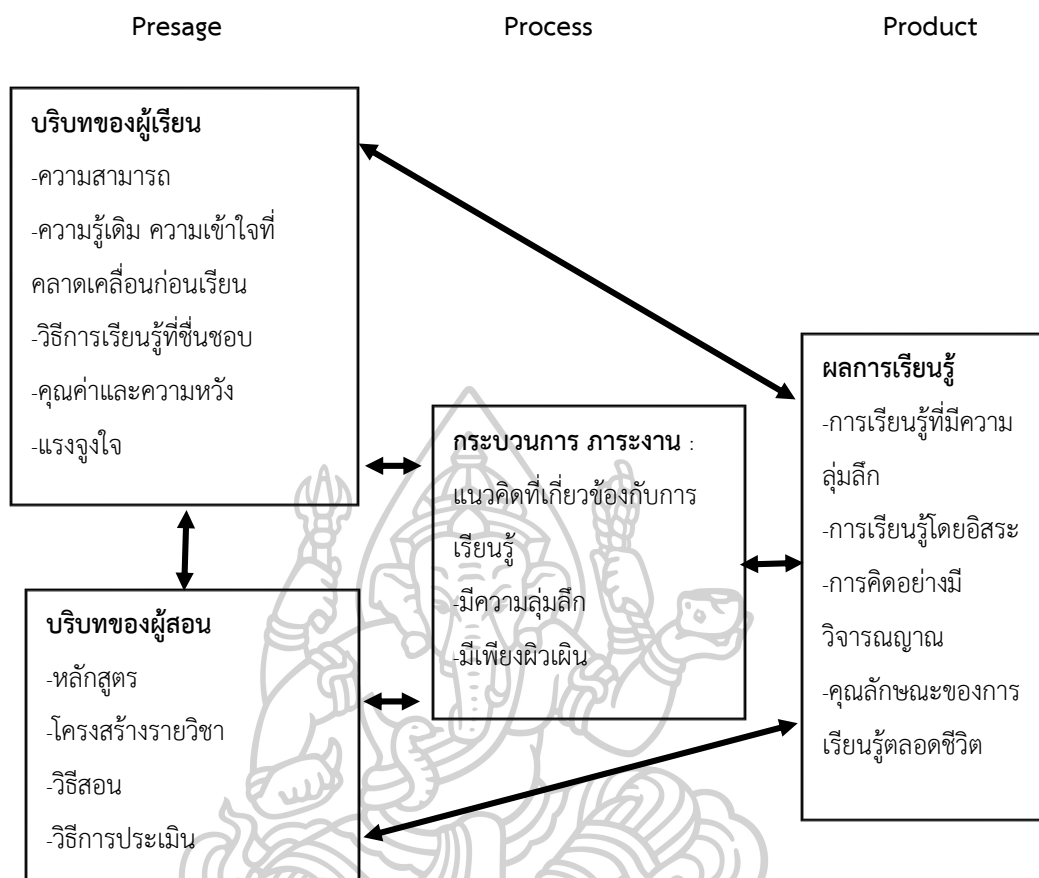
### กลยุทธ์สำหรับขั้นตอนที่ 3

- การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการสร้างและออกแบบใช้โมเดลช่วยในการสร้างความเข้าใจ และเป็นการสาธิตโมทัศน์ของความเข้าใจในหลักการ และกระบวนการที่เป็นเลิศ โดยใช้เทคนิคในการแสวงหาความรู้และการยืนยันความถูกต้องของความรู้
- การทดลอง/การออกแบบและเทคโนโลยี ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็นฐาน
- วิธีการแบบบูรณาการ เป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อคำถามกับแนวคิดอื่นๆ
- สาขาวิชา (แนวคิดหลัก) เป็นการประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงเพื่อช่วยเพิ่มความเชื่อมโยงสอดคล้อง

### 2) แนวคิด John Biggs' 3-P Model

(J.B. Biggs, 2003) ได้เสนอแบบจำลอง 3P เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการสอนและกระบวนการเรียนรู้ มี 3 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้น Presage เป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ผู้เรียนแต่ละคนต้องเรียนรู้ด้วยความสัมพันธ์ของความรู้เดิม ความสามารถ ความชอบในวิธีการเรียนรู้ คุณค่า ความคาดหวัง และสมรรถภาพในการสอน ซึ่งชั้น Presage นี้เป็นการเรียนการสอนโดยทั่วไป เป็นการประยุกต์การเรียนรู้ในการทำหน้าที่ของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ โดยความคาดหวังพฤติกรรมของผู้เรียนจะมาจากพัฒนาการและประสบการณ์การเรียนรู้ 2) ชั้น Process เป็นการปฏิบัติภาระงานภายใต้การรับรู้ในบริบทของการสอน แรงจูงใจในการเรียนรู้ และการไขว่คว้ารวมถึงการตัดสินใจในการปฏิบัติโดยไม่ชักช้า ทั้งหมดนี้เป็นการเรียนรู้ตามภาระงาน 3) ชั้น Product ผู้เรียนเรียนรู้ทั้งความคิดในระดับต่ำและระดับสูง

#### แผนภาพที่ 4 แบบจำลอง Biggs's 3P



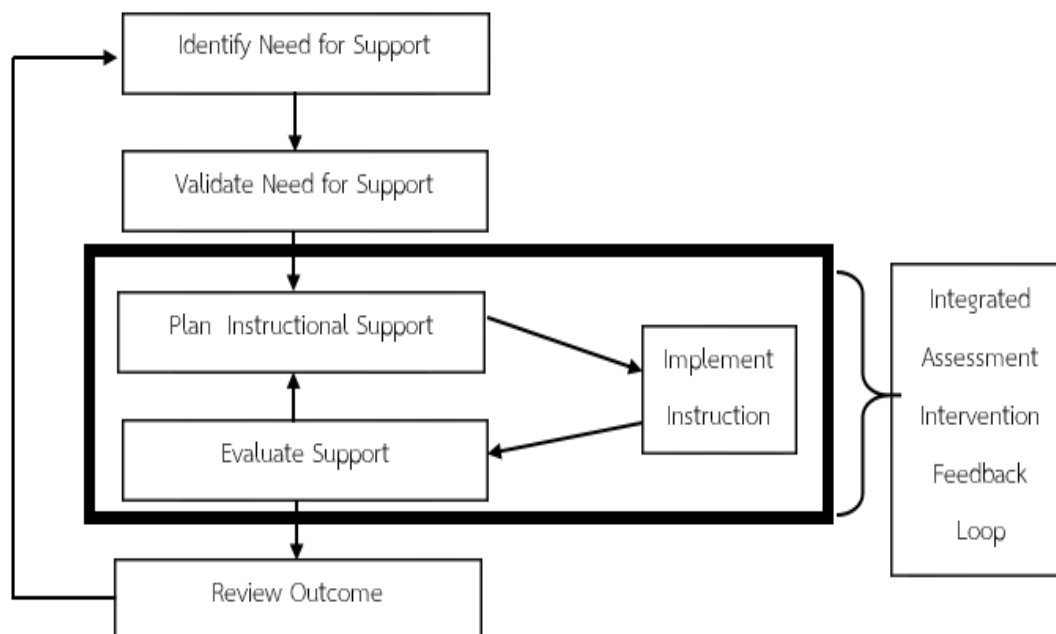
### 3) แนวคิด Outcome-Driven model

โมเดลการประเมินของ Benefits of iTOPS for Business Outcomes มีการแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การระบุความต้องการจำเป็นเพื่อให้การสนับสนุน (Identify Need for Support)
- (2) การตรวจสอบความต้องการจำเป็นเพื่อให้การสนับสนุน (Validate Need for Support)
- (3) การวางแผนสนับสนุนการเรียนการสอน (Planning Instructional Support)
- (4) การดำเนินการสนับสนุนการเรียนการสอน (Implementing Instructional Support)
- (5) การประเมินเพื่อให้การสนับสนุน (Evaluate Support)
- (6) การทบทวนผล (Review Outcome)



### แผนภาพที่ 5 โมเดลการประเมินของ Benefits of iTOPS for Business Outcomes



#### 4) แนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ใช้การวิจัยในกระบวนการเรียนรู้เป็นการบูรณาการการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการหาความรู้หรือวิธีการใหม่ๆ เพื่อนำมาประยุกต์กับสภาพการณ์ของการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ปัญหา/พัฒนาที่เกิดจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน แนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน สรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

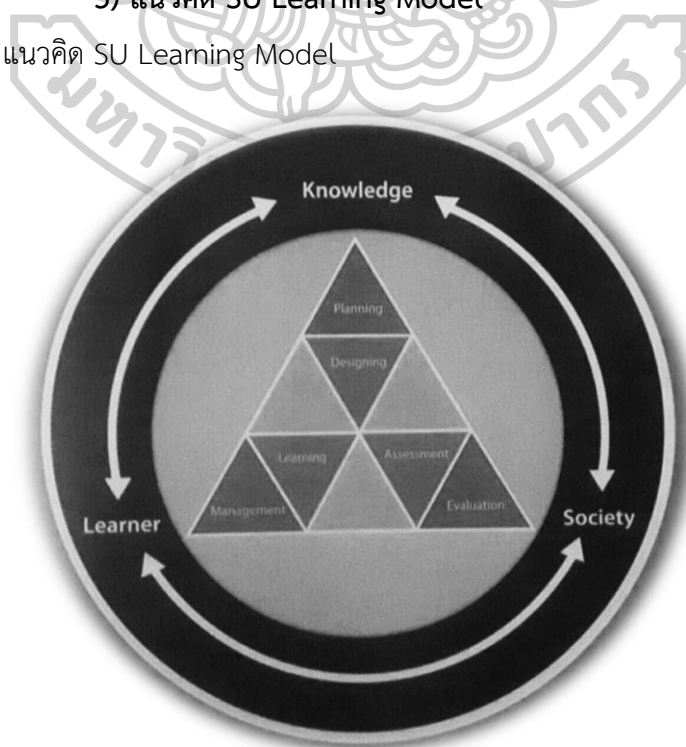
- (1) การวิเคราะห์ความต้องการ/พัฒนาการเรียนรู้
- (2) การวางแผนการจัดการเรียนรู้
- (3) การพัฒนาทักษะการเรียนรู้
- (4) การสรุปความรู้
- (5) การประเมินเพื่อปรับปรุงและนำผลไปใช้ในการพัฒนา

แผนภาพที่ 6 แบบจำลองของการวิจัยในกระบวนการเรียนรู้



### 5) แนวคิด SU Learning Model

แผนภาพที่ 7 แนวคิด SU Learning Model



(สุเทพ อ่วมเจริญ, 2557) จากรูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างการเรียนรู้ โดยประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ใช้คำถามสร้างความคิดเกี่ยวกับการทำความเข้าใจในความรู้-ความรู้และทักษะอะไรที่เป็นความจำเป็นที่ผู้เรียนได้รับหลังจากการเรียนรู้ การวางแผนการเรียนรู้ด้วยการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และออกแบบการเรียนรู้

(2) ใช้คำถามสร้างความคิดเกี่ยวกับการเลือกรับและการทำความเข้าใจสารสนเทศใหม่-กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการกำหนดแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (การจัดการเรียนรู้+การจัดการชั้นเรียน)

(3) ใช้คำถามสร้างความคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบ ทบทวนและใช้ความรู้ใหม่เป็น

จากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism ของนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน และองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากที่กล่าวในข้างต้น มาสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

ทฤษฎี/แนวคิด	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism					
ทฤษฎี Constructivist	ทำความรู้ที่มีอยู่ให้กระจ่างแจ้ง		ระบุนการได้รับและเข้าใจข้อมูลใหม่		ยืนยันความถูกต้องและใช้ข้อมูลใหม่	
John Biggs' 3-P Model	บริบทของผู้เรียนและผู้สอน		กระบวนการและภาระงาน		ผลการเรียนรู้	
Outcome-Driven Model	ระบุความต้องการจำเป็นเพื่อให้การสนับสนุน	ตรวจสอบความต้องการจำเป็นเพื่อให้การสนับสนุน	วางแผนสนับสนุนการเรียนการสอน	ดำเนินการสนับสนุนการเรียนการสอน	ประเมินเพื่อให้การสนับสนุน	ทบทวนผล
การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน	วิเคราะห์ความต้องการ/พัฒนาการเรียนรู้อยู่	วางแผนการจัดการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเรียนรู้	สรุปความรู้	ประเมินผล	
SU Learning Model	การวางแผน	การออกแบบ	การเรียนรู้+การจัดการชั้นเรียน		การตรวจสอบทบทวน	การใช้ความรู้ใหม่

ทฤษฎี/แนวคิด	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism		
ผู้วิจัยสรุป กระบวนการ การจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism	การเตรียมความพร้อม และ การเข้าใจในความรู้	การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม	การตรวจสอบประสพการณ์ การเรียนรู้ และการประเมินผล การเรียนรู้

จากตารางที่ 6 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism ทฤษฎี Constructivist, John Biggs' 3-P Model, Outcome-Driven Model, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน และ SU Learning Model ผู้วิจัยสรุปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีขั้นตอนดังนี้

- 1) การเตรียมความพร้อม และการเข้าใจในความรู้
- 2) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม
- 3) การตรวจสอบประสพการณ์การเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้

จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีเพียเจต์ กาเย บรูเนอร์ สกินเนอร์ และดีนส์ที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสรุปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ได้ดังตารางที่ 7

**ตารางที่ 7** กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism	แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์	กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา(JOICE Model)
1. การเตรียมความพร้อมและการเข้าใจในความรู้ 2. การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม 3. การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้	1. คำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ 2. สารของวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ จากความรู้พื้นฐานไปสู่ความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน 3. จัดกิจกรรมเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย 4. ใช้เกม และการเล่น 5. ใช้ข้อคำถามหรือโมเดลที่มีไปใช้ต่อยอด 6. สร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน 7. มีการฝึกและพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ 8. ใช้แรงเสริมทางบวก	1. การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) 2. การทำความเข้าใจให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) 3. การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) 4. การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) 5. การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)

จากตารางที่ 7 สรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) และขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)



#### 4.2.2.4 กระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เป็นการจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน หลักสูตร และสังคม โดยอาจเน้นในด้านเนื้อหาวิชา ความสามารถเฉพาะคุณลักษณะของผู้เรียน สังคม และความต้องการของผู้เรียนหรือเน้นเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศได้เสนอไว้หลายท่าน แต่ที่น่าสนใจ คือ ซีลส์ และกลาสโกว์ (Seels & Glasgow, 1990) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) โดยตัดสินใจว่ามีปัญหาการเรียนการสอนหรือไม่ รวบรวมสารสนเทศต่างๆ โดยผ่านเทคนิคการประเมินความต้องการจำเป็นและเขียนสิ่งที่ปัญหาออกมา
2. การวิเคราะห์ภาระงานและการเรียนการสอน (Task and Instructional Analysis) ด้วยการรวบรวมข้อสนเทศโดยอาศัยมาตรฐานการปฏิบัติและทักษะต่างๆ และอาศัยข้อกำหนดทางด้านเจตคติ แล้วจึงวิเคราะห์การเรียนการสอนเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องเรียนมาก่อน
3. การเขียนจุดประสงค์และแบบทดสอบ (Objectives and Tests) ด้วยการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เข้ากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น
4. กลยุทธ์การเรียนการสอน (Instructional Strategy) ตัดสินใจเกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนหรือองค์ประกอบของการเรียนการสอน เช่น การนำเสนอหรือเงื่อนไขการปฏิบัติ
5. การตัดสินใจเกี่ยวกับสื่อ (Media Decisions) ด้วยการเลือกวิธีการและสื่อการสอนที่ทำให้การสอนนั้นบรรลุผล
6. การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ (Materials Development) วางแผนสำหรับผลิตผล พัฒนาโปรแกรมหรือวัสดุอุปกรณ์ เพื่าระวังติดตามการพัฒนาวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้แน่ใจในคุณภาพของโครงการ
7. การประเมินผลย่อยระหว่างเรียน (Formative Evaluation) วางแผนกลยุทธ์ในการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน จัดเตรียมรวบรวมข้อมูลเพื่อความสัมพันธ์ผลตามจุดประสงค์ ทบทวนความเป็นไปได้และประเมินซ้ำ
8. การวางแผนเพื่อการนำไปใช้และบำรุงรักษารูปแบบการเรียนการสอน (Implementation Maintenance)

9. การประเมินผลรวมภายหลังการเรียน (Summative Evaluation) เพื่อ  
ตัดสินการผ่านไม่ผ่าน

10. การเผยแพร่และการทำให้กระจาย (Dissemination Diffusion)  
หมายถึง การจัดแจงให้มีการเผยแพร่และการกระจายของนวัตกรรมการเรียนการสอน

(สุเทพ อ่วมเจริญ, 2555) ได้ปรับใช้แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนตาม  
แนวคิด Constructivism การเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แบบจำลองขับเคลื่อนการ  
เรียนรู้ และการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐาน นำมาสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาการ  
เรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์จุดหมายในการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 การวางแผนการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้วางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ผู้เรียนเรียนรู้โดยการแสวงหาและใช้

แหล่งเรียนรู้

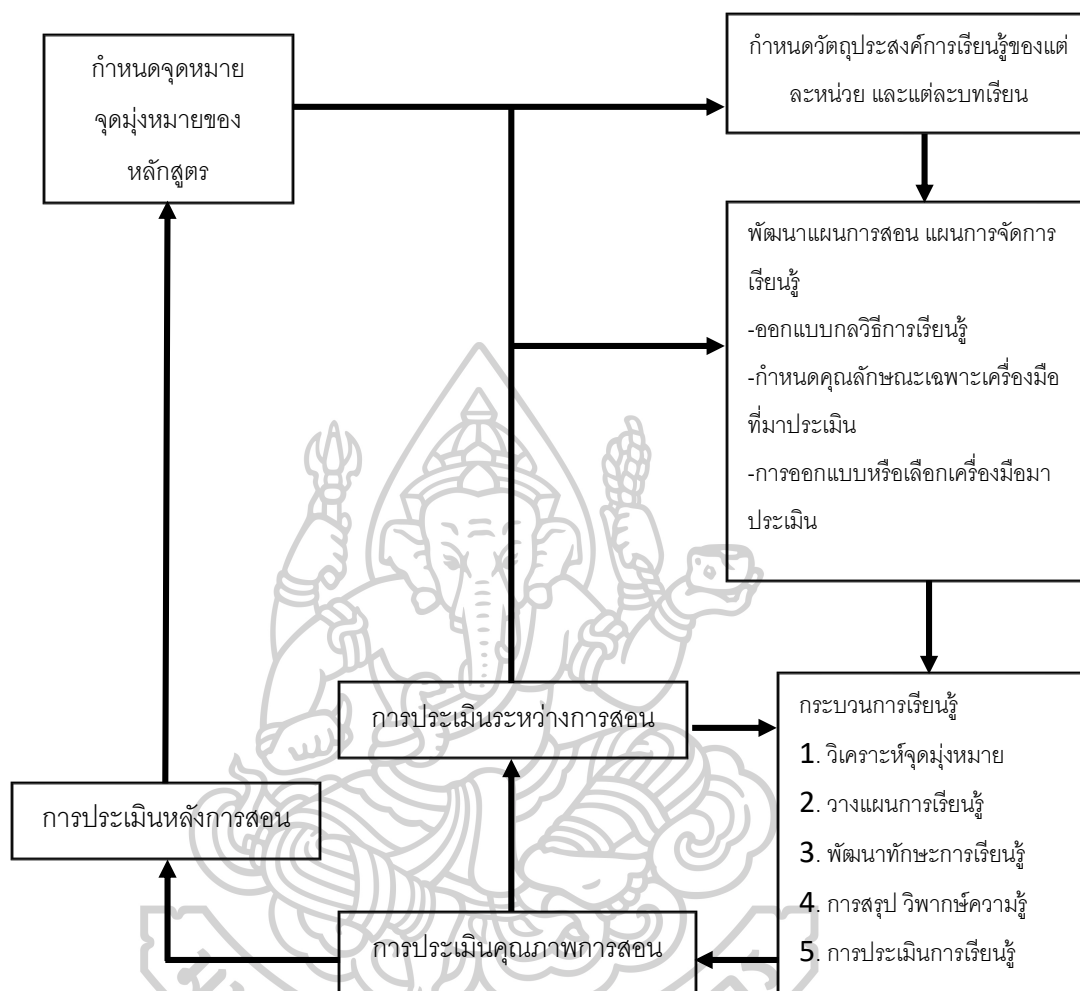
ขั้นที่ 4 การสรุปความรู้ และการวิพากษ์ความรู้

ขั้นที่ 5 การประเมินการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ และ

ความสามารถของตนเอง ประเมินความก้าวหน้าในการเรียน และประเมินการบรรลุจุดหมายของการ  
เรียนรู้



## แผนภาพที่ 8 แบบจำลองการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน



จากกระบวนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในข้างต้น สรุปได้ว่าผู้นำรูปแบบการสอนไปใช้ต้องใช้ให้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักจึงจะทำให้เกิดผลสูงสุด โดยดำเนินการพัฒนาอย่างมีขั้นตอนตามลำดับ 1) การวิเคราะห์จุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ 2) การวางแผนการเรียนรู้ 3) การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ 4) การสรุปความรู้ และการวิพากษ์ความรู้ 5) การประเมินการเรียนรู้ ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เป็นการประเมินความก้าวหน้าในการเรียน และประเมินการบรรลุจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ เพื่อนำผลมาเป็นแนวทางในการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

### 4.2.2.5 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

1) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา ((NCTM), 2000) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ต้องมีหลักการได้แก่ 1. เป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ในเนื้อหาและข้อมูลสำคัญทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งมีประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอน 2. เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน 3. เป็น

เครื่องมือที่มีคุณค่าในการตัดสินใจของครูเพื่อเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ 4. เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องในชั้นเรียนมากกว่ากิจกรรมที่ทำให้ห้องเรียนหยุดชะงัก 5. เพื่อพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ดังนี้ 1. เป็นการสะท้อนแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรรู้และสามารถทำได้ 2. เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ 3. มีความเสมอภาค 4. เป็นกระบวนการที่เปิดเผย 5. เป็นการแสดงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ 6. เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง

## 2) การประเมินผลการเรียนตามแนวคิด Constructivism เน้นการ

ประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ การประเมินจะเน้นการวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลายๆ ด้าน ประกอบด้วยความสามารถในการตั้งปัญหา และแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน ความเข้าใจในมโนคติที่ลึกซึ้ง นอกจากนี้(Jonassen, 1992) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับหลักที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างความรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วย คือ

(1) การประเมินผลการเรียนรู้ควรมีความหมายเป็นอิสระจากเป้าหมายมากขึ้น กล่าวคือ ในการประเมินไม่ควรมองที่เป้าหมายก่อนว่าต้องการให้เกิดความก้าวหน้าเพียงใดหรือไม่ต้องมีเกณฑ์ไว้อ้างอิงผลการประเมินก่อนที่จะมีการประเมิน เพราะการรู้เป้าหมายก่อน อาจทำให้เกิดความลำเอียงในการประเมินได้

(2) สิ่งที่ควรประเมินจากการเรียนรู้ คือ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้และทักษะการคิดในระดับสูง ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงเหตุผล และการรู้จักคิดของผู้เรียน ความสามารถในการนำความรู้ที่มีไปถ่ายโยงกับสถานการณ์ใหม่ หรือบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างผลงาน การประเมินควรทำให้ทั้งครูและผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเมตาคอนนิชันของผู้เรียน

(3) เนื่องจากหลักการสำคัญอย่างหนึ่งของการสร้างความรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเน้นการศึกษาที่เป็นจริง (Authentic Tasks) ซึ่งหมายถึงงานทั้งหลายที่มีประโยชน์และสัมพันธ์กับชีวิตจริง เป็นงานที่ซับซ้อนมากด้วยบริบท และเป็นงานที่ผสมผสานเนื้อหาต่างๆ ของหลักสูตร ดังนั้นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ก็ควรเป็นปัญหาที่มากด้วยบริบท มีความซับซ้อนสอดคล้องกับชีวิตจริงเช่นเดียวกับที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

(4) การประเมินผลควรผสมผสานอยู่กับการจัดการเรียนรู้หรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ที่เรียกว่าการประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับ

การเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจวัดได้เพียงความสามารถในการจำเท่านั้น

(5) การประเมินไม่ควรใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียว ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยการแสดงความรู้ ความคิดเห็น และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง เนื่องจากไม่มีใครสามารถประเมินการสร้างความรู้ของนักเรียนได้ดีที่สุดเท่ากับตัวผู้เรียนเอง และการให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินตนเองยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการควบคุมการเรียนรู้และวิเคราะห์ตนเองได้มากขึ้น

(6) ในกรณีที่จำเป็นต้องประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้มากกว่ากระบวนการแล้ว ควรใช้แฟ้มสะสมงานมากกว่าการใช้ผลงานเพียงชิ้นเดียว ในการประเมินโดยแฟ้มสะสมงานควรจะสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างทั้งในการตีความ งานที่ได้รับมอบหมายและขั้นตอนในการพัฒนางานของผู้เรียนอย่างชัดเจน

ดังนั้นการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism จะเน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ สำหรับงานวิจัยนี้มีการประเมินที่เน้นการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลายๆ ด้าน อันประกอบด้วยความสามารถด้านการมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพได้ ซึ่งการประเมินผลการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือตามแนวคิด SOLO Taxonomy มีรายละเอียดดังนี้

SOLO Taxonomy คือ ลำดับชั้นโครงสร้างผลการเรียนรู้ที่สังเกต (Structure of Observed Learning Outcomes-SOLO) (John B. Biggs & Collis, 1982) ได้จำแนกลำดับชั้น ความรู้ความเข้าใจ ความคิดรวบยอดของผู้เรียนซึ่งสังเกตได้จากการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด

อนุกรมวิธานแบบSOLO แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ได้แก่

1. ชั้นก่อนโครงสร้าง (Pre-structure: P)
2. ชั้นโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structure: U)
3. ชั้นโครงสร้างหลากหลาย (Multi-structure: M)
4. ชั้นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างความคิดรวบยอด (Relational structure: R)
5. ชั้นขยายสู่นามธรรม (Extended abstract structure: E)

ผู้เรียนสามารถนำความคิดรวบยอดต่างๆ มาเชื่อมโยงและสรุปอ้างอิงเป็นองค์ความรู้หรือข้อสรุปในเชิงนามธรรมได้ สามารถสร้างข้อสรุปจากความคิดรวบยอดต่างๆได้ เช่น กฎสูตร ทฤษฎี สมมติฐาน การอ้างอิง การสะท้อนผล



### 3) การประเมินตามแนวคิด SOLO Taxonomy The SOLO Taxonomy

เป็นชุดของเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ที่เป็นผลงานของ Biggs and Collis คือ Structure of Observed Learning Outcome (SOLO) เป็นระบบที่ช่วยให้เห็นพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนรู้จากการปฏิบัติที่ซับซ้อน จากความรู้ที่มีความหลากหลายในการปฏิบัติภาระงานทางวิชาการ โดยที่นิยามจุดประสงค์ของการเรียนรู้จากการปฏิบัติ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่ปฏิบัติได้จริง ซึ่งการใช้ SOLO Taxonomy จะช่วยให้ครูและผู้เรียนตระหนักถึงองค์ประกอบของหลักสูตรที่หลากหลายได้ชัดเจนขึ้น การประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนจะอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาผู้เรียนในลักษณะของความเข้าใจที่ซับซ้อน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวแบ่งได้เป็น 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

(1) ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-structural level) ในระดับนี้ผู้เรียนจะได้รับเพียงแต่เศษเสี้ยวของข้อมูลที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย และไม่ได้รับการจัดการ ทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหล่านั้นได้

(2) ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural level) มีการสร้างความสัมพันธ์พื้นฐานที่เห็นได้ชัดของข้อมูล แต่ความหมายของข้อมูลเหล่านั้นยังไม่ปรากฏชัด

(3) ระดับหลากหลายโครงสร้าง (Multi-structural level) ในระดับนี้อาจจะมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลายๆ ชนิด แต่ความสัมพันธ์ในระดับสูงยังไม่ปรากฏ ทำให้ความหมายโดยรวมไม่เด่นชัด

(4) ระดับที่แสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (Relational Level) ผู้เรียนสามารถเข้าใจความหมายสำคัญเพียงบางส่วนของความสัมพันธ์ทั้งหมด

(5) ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level) ผู้เรียนไม่เพียงแต่สร้างความสัมพันธ์เกี่ยวโยงในเรื่องที่ได้รับเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงเรื่องอยู่เกินขอบเขตด้วย ผู้เรียนสามารถสรุปและส่งผ่านความสำคัญ และแนวคิดที่ซ่อนอยู่ภายใต้กรณีตัวอย่าง

การจัดระดับ SOLO มีคำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน ดังตารางที่ 8 และมีการกำหนดค่าระดับคุณภาพ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 การจัดระดับ SOLO คำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน

การจัดระดับSOLO	คำถามและการตอบสนองที่คาดหวังจากผู้เรียน
ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-structural Level)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนได้รับข้อมูลเป็นส่วนๆ ที่ไม่ปะติดปะต่อกัน</li> <li>- ไม่มีการจัดการข้อมูล</li> <li>- ความหมายโดยรวมของข้อมูลไม่ปรากฏ</li> </ul>
ระดับโครงสร้างเดียว (Uni-structural Level)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลพื้นฐาน ง่ายต่อการเข้าใจ</li> <li>- ไม่แสดงความหมายของความเกี่ยวข้องของข้อมูล</li> </ul>
ระดับโครงสร้างหลากหลาย (Multi-structural Level)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลหลายๆ ชนิดเข้าด้วยกัน</li> <li>- ความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างความเกี่ยวข้องของข้อมูลไม่ปรากฏ</li> </ul>
ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (Relational Level)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ของความเกี่ยวข้องของข้อมูลได้</li> <li>- ผู้เรียนแสดงความสัมพันธ์ของความเกี่ยวข้องของข้อมูลและภาพรวมทั้งหมดได้</li> </ul>
ระดับแสดงความต่อเนื่องใน โครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนเชื่อมโยงข้อมูลนอกเหนือจากหัวข้อเรื่องที่ได้รับ</li> <li>- ผู้เรียนสามารถสรุปและส่งผ่านความสำคัญ และแนวคิดที่ซ่อนอยู่ภายใต้กรณีตัวอย่าง</li> </ul>

ตารางที่ 9 การกำหนดค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy

ค่าระดับ	สัญลักษณ์	เป้าหมาย	วิธีการแก้ปัญหา	โครงสร้าง/รายละเอียด
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>-ความสำคัญ</li> <li>-การสังเคราะห์</li> <li>-การสร้างสมมุติฐาน</li> <li>-การมีเหตุผล</li> <li>-การทำนาย</li> <li>-การอภิปราย</li> <li>-การสร้างทฤษฎี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- คำตอบจากการแก้ปัญหาที่เกิดจากการทำนาย</li> <li>- ข้อมูลที่รายงานจะมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีโครงสร้าง/ข้อความอยู่ในระดับดี มีความชัดเจนในการแนะนำและสรุปผล ชัดเจนในการจำแนกประเด็น/ ชัดเจนในการอภิปราย</li> <li>- โครงสร้างและรวบรวม มีการตัดสินใจเลือกเนื้อหาอย่างมีเหตุผลเหมาะสม ปังบอกถึงการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายมีความชัดเจนในการจำแนก พิจารณาตามลักษณะธรรมชาติ</li> </ul>
3		<ul style="list-style-type: none"> <li>-การปรับโครงสร้าง</li> <li>-การจำแนก</li> <li>-การวิเคราะห์</li> <li>-การแยกประเภท</li> <li>-การเปรียบเทียบ</li> <li>-สรุป/รวบรวม</li> <li>-ลำดับชั้น(การเรียงลำดับ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหาที่สมบูรณ์โดยต้องมีกำหนดตัวแปรที่ได้รับการประเมินหรือถูกทดสอบ</li> <li>- สมมุติฐานแล้ว</li> <li>- เป็นโครงการหรือรายงานการปฏิบัติงานงานแบบเปิดเผยที่อยู่ในระดับดี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีโครงสร้าง/ข้อความที่ดีมีความชัดเจนแนะนำสรุปผล มีโครงสร้าง มีการพัฒนาที่ดีเนื้อหาเหมาะสมมีเหตุผล มีการนำเสนอความคิดเห็นชัดเจน มีการจำแนกและแสดงเหตุผลในการอภิปรายอย่างชัดเจน</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>-อธิบาย</li> <li>-คำจำกัดความ</li> <li>-รายการ/ดัชนี</li> <li>-แก้ปัญหา/อธิบาย</li> <li>-แผนภูมิ(บรรยาย)</li> <li>-อธิบาย/ชี้แจง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นการแก้ปัญหาโดยตรงจากหลายๆ ปัญหาที่ต้องจัดการกับข้อมูลที่ละส่วน</li> <li>- เป็นโครงการหรือรายงานการปฏิบัติงานงานแบบเปิดเผยที่อยู่ในระดับต่ำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีโครงสร้าง/ข้อความที่อยู่ในระดับพอใช้ บางประเด็นมีการจำแนก มีข้อจำกัดในโครงสร้าง แต่เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเหมาะสมกับการแนะนำการสรุปผล มีการทดลองและประสบความสำเร็จอย่างจำกัด โครงสร้างบางอย่างมีข้อโต้แย้งแต่มีเพียงเล็กน้อยไม่มีความคิดใหม่</li> </ul>

ค่าระดับ	สัญลักษณ์	เป้าหมาย	วิธีการแก้ปัญหา	โครงสร้าง/รายละเอียด
1		-ชี้แจง -สภาพ/ สถานการณ์ -ยอมรับ -การนำ กลับมา -การเน้นคำ -การบันทึก ชื่อ/หัวข้อ	- เป็นการ แก้ปัญหาพื้นฐาน ที่ต้องจัดการ ข้อมูลตาม หลักเกณฑ์ที่ กำหนด - การแก้ปัญหานี้ จะอยู่ในระดับดี เฉพาะส่วนจาก ปัญหาที่ หลากหลาย	- มีโครงสร้าง/ข้อความอยู่ในระดับต่ำ ระดับ ของเนื้อหาที่มีความหลากหลายการแนะนำและ การสรุปผล อยู่ในระดับต่ำ มีการทดลอง เล็กน้อยมุ่งสนใจในปริมาณไม่เน้นคุณภาพ (ซึ่ง ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดขาดกระบวนการ คิดการออกแบบการจัดการเรียน)
0	-	-	ไม่เสนอทาง แก้ปัญหา	-ข้อความไม่เหมาะสม มีประเด็นน้อย ไม่มี โครงสร้างในการอธิบายเนื้อหา ความสัมพันธ์ กันน้อย ข้อมูลไม่ดี มีรายละเอียดไม่ตรง ประเด็น ให้ความหมายผิด บอกความสัมพันธ์ เชิงเหตุผลน้อย การมีตัวอย่างที่ไม่ดี

การกำหนดระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy ที่ผู้วิจัยใช้ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามแนวคิด SOLO Taxonomy คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน/ระหว่างเรียน/หลังเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ปรับค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy เป็น 5 ระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน

ระดับ 1 หมายถึง ระดับโครงสร้างพื้นฐาน/ ไม่ตรงตามจุดประสงค์ (Pre-structural Level)

ระดับ 2 หมายถึง ระดับโครงสร้างเดียว/ จุดประสงค์เดียว (Uni-structural Level)

ระดับ 3 หมายถึง ระดับโครงสร้างหลากหลาย/จุดประสงค์ที่หลากหลาย (Multi-structural Level)

ระดับ 4 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง/ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Relational Level)

ระดับ 5 หมายถึง ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย  
นามธรรม/การประเมินค่า (Extended Abstract Level)

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมายของระดับคะแนนเฉลี่ย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด
1.50 – 2.49	น้อย
2.50 – 3.49	ปานกลาง
3.50 – 4.49	มาก
4.50 – 5.00	มากที่สุด

ผู้วิจัยปรับระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy เป็น 5 ระดับ  
เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ความสามารถ ด้านมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ จำนวน	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับจำนวน	1.บอกความหมาย เกี่ยวกับจำนวน 2.บอกความหมาย เกี่ยวกับ	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ จำนวน	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ จำนวน
	2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์	2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์	2.บอกความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์	2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ	
	3.นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มาสรุปรวมได้	3.นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์มา สรุปรวมได้	3.นำประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์มา สรุปรวมได้	3.นำ ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์	
	4. นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้	4. นำ ประสบการณ์ใน การเรียนรู้ คณิตศาสตร์			



ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	คณิตศาสตร์ มาสรุปรวมให้ อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติ ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์ได้ 5.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ได้	มาสรุปรวมให้ อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และ สมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้			
<b>2. ความสามารถ ด้านการคิด คำนวณ</b>	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้ 2.เขียน แนวทางการ จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้ 3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้ 2.เขียนแนวทาง การจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้ 3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้ 2.เขียนแนวทาง การจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนดได้ 3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนดได้	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้ 2.เขียน แนวทางการ จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะของ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของ การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	<p>ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้</p> <p>4.ดำเนินการ จัดจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก</p> <p>ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้อย่าง ต่อเนื่อง</p> <p>5.ดำเนินการ จัดจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก</p> <p>ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้อย่างเป็น ขั้นตอน ตามลำดับจน ได้ผลลัพธ์</p>	<p>4.ดำเนินการจัด จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ</p> <p>บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้อย่าง ต่อเนื่อง</p>			
<b>3. ความสามารถ ด้านการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์</b>	1.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในโจทย์ปัญหา	1.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้	1.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้	1.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในโจทย์ปัญหา	1.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในโจทย์ปัญหา

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	ทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในขั้นตอน กระบวนการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 4. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง ได้ 5. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง จนได้คำตอบ ของปัญหา	2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน ขั้นตอน กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการ แก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ได้ 4. ดำเนินการ แก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง ได้	2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน ขั้นตอน กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้	ทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในขั้นตอน กระบวนการ แก้โจทย์ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ได้	ทาง คณิตศาสตร์ได้
<b>4. ความสามารถ ด้านการให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์</b>	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว	1.แสดงแนว ความคิดได้

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดง แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้ 4. แสดง แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล 5.สรุปแนวคิด ทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล	ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้ 4. แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล	ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับสิ่งที่ โจทย์ถามได้	ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้	

## 5. การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ

### 5.1 การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom)

#### 5.1.1 ความหมายของการสอนห้องเรียนกลับด้าน

(Bergmann & Sams, 2012) กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้าน ตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom เป็นศัพท์บัญญัติที่นิยามไว้ดังนี้ Flipped Classroom (n.) A Model of Teaching which students' homework is the traditional lecture viewed outside of class on a video. Class time is then spent on inquiry-based learning that would include what would traditionally be viewed as students' homework assignments. สรุปได้ว่าการสอนห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอน โดยที่ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการบ้านที่ได้รับผ่านสื่อ

วิดีโอ คลิป หรืออินเทอร์เน็ตนอกชั้นเรียนหรือที่บ้านล่วงหน้า แล้วมาเรียนรู้ร่วมกันอีกครั้งกับเพื่อนในห้องเรียนปกติ ซึ่งจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือ (วิจารณ์ พานิช, 2556) กล่าวว่าการเรียนการสอนแบบ Flipped classroom จัดเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบ Active learning ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำและได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไป ในการนี้ผู้สอนจะลดบทบาทในการสอนให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรงลง แต่จะไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆมากขึ้น ทั้งนี้จากงานวิจัยทางการศึกษา พบว่า หากผู้เรียนเรียนรู้จากการอ่านอย่างเดียวผู้เรียนก็จะเรียนรู้ได้เพียง 20% ถ้าจากการฟังก็จะเพิ่มเป็น 30% แต่ถ้าได้มีโอกาสได้พบเห็นก็จะเพิ่มเป็น 40% ถ้าจากการพูดก็จะเพิ่มเป็น 50% และได้ลงมือปฏิบัติเองก็จะถึง 60% และถ้าได้เรียนรู้จากกิจกรรมหลายๆอย่างที่หลากหลายก็จะเพิ่มโอกาสที่จะเรียนรู้ถึง 90% โดย Flipped classroom มีแนวคิดที่ว่า ความรู้มีอยู่รอบตัว สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ดังนั้นหากผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาบางส่วนภายนอกห้องเรียนได้ ภายในห้องเรียนก็จะมีเวลาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ทำให้นักศึกษาเกิดการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ และทักษะการมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น ซึ่ง Flipped classroom มีความมุ่งหวังให้เวลาที่ใช้ร่วมกันในห้องเรียนเกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ทุกเวลา ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาเหล่านั้นได้ตามความเหมาะสมของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความกดดันหรือความรีบเร่งในการทำความเข้าใจในบทเรียน และสามารถเข้ามาเรียนรู้และทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการ ส่วนภายในชั้นเรียนจะเป็นเวลาในการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยที่ผู้เรียน แต่ละคนจะนำความรู้ที่ตนได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจะเกิดการปฏิสัมพันธ์ต่อกัน เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และฝึกการทำงานร่วมกัน รวมทั้งผู้เรียนสามารถจะได้รับความช่วยเหลือในประเด็นที่สงสัยจากผู้สอนได้มากขึ้น จากประเด็นดังกล่าวนี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วม (Student Engagement) ในห้องเรียนได้

### 5.1.2 ขั้นตอนของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning นั้นจะมีองค์ประกอบสำคัญที่เกิดขึ้น 4 องค์ประกอบที่เป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่

(1) การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ และให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้เนื้อหา โดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย เช่น กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง เป็นต้น

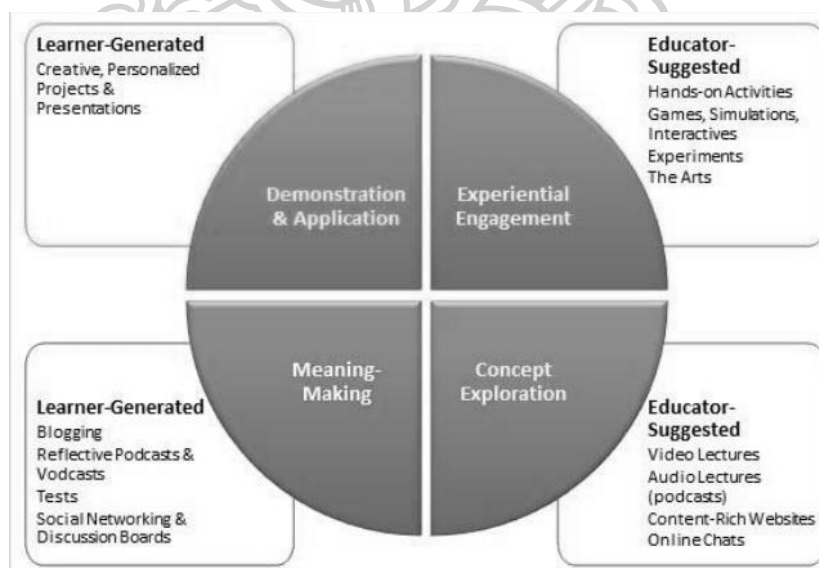


(2) การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับผู้เรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น วิกิทัศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) เว็บไซต์ หรือสื่อออนไลน์ ซึ่งการออกแบบ การสร้างสื่อ หรือเลือกสื่อออนไลน์มาใช้ ครูต้องคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของตน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนนั้นๆ ต้องเป็นสื่อที่ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ใช้งานได้ง่าย และควรมีคู่มือแนะนำการใช้งานที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และเข้าถึงได้ง่าย อีกทั้งสื่อต้องมีความหลากหลายเพราะผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกสื่อที่เหมาะสมกับความชอบของตน

(3) การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยผู้เรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างกระดานความรู้ อิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking and Discussion Boards)

(4) การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration and Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการสร้างสรรค์งานเหล่านั้น

**แผนภาพที่ 9** รูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom Model)



### 5.1.3 ประโยชน์ของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

Bergmann และ Sams กล่าวไว้ในหนังสือของเขาที่ชื่อ Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day สรุปได้ดังนี้

(1) เพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครู จากการบรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากผู้สอนไปเป็นผู้ฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคลหรืออาจเรียกว่าเป็นครูตัวต่อตัว

(2) เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนที่ผู้เรียนสมัยใหม่ชอบ โดยใช้สื่อ ICT ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของผู้เรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล

(3) ช่วยเหลือผู้เรียนที่มีงานยุ่ง ผู้เรียนสมัยนี้มีกิจกรรมมาก ดังนั้นจึงต้องเข้าไปช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทสอนที่สอนด้วยวีดิทัศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ไว ล่วงหน้าหรือเรียนตามชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกผู้เรียนให้รู้จักการจัดการใช้เวลาของตนเอง

(4) ช่วยเหลือผู้เรียนเรียนอ่อนให้ชวนขวยหาความรู้ ในชั้นเรียนปกติผู้เรียนเหล่านี้จะถูกทอดทิ้งแต่ในห้องเรียนกลับด้านผู้เรียนจะได้รับการเอาใจใส่จากผู้สอนมากที่สุดโดยอัตโนมัติ

(5) ช่วยเหลือผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพราะเด็กสามารถดูวีดิทัศน์ได้เองจะหยุดตรงไหนก็ได้ กรอกกลับ (Review) ก็ได้ตามที่ตนเองพึงพอใจที่จะเรียน

(6) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถหยุดและกรอกกลับด้วยตนเองได้ ทำให้ผู้เรียนจัดเวลาเรียนตามที่ตนเองพอใจ เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้

(7) ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับการที่เรียนแบบออนไลน์ การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านยังเป็นรูปแบบการเรียนที่ผู้เรียนยังคงมาโรงเรียนและผู้เรียนพบปะกับผู้สอน ห้องเรียนกลับด้านเป็นการประสานการใช้ประโยชน์ระหว่างการเรียนแบบออนไลน์ และการเรียนระบบพบหน้า ช่วยเปลี่ยนและเพิ่มบทบาทของผู้สอนให้เป็นทั้งพี่เลี้ยง (Mentor) เพื่อน เพื่อนบ้าน (Neighbor) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)

(8) ช่วยให้ผู้สอนรู้จักผู้เรียนดีขึ้น หน้าที่ของผู้สอนไม่ใช่เพียงช่วยให้ผู้เรียนได้ความรู้หรือเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจ รับฟังและช่วยเหลือ ส่งเสริมผู้เรียนซึ่งเป็นมิติสำคัญที่จะช่วยเสริมพัฒนาการทางการเรียนของผู้เรียน

(9) ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนด้วยตนเอง จากกิจกรรมทางการเรียนที่ผู้สอนจัด ประสบการณ์ขึ้นมานั้น ผู้เรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ดี เป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของผู้เรียนที่เคยเรียนตามคำสั่งผู้สอนหรือทำงานให้เสร็จตามกำหนดเป็นการเรียนเพื่อตนเองไม่ใช่คนอื่น ส่งผลต่อผู้เรียนที่เอาใจใส่การเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนเรียนด้วยกันจะเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติ

(10) ช่วยให้เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ตามปกติแล้วในชั้นเรียนเดียวกันจะมีผู้เรียนที่

มีความแตกต่างกันมาก มีความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับทางจะช่วยให้ผู้สอนเห็นจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อนต่อกันก็เห็น และช่วยเหลือกันด้วยจุดแข็งของแต่ละคน

(11) เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการห้องเรียน ช่วยเปิดช่องให้ผู้สอนสามารถจัดการชั้นเรียนได้ตามความต้องการที่จะทำ ผู้สอนสามารถทำหน้าที่ของการสอนที่สำคัญในเชิงสร้างสรรค์ เพื่อสร้างคุณภาพแก่ชั้นเรียน ช่วยให้ผู้เรียนรู้อนาคตของชีวิตได้ดีที่สุด

(12) เปลี่ยนความสัมพันธ์กับพ่อแม่ ประสานความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครอง ซึ่งการรับทราบและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

(13) ช่วยให้เกิดความโปร่งใสในการจัดการศึกษา การใช้ห้องเรียนแบบกลับทางโดยนำสาระคำสอนไปไว้ในวีดิทัศน์นำไปเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต เป็นการเปิดเผยเนื้อหาสาระทางการเรียนให้สาธารณชนได้ทราบ สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพการเรียนการสอนให้ผู้ปกครองทราบ

จากการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ทุกเวลา ผู้เรียนใช้เวลาในห้องเรียนให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด และผู้เรียนนำความรู้ที่ตนได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น

## 5.2 การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

### 5.2.1 ความหมายของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกในช่วงปลาย ค.ศ. 1969 โดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Science) ของ McMaster University ประเทศแคนาดา โดยเริ่มกับนักศึกษาแพทย์ฝึกหัดหลังจากนั้นได้ขยายไปสู่มหาวิทยาลัยหลายแห่ง ส่วนใหญ่นำไปใช้กับหลักสูตรของนักศึกษาแพทย์ เนื่องจากผู้เรียนสาขาแพทย์นั้นต้องใช้ทักษะวิเคราะห์ปัญหาทางการรักษาสูง ต่อมาในปี ค.ศ. 1980 การจัดการเรียนรู้แบบนี้ได้ขยายไปสู่สาขาอื่นๆ เช่น สาขาวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ และได้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรสาขาต่างๆ อีกด้วย (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551)

ดังนั้นการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา

### 5.2.2 ประเภทของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

(Bridges, 1992) ได้จำแนกการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่นำไปใช้ในห้องเรียนออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นปัญหา (Problem-stimulated PBL) แบบนี้จะใช้บทบาทของปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะแนะนำและเรียนรู้ความรู้ใหม่ การเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักที่เน้นปัญหานี้ให้ความสำคัญกับเป้าหมายหลัก 3 ประการ คือ

(1.1) การพัฒนาทักษะเฉพาะเจาะจง (Domain-specific Skills)  
 (1.2) การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving Skills)  
 (1.3) การได้มาซึ่งความรู้เฉพาะเจาะจง (Domain-specific Knowledge) โดยประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้

- (1.3.1) ผู้เรียนได้รับทรัพยากรการเรียนรู้ดังนี้
- 1) ปัญหา
  - 2) วัตถุประสงค์ที่ผู้เรียนคาดหวังว่าจะได้รับขณะปฏิบัติการ

แก้ปัญหา

- 3) รายละเอียดของทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์พื้นฐาน
- 4) ประเด็นคำถามที่เน้นมโนทัศน์ที่สำคัญและการประยุกต์ใช้ความรู้

พื้นฐาน

- (1.3.2) ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้

1) ผู้เรียนแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้นำ ผู้ช่วย  
 เหลือ ผู้บันทึก และสมาชิกกลุ่ม

- 2) จัดสรรเวลาที่ชัดเจนในแต่ละช่วงของกิจกรรม
- 3) วางแผนและจัดตารางกิจกรรมเพื่อให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด

(1.3.3) ความสามารถของผู้เรียนจะถูกประเมินโดยผู้สอน เพื่อน และผู้เรียน โดยใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต และวิธีการประเมินอื่นๆ กระบวนการทั้งหมด ผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุน และให้คำแนะนำ

(2) การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักที่เน้นผู้เรียน (Student Centered PBL) แบบนี้คล้ายกับแบบแรกในบางลักษณะ เช่น มีเป้าหมายเหมือนกัน แต่มีสิ่งที่มีมากกว่าคือ ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Fostering Life-long Learning Skills) กลุ่มแพทย์เป็นผู้ที่ต้องการการพัฒนาทำงานอยู่ตลอดเวลา ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นส่วนที่สำคัญในการปฏิบัติงาน เพราะฉะนั้นโรงเรียนแพทย์จึงนิยมใช้รูปแบบนี้ในการเรียนการสอน โดยประกอบด้วยกระบวนการที่คล้ายกับแบบแรกดังต่อไปนี้

- (2.1) ผู้เรียนได้รับสถานการณ์ของปัญหา
- (2.2) ผู้เรียนทำการฝึกปฏิบัติการแก้ปัญหาในรูปแบบกลุ่ม
- (2.3) ผู้เรียนถูกประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลายโดยผู้สอน เพื่อน และผู้เรียน

### 5.2.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สิ่งสำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะสำคัญของปัญหามีดังนี้

- (1) เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนหรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
- (2) เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบเพียงพอสำหรับการค้นคว้า
- (3) เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน ตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน คลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
- (4) ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ข้อถกเถียงในสังคมไม่มีข้อยุติ
- (5) เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้
- (6) เป็นปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังเพียงคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
- (7) เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน
- (8) ปัญหาที่อาจมีคำตอบหรือแนวทางในการแสวงหาคำตอบได้หลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
- (9) เป็นปัญหาที่มีความยากความง่าย เหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
- (10) เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลหรือทดลองดูก่อน จึงจะได้คำตอบไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาจะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
- (11) เป็นปัญหาที่ส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา

#### 5.2.4 ขั้นตอนของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (อรรถนรงค์ ปภากสิขฐ) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีหลักการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ขั้นตอนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การทำความเข้าใจคำศัพท์และข้อความของปัญหาให้ชัดเจน (Clarifying Unfamiliar Terms) ผู้เรียนทำความเข้าใจคำศัพท์ ข้อความที่ปรากฏอยู่ในปัญหาให้ชัดเจน โดยอาศัยความรู้พื้นฐานของสมาชิกในกลุ่มหรือการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราหรือสื่ออื่นๆ
- (2) การระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญ (Problem Definition) ผู้เรียนร่วมกันระบุปัญหาหรือข้อมูลสำคัญร่วมกัน โดยทุกคนในกลุ่มเข้าใจปัญหา เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ใดที่กล่าวถึงในปัญหานั้น

(3) การระดมสมอง (Brainstorm) ผู้เรียนร่วมกันระดมสมองวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ โดยอาศัยความรู้เดิมมาช่วยกันคิดอย่างมีเหตุมีผล แล้วสรุปความรู้และแนวคิดของกลุ่มเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมติฐานเพื่อใช้แก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล

(4) การวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing the Problem) ผู้เรียนร่วมกันอธิบายและตั้งสมมติฐานที่เชื่อมโยงกันกับปัญหา แล้วนำผลการวิเคราะห์มาจัดลำดับความสำคัญ โดยใช้พื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน มีการแสดงเหตุผลประกอบ

(5) การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Formulating Learning Issues) ผู้เรียนร่วมกันกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อค้นหาข้อมูลที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าความรู้ส่วนใดรู้แล้ว ส่วนใดต้องกลับไปทบทวน ส่วนใดยังไม่รู้หรือจำเป็นต้องไปค้นคว้าเพิ่มเติม

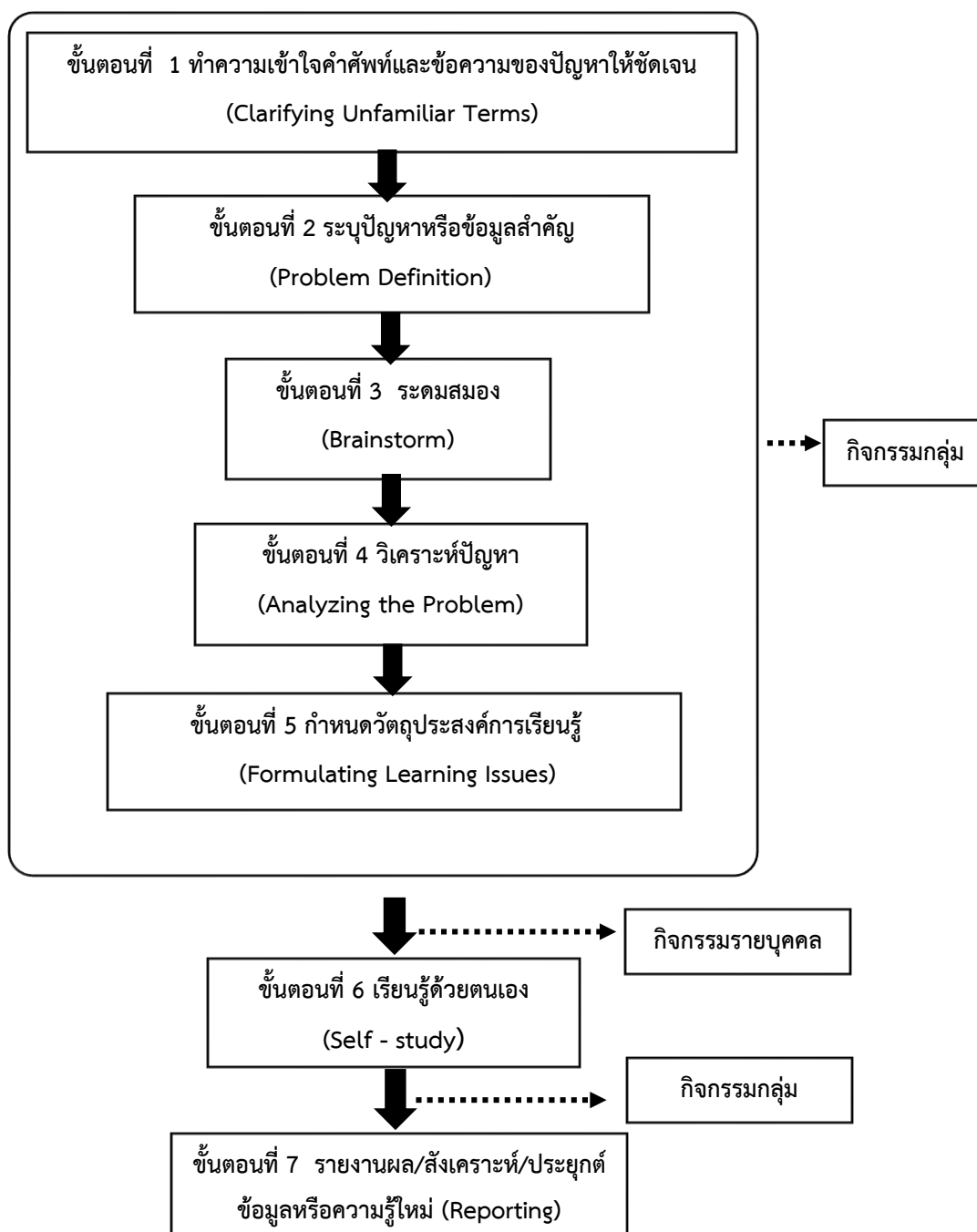
(6) การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self - study) ผู้เรียนแต่ละคนต้องศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning)

(7) การรายงานผล (Reporting) รายงานข้อมูลใหม่ที่ได้เข้ามา ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายวิเคราะห์ สังเคราะห์ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แล้วนำมาสรุปเป็นหลักการและแนวทางเพื่อนำไปใช้ต่อไป





แผนภาพที่ 10 รูปแบบการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน



จากการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ว่า ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็น ตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา

## 5.3 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

### 5.3.1 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Polya

(George. Polya, 1957) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน

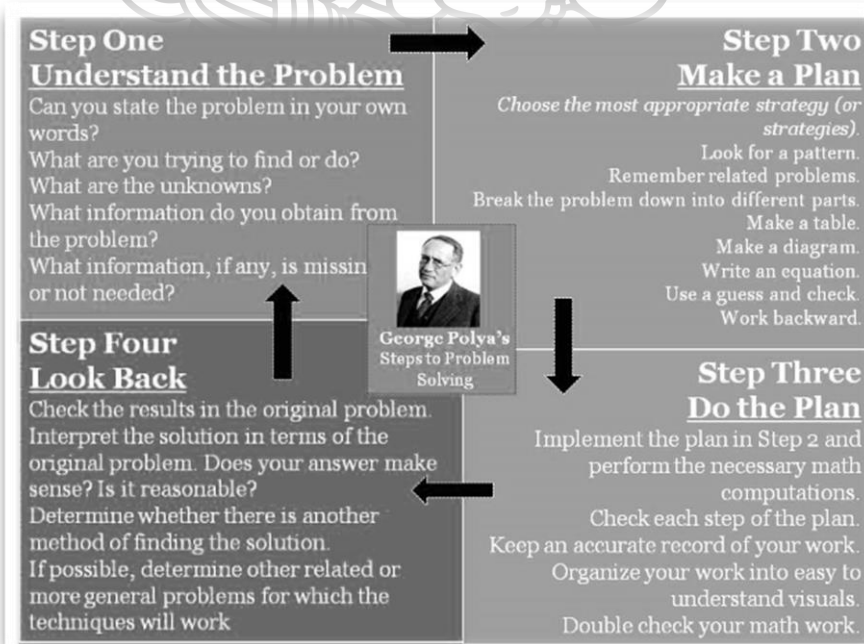
(1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the Problem) เป็นการมองไปที่ตัวปัญหา พิจารณาว่าปัญหาต้องการอะไร ปัญหากำหนดอะไรบ้าง มีสาระความรู้ใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คำตอบของปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด การทำความเข้าใจปัญหาอาจใช้วิธีการต่างๆ ช่วย เช่น การเขียนรูป การเขียนแผนภูมิ การเขียนสาระของปัญหาด้วยถ้อยคำของตนเอง

(2) ขั้นวางแผน (Make a Plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาค ด้วยวิธีใด จะแก้ได้อย่างไร ปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ มาก่อนหรือไม่ ขั้นวางแผนเป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา ผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาคที่ผู้แก้ปัญหาคมีอยู่ กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาค

(3) ขั้นดำเนินการตามแผน (Do the Plan) เป็นขั้นตอนที่ลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มรายละเอียดต่างๆ ของแผนไว้ให้ชัดเจน แล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาคใหม่

(4) ขั้นตรวจสอบ (Look Back) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาคมองย้อนกลับไปขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาคให้กะทัดรัด ชัดเจน เหมาะสมดีกว่าเดิม

แผนภาพที่ 11 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ Polya



### 5.3.2 การสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Montague

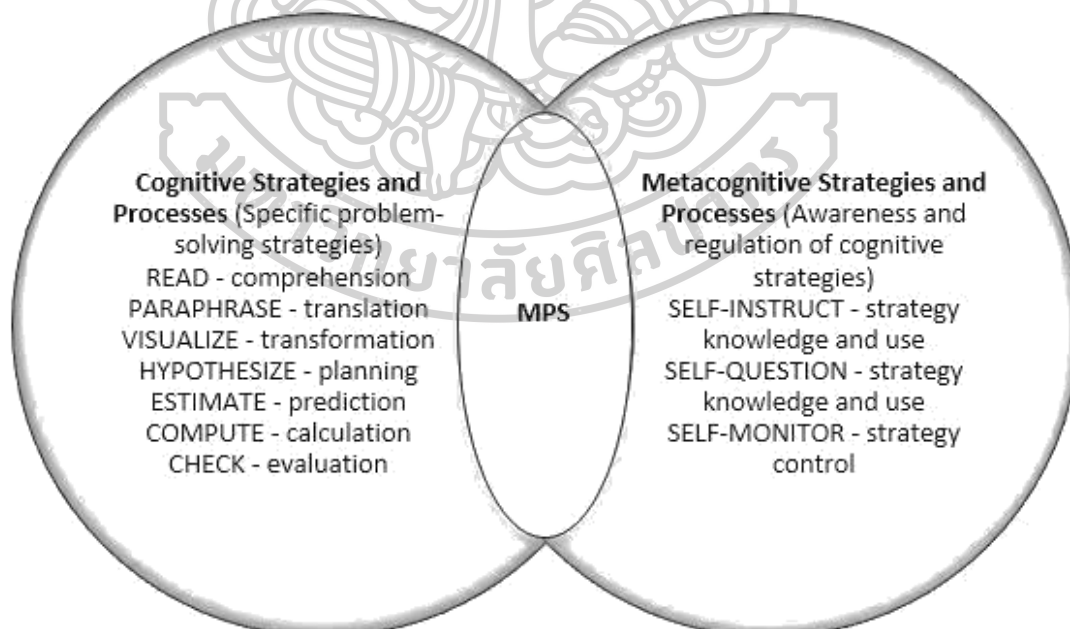
(Montague & Applegate, 1996) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยที่นักเรียนจะต้องอภิปรายถึงความสำคัญของปัญหานั้นๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งมีกระบวนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Mathematical Problem Solving) ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การอ่าน (Read) เพื่อทำความเข้าใจ
2. การแปลความหมาย (Paraphrase) ด้วยคำพูดของตนเอง
3. การเห็นภาพ (Visualize) เป็นการสร้างภาพหรือแผนผัง
4. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesize) เป็นการวางแผนวิธีการแก้ปัญหา
5. การประมาณ (Estimate) เป็นการคาดคะเนคำตอบ
6. การคำนวณ (Compute) เป็นการคำนวณหาคำตอบ
7. การตรวจสอบ (Check) เป็นการตรวจสอบคำตอบเพื่อยืนยันความถูกต้อง

ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจุดเน้นที่การสอนตนเอง

การถามตนเอง และการตรวจสอบตนเอง

แผนภาพที่ 12 Mathematical Problem Solving



จากที่กล่าวในข้างต้นสรุปได้ว่าผู้เรียนต้องมีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีขั้นตอน มีดังนี้

1. **ขั้นการทำความเข้าใจ** เป็นการทำความเข้าใจในปัญหา โดยการอ่าน การแปลความหมาย หรือการสร้างเป็นภาพ/แผนผัง
2. **ขั้นวางแผน** เป็นการนำประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน หรือพิจารณาหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปัญหา แล้วกำหนดแนวทางเพื่อแก้ปัญหา
3. **ขั้นดำเนินการ** เป็นการคาดคะเน และคำนวณหาคำตอบของปัญหา
4. **ขั้นตรวจสอบ** เป็นการตรวจสอบคำตอบเพื่อยืนยันความถูกต้อง

#### 5.4 การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด

การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนรู้คุณลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยสามารถระบุลักษณะเด่น ลักษณะรองของสิ่งนั้นได้ สามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ครูจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการนำเสนอเหตุการณ์รายละเอียดของสิ่งต่างๆ ให้ผู้เรียนได้รับรู้ สังเกต พิจารณาลักษณะเด่นและลักษณะประกอบของสิ่งนั้นๆ
  2. ครูให้ผู้เรียนระบุลักษณะเด่น และลักษณะรองของสิ่งที่ได้สังเกต และหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่แตกต่างกัน
  3. ครูให้ผู้เรียนสรุปลักษณะสำคัญที่สังเกตได้ พร้อมกับให้ชื่อของสิ่งนั้น
  4. ครูตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนและความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของชื่อ ความคิดรวบยอดนั้น
  5. ครูกำหนดสถานการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นไปใช้
- จากการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดสรุปได้ว่า ผู้เรียนรู้คุณลักษณะเด่น ลักษณะรองของเรื่องหรือเหตุการณ์นั้นๆ ได้ และสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

#### 5.5 การสอนแบบสาธิต (Demonstration)

การสอนแบบสาธิต เป็นการสอนที่ดำเนินการโดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และแสดงวิธีการหาคำตอบ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติตาม หากครูอธิบายได้ดีจะเป็นวิธีที่ประหยัดเวลา มีขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. บอกความคิดรวบยอด ครูเป็นผู้กำหนดเรื่องที่จะสอนและบอกความคิดรวบยอดของเรื่องที่จะสอน เช่น ตัวประกอบของจำนวนนับใดๆ คือ จำนวนนับที่หารจำนวนนั้นได้ลงตัว
2. เสนอตัวอย่าง ครูแสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดูหลายๆ ตัวอย่าง เช่น  $36 \div 6 = 6$ ,  $45 \div 9 = 5$ ,  $56 \div 7 = 8$  ฯลฯ และครูแสดงจำนวนที่หารไม่ลงตัว เช่น  $27 \div 6 = 4$  เศษ 3,  $41 \div 8 = 5$  เศษ 1,  $58 \div 7 = 8$  เศษ 2 ฯลฯ พร้อมทั้งสรุปได้ความคิดรวบยอดตามที่กำหนดไว้ว่า จำนวนที่หารจำนวนใดลงตัวก็เป็นตัวประกอบของจำนวนนั้น

ในการสอนระหว่างขั้นที่ 1 บอกความคิดรวบยอด และขั้นที่ 2 เสนอตัวอย่างอาจสลับขั้นกันได้ บางครั้งอาจเสนอตัวอย่างก่อนแล้วจึงสรุปความคิดรวบยอด

3. ฝึกปฏิบัติ ให้ผู้เรียนปฏิบัติโดยแสดงวิธีแก้ปัญหาโจทย์ที่มีความคิดรวบยอดตามที่เรียนไป โดยเรียนรู้จากแนวคิดที่ครูแสดงให้ดู

จากการสอนแบบสาธิตสรุปได้ว่า ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติตาม โดยครูเป็นผู้ดำเนินการกำหนดปัญหา และแสดงวิธีการแก้ปัญหาหาคำตอบ

### 5.6 การสอนแบบนิรนัย (Deductive Method)

การสอนแบบนิรนัยเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนรู้หลักเกณฑ์หรือข้อเท็จจริงเสียก่อน แล้วจึงให้เรียนข้อเท็จจริงปลีกย่อย หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการสอนจากกฎไปหาตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. อธิบายปัญหา (Statement of Problem) ครูอธิบายว่าอะไรคือปัญหาและปัญหานั้นมีความสำคัญอย่างไร

2. การสรุปนัยทั่วไป (Generalization) ครูแนะนำและอธิบาย สูตร กฎ นิยาม ความจำเป็นต้องนำมาใช้แก้ปัญหานั้น

3. อนุมาน (Inference) นักเรียนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกการใช้กฎเกณฑ์หรือสูตร หรือนิยามมาใช้เพื่อแก้ปัญหานั้น

4. ตรวจสอบพิสูจน์ (Verification) เมื่อนักเรียนนำกฎหรือสูตรหรือนิยามมาใช้แล้ว นักเรียนจะต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าถูกต้องหรือไม่ ในขั้นนี้อาจมีการค้นคว้าจากหนังสือหรือเอกสารหรือหลักฐานต่าง ๆ

จากการสอนแบบนิรนัยสรุปได้ว่า ผู้เรียนเรียนรู้หลักเกณฑ์หรือข้อเท็จจริงไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด

### 5.7 การสอนแบบใช้เกม (Games Method)

เกมเป็นการเล่นที่มีกฎกติกา มีการกำหนดสถานที่ เวลาในการเล่น เป็นการเล่นแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรืออาจเล่นสนุกๆ จะมีอุปกรณ์การเล่นหรือไม่ก็ได้ เป็นการประยุกต์นำเอาวัฒนธรรมวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนมาจำลองให้เล่นในรูปของเกม ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน มีความสามัคคี และช่วยให้เกิดพัฒนาการด้านต่างๆ แก่ผู้เล่น ซึ่งในการเล่นเกมนั้นจะต้องมีการประเมินผลของผู้เล่น (บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ, 2554)

การสอนเกม เป็นการสอนโดยการใช้เกมนักการศึกษาได้จัดลำดับขั้นในการสอนเกมไว้ดังนี้ (พีระพงศ์ บุญศิริ, 2539) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสอนเกมตามลำดับดังนี้

1. อบอุ่นร่างกายเพื่อสร้างความพร้อมทางกาย
2. บอกชื่อเกม

3. จัดรูปแบบการเล่นและสาธิต
4. ชี้แจงกฎกติกา ระเบียบการเล่นและการตัดสินใจ
5. ทดลองหรือสาธิตการเล่น
6. ดำเนินการเล่น
7. อภิปรายและสรุป
8. สุขปฏิบัติ

(อุทัยรัตน์ เศวตจินดา, 2540) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเล่นเกมนี้อย่างนี้

1. บอกชื่อเกมให้เด็กทราบ
2. จัดเด็กให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ
3. อธิบายวิธีการเล่นเกม รวมทั้งกฎ กติกา และการตัดสินใจ
4. สาธิตให้ดู เพื่อความเข้าใจยิ่งขึ้น
5. ตอบคำถามเพิ่มเติมในกรณีที่เด็กไม่เข้าใจ
6. เริ่มเล่นเกมควรดำเนินเกมให้ผ่านไปด้วยความรวดเร็วเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย
7. เมื่อเล่นเกมจบแล้วต้องมีการสรุปประเด็นหรือแง่คิดที่ได้จากเกม

(ดนู จีระเดชากุล, 2541) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการสอนเกมนี้อย่างนี้

1. บอกชื่อเกมให้ผู้เรียนรู้
2. จัดผู้เล่นให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ
3. อธิบายวิธีการเล่น แจ้างกฎ กติกา และการตัดสินใจ
4. สาธิตให้ดูเมื่อผู้เล่นไม่เข้าใจ
5. ตอบคำถาม ชักซ้อมความเข้าใจ
6. เริ่มเล่น

จากการสอนแบบใช้เกมสรุปได้ว่า ผู้เรียนต้องแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรือเล่นสนุกๆ จะมีอุปสรรคในการเล่นหรือไม่ก็ได้ มีขั้นตอนการสอนเกมได้ดังนี้

1. บอกชื่อเกมให้ผู้เรียนรู้ทราบ
2. ชี้แจงวิธีการปฏิบัติในเกมอย่างละเอียด
3. ผู้จัดเกมอาจจะสาธิตการเล่นเกมแต่ละเกมให้ดูเป็นตัวอย่างเพื่อให้ผู้เล่นเข้าใจ นำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง และบรรลุจุดประสงค์ของเกม
4. เริ่มเล่นเกมควรดำเนินเกมให้ผ่านไปด้วยความรวดเร็วเพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย
5. เมื่อจบเกมผู้เล่นต้องสรุปประเด็นหรือข้อคิดที่ได้จากเกม

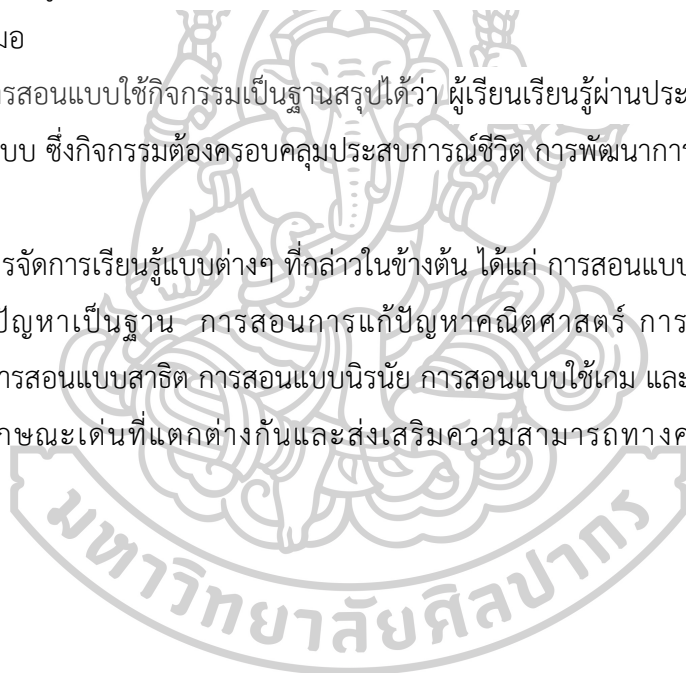


## 5.8 การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน

เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ในเนื้อหาทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนทุกคนในกลุ่มเป็นผู้ปฏิบัติ ครูเป็นพี่เลี้ยงหรือผู้คอยให้คำแนะนำ ซึ่งกิจกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นี้ต้องมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เนื้อหานั้นๆ ที่สำคัญมีจุดมุ่งหมายคือ เรียนรู้ด้วยความสนุกสนาน และน่าสนใจ ไม่ซ้ำซากจนก่อให้เกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นครูจึงต้องเป็นผู้ออกแบบกิจกรรม (Activity Designer) มีอาชีพ เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา การเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง ครอบคลุมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนและสามารถมองเห็นภาพกิจกรรมได้ สิ่งที่ครูต้องสร้าง (Constructed) ให้เกิดมีขึ้นในตัวครูคือความคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) เพื่อจะได้อรรถกถาความต้องการและความคิดแท้จริงของนักเรียน เพื่อเข้าใจความต้องการของนักเรียน เป็นบุคคลที่ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อพัฒนาตนให้มีความสามารถสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใหม่และน่าสนใจอยู่เสมอ

จากการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐานสรุปได้ว่า ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จากกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ออกแบบ ซึ่งกิจกรรมต้องครอบคลุมประสบการณ์ชีวิต การพัฒนาการทางสติปัญญา และทางวิชาการ

จากการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ที่กล่าวในข้างต้น ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนแบบใช้เกม และการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน มีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันและส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ดังตารางที่ 12



ตารางที่ 12 การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์				ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	การนำไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์	ด้านความคิดคำนวณ	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน	✓				<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ทุกเวลา</li> <li>- ผู้เรียนใช้เวลาในห้องเรียนเกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด</li> <li>- ผู้เรียนนำความรู้ที่ตนได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้บทสอนที่สอนด้วยวีดิทัศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ทุกเวลา</li> </ul>
การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน			✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือเกิดจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนเคยเผชิญมา</li> </ul>
การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์			✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนต้องแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผน ขั้นคิดคำนวณ/หาคำตอบ ขั้นตรวจสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน</li> </ul>

การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์				ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	การนำไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีโมเดลทางคณิตศาสตร์	ด้านการคิดคำนวณ	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด	✓				- ผู้เรียนรู้คุณลักษณะเด่น ลักษณะรองของเรื่องหรือเหตุการณ์นั้นๆได้ และสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้	- การกำหนดสถานการณ์ แล้วเปรียบเทียบลักษณะเหมือนและลักษณะต่างเพื่อไปสู่ความคิดรวบยอด
การสอนแบบสาธิต	✓	✓			- ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติตาม โดยครูเป็นผู้ดำเนินการ กำหนดปัญหา และแสดงวิธีการแก้ปัญหาหาคำตอบ	- การกำหนดปัญหา อธิบายสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติตาม ใช้ความคิดรวบยอดที่ได้ในการแก้ปัญหา
การสอนแบบนิรนัย	✓				- ผู้เรียนเรียนรู้หลักเกณฑ์หรือข้อเท็จจริงไปสู่ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด	- การเรียนรู้จากหลักเกณฑ์ไปสู่ตัวอย่างหรือรายละเอียดปลีกย่อย

การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์				ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ	การนำไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ด้านการคิดคำนวณ	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
การสอนแบบใช้เกม		✓	✓		- ผู้เรียนต้องแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรือเล่นสนุกๆ จะมีอุปกรณ์การเล่นหรือไม่มีก็ได้	-การเล่นที่มีกฎกติกา เป็นการเล่นแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรืออาจเล่นสนุกๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้
การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน		✓	✓		-ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จากกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ออกแบบ ซึ่งกิจกรรมต้องครอบคลุมประสบการณ์ชีวิต การพัฒนาการทางสติปัญญา และทางวิชาการ	-การออกแบบกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครอบคลุมประสบการณ์ชีวิต การพัฒนาการทางสติปัญญา และทางวิชาการของผู้เรียน

จากตารางที่ 12 การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบสาธิตส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และด้านการคิดคำนวณ การสอนแบบนิรนัยส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบใช้เกมส่งเสริม

ความสามารถด้านการคิดคำนวณและด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสอนโดยใช้กิจกรรม เป็นฐานส่งเสริมความสามารถด้านการคิดคำนวณและด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำ ลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ มาดำเนินการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน (JOICE Model) ดังตาราง ที่ 13 มีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 13** การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model)

กระบวนการ/ ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน (JOICE Model)	ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์			การจัดการเรียนรู้ แบบต่างๆ	การดำเนินการจัด การเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีโมเดลทางคณิตศาสตร์	ด้านการคิดคำนวณ	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		
1) การเตรียม ความพร้อมอย่าง สนุกสนาน (Joyful Preparation: J)	✓			-การสอนแบบ ห้องเรียนกลับด้าน	1. ครูใช้สื่อการเรียนรู้จาก สื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทาง คณิตศาสตร์ที่เป็น รูปธรรมอยู่บน อินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่อง ที่จะเรียนรู้เพื่อเตรียม ความพร้อมให้นักเรียน เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่าง สนุกสนาน 2. ครูตั้งคำถาม ถ้าม นักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

กระบวนการ/ ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน (JOICE Model)	ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์				การจัดการเรียนรู้ แบบต่างๆ	การดำเนินการจัด การเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ด้านการศึกษาค้นคว้า	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
2) การทำความเข้าใจชัดเจน (Obvious Knowledge: O)	✓	✓			-การสอนเพื่อให้เกิด ความคิดรวบยอด -การสอนแบบสาธิต -การสอนแบบนิรนัย	3. ครูกำหนด 2 กลุ่ม สถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบ หาลักษณะที่เหมือนกัน และลักษณะที่ต่างกัน เพื่อ นำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิด รวบยอด) หรือคำจำกัด ความของเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์นั้นๆ 4. ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ให้นักเรียน แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้ง ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบการแก้ปัญหา



กระบวนการ/ ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน (JOICE Model)	ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์				การจัดการเรียนรู้ แบบต่างๆ	การดำเนินการจัด การเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมีโน้ตบันทึกทางคณิตศาสตร์	ด้านการคิดคำนวณ	ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
3) การเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมที่ หลากหลาย (Infinite Activities: I)			✓		-การสอนแบบใช้เกม -การสอนแบบใช้ กิจกรรมเป็นฐาน	5. นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ประกอบ 6. นักเรียนฝึกฝน ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ ผ่านการ เรียนรู้โดยใช้กิจกรรม คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่ง เป็นกิจกรรมหรือเกมที่ แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความ สามารถทางคณิตศาสตร์
4) การตรวจสอบ ประสบการณ์การ เรียนรู้ (Check Learning Experience: C)				✓	-การสอนแบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน -การสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	7. นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นใน ชีวิตจริง หรือเกิดจาก ประสบการณ์ที่นักเรียนเคย เผชิญมา มาแก้ปัญหาและ คำนวณหาคำตอบของ ปัญหา ที่กำหนด โดย ตรวจสอบ ความถูกต้องจาก เพื่อน

กระบวนการ/ ขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ ในชั้นเรียน (JOICE Model)	ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์				การจัดการเรียนรู้ แบบต่างๆ	การดำเนินการจัด การเรียนรู้ในชั้นเรียน
	ด้านการมี โน้ตค้นทางคณิตศาสตร์	ด้าน การคิดคำนวณ	ด้านการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ด้าน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์		
						สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บน อินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้
5) การ ประเมินผลการ เรียนรู้ (Evaluate Learning: E)				✓ -การสอนแบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน -การสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์		8.นักเรียนทำบันทึกการ เรียนรู้ สุชีวิตจริง เพื่อ ประเมินองค์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ และการนำ องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ ในชีวิตจริงด้านการคิด คำนวณ การแก้ปัญหา การ ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิม ผสมผสาน สรุปลงเป็นองค์ ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจน ด้วยความเข้าใจกระจ่าง แจ้งจากกิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ไป

จากตารางที่ 13 สรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model) ได้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วัตถุทัศน เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถ้าม

นักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้ ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจำจรัสจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน โดยออกแบบและดำเนินการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์แบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R<sub>1</sub>): ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.2 สังเคราะห์แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากครู และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.4 วิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของผู้เรียน (Needs Analysis) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D<sub>1</sub>): ออกแบบและพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model แบ่งเป็น 2 ขั้น ดังนี้

2.1 การออกแบบ (Design) เพื่อจัดทำารูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model แผนการจัดการเรียนรู้ตาม JOICE Model และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.2 การพัฒนา (Development) เพื่อพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model แผนการจัดการเรียนรู้ตาม JOICE Model และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R<sub>2</sub>): ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง แบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้น ดังนี้

3.1 เตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3.2 ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

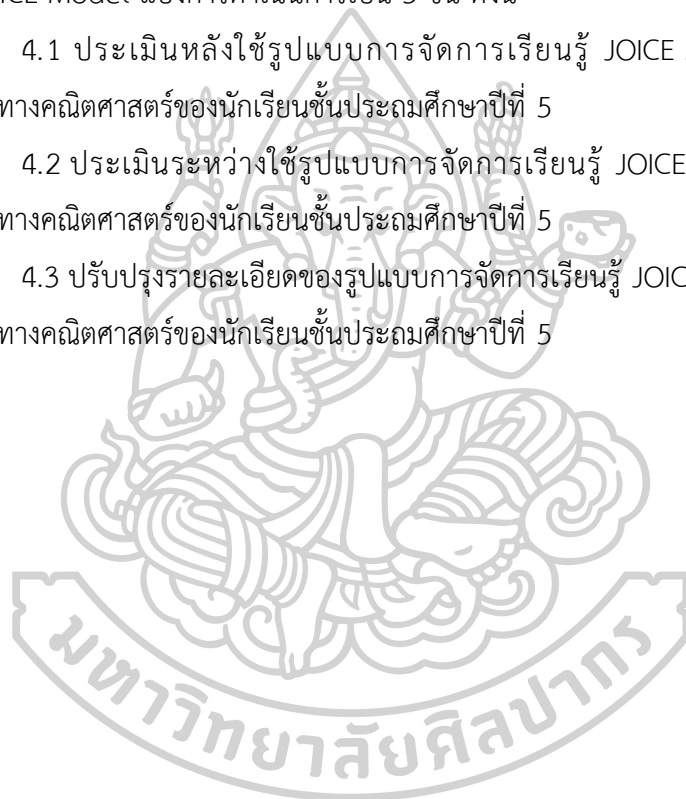
3.3 ประเมินผลการจัดการเรียนรู้การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4. ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D<sub>2</sub>): ประเมินประสิทธิผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model แบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้น ดังนี้

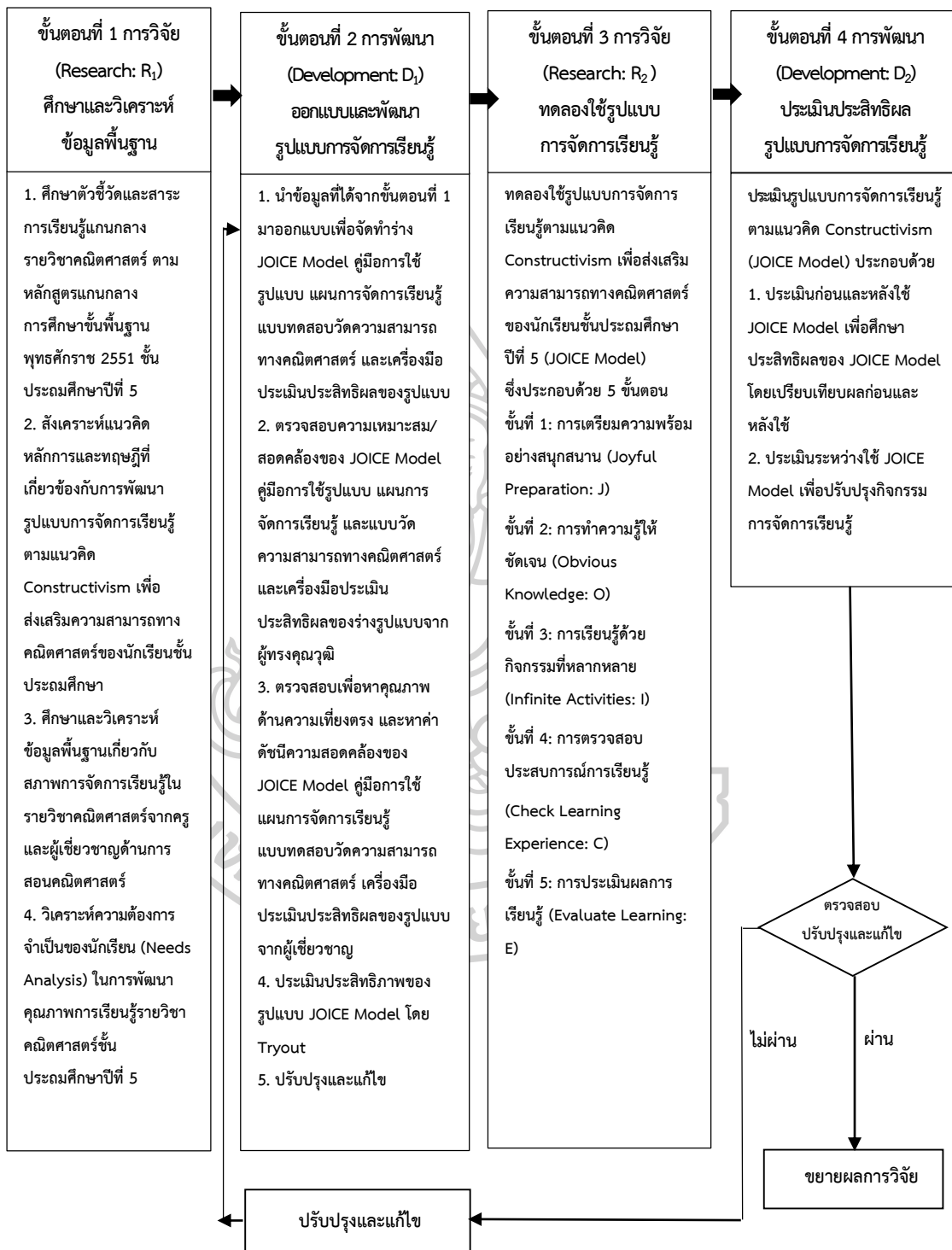
4.1 ประเมินหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.2 ประเมินระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

4.3 ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



แผนภาพที่ 13 กรอบดำเนินการวิจัย





## ขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R1): ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน และพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.2 เพื่อสังเคราะห์แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

1.3 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากครู และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.4 เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของนักเรียน (Needs Analysis) ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### 2. วิธีดำเนินการ

2.1 ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเอกสาร ได้แก่ เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เอกสารการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารการประเมินประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับนานาชาติ วิชาคณิตศาสตร์ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) นำมาสรุปเป็นสาระสำคัญ

2.2 สังเคราะห์แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด หลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่

(1) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ Houghton Mifflin (สหรัฐอเมริกา) Marsh, C.J. (สิงคโปร์) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา

(2) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา

- (3) แนวคิดและทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism)
- (4) ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักจิตวิทยา ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย บรูเนอร์ สกินเนอร์ และดีนส์
- (5) องค์กรประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Klausmeir, Gerlach and Ely, Brown Lewis and Harclerod, Hannafin and Peck, Tripp and Bichelmeyer, Gagné, Briggs and Wager, Kemp, Glasser, Cast, Instructional System Design และ ทิศนา ขัมมณี
- (6) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ได้แก่ ทฤษฎี Constructivist, John Biggs' 3-P model, Outcome-Driven model, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน และ SU Learning Model
- (7) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ การประเมินผลตามแนวคิด Constructivism และตามแนวคิด SOLO Taxonomy
- (8) การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนแบบใช้เกม และการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน แล้วนำมาสรุปเป็นกรอบการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

2.3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากครู/ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ /ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเองมาเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์

2.4 วิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของนักเรียน (Needs Analysis) ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แล้วสรุปความต้องการจำเป็นของนักเรียน

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.1 แบบวิเคราะห์เอกสารแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมี มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3.2 แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์/ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา

3.3 แบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียน (Needs Analysis) ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

#### 4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

4.1 แบบวิเคราะห์เอกสารแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

(1) ศึกษาเอกสาร หนังสือเกี่ยวกับการสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

(2) กำหนดประเด็นการวิเคราะห์เอกสารและสร้างแบบวิเคราะห์เอกสาร

(3) นำแบบวิเคราะห์เอกสารเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจน ถูกต้องและเหมาะสมของภาษา เนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อนำข้อเสนอแนะมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

(4) นำแบบวิเคราะห์เอกสารไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของแบบวิเคราะห์เอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีเกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง มีความสอดคล้องมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 หมายถึง มีความสอดคล้องมาก

ระดับคะแนน 3 หมายถึง มีความสอดคล้องปานกลาง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง มีความสอดคล้องน้อย

ระดับคะแนน 1 หมายถึง มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

ในการหาคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสาร จะพิจารณาจากเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความสอดคล้องมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความสอดคล้องมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความสอดคล้องปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความสอดคล้องน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าความสอดคล้องต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1.00 แสดงว่าข้อความในเอกสารมีความสอดคล้อง หากมีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวก็ให้ปรับปรุงแก้ไขก่อน ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวิเคราะห์เอกสารจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ทุกรายการมีค่าความสอดคล้องระหว่างรายการที่ใช้วิเคราะห์เอกสารกับรายละเอียดที่ศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่  $\bar{x} = 4.55$ , S.D. = 0.51 ถึง  $\bar{x} = 4.68$ , S.D. = 0.42 ซึ่งแสดงว่าแบบวิเคราะห์เอกสารที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

4.2 แบบสัมภาษณ์การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา

(1) เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน สิ่งที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ สภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

(2) สร้างแบบสัมภาษณ์การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา แล้วนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) นำแบบสัมภาษณ์ครูที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน สิ่งที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ สภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่าง

นักเรียนกับนักเรียน และการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมาย เช่นเดียวกันกับการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบวิเคราะห์เอกสาร ซึ่งผลการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด และมาก โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่  $\bar{x} = 4.64$ , S.D. = 0.58 ถึง  $\bar{x} = 4.18$ , S.D. = 0.82 ซึ่งแสดงว่าแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

4.3 แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์หลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

(1) เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อขั้นตอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

(2) สร้างแบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์หลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา แล้วนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) นำแบบสัมภาษณ์ครูที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์



ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมาย เช่นเดียวกันกับการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบวิเคราะห์เอกสาร ซึ่งผลการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมาก และมาก โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่  $\bar{X} = 4.10$ , S.D. = 0.67 ถึง  $\bar{X} = 4.05$ , S.D. = 0.94 ซึ่งแสดงว่าแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

4.4 แบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียน (Needs Analysis) ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

(1) ศึกษาแบบสอบถามแบบความต้องการจำเป็นของนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนข้อความแสดงความต้องการจำเป็นของนักเรียน

(2) สร้างแบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียน โดยปรับภาษาและข้อความให้สอดคล้องกับบริบท บทบาทและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ กำหนดข้อความแสดงความต้องการจำเป็นของนักเรียน ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถามแบบการเรียนรู้ในด้านการใช้ภาษา และความสอดคล้องของข้อความแสดงความต้องการจำเป็นของนักเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ มีเกณฑ์การพิจารณาเช่นเดียวกับแบบวิเคราะห์เอกสาร

(3) นำแบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบสอบถาม ซึ่งมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของแบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับบริบท บทบาทและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมาย เช่นเดียวกันกับการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบวิเคราะห์เอกสาร เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็น



กรอบแนวคิดในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งผลการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมาก และมาก โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่  $\bar{x} = 4.09$ , S.D. = 0.86 ถึง  $\bar{x} = 4.12$ , S.D. = 0.73 ซึ่งแสดงว่าแบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

(4) นำแบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียนมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 35 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

(5) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ( $\alpha$ -Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.85 ซึ่งแสดงว่า แบบสอบถามความต้องการจำเป็นของนักเรียน มีคุณภาพด้านความเชื่อมั่น (Reliability) สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

4.5 แบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

(1) เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิด โดยมีประเด็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) สื่อการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ และสิ่งที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบในการสร้างแบบสัมภาษณ์

(2) สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา แล้วนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์เชิงทฤษฎีและนำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) และความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของ Likert ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของแบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษา ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของประเด็นในการสัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมาย เช่นเดียวกันกับการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบวิเคราะห์เอกสาร ซึ่งผลการตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญพบว่า ค่าความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามกับรายละเอียดที่ศึกษาในแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมาก และมาก โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่  $\bar{x} = 4.46$ , S.D. = 0.53 ถึง  $\bar{x} = 4.59$ , S.D. = 0.42 ซึ่งแสดงว่าแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้



**ตารางที่ 14** สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การวิจัย (Research: R<sub>1</sub>): ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล/กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1.เพื่อศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง รายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	การวิเคราะห์เอกสาร	สาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้	ผลสรุปของตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางรายวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2.เพื่อสังเคราะห์แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา	การสังเคราะห์เอกสาร	แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism และความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา	แบบสังเคราะห์เอกสาร	การสังเคราะห์แนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่มาใช้พัฒนารูปแบบ	ผลสรุปของแนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
3. เพื่อศึกษาและ วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน เกี่ยวกับสภาพการจัดการ เรียนรู้ในรายวิชา คณิตศาสตร์จากครู ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์ และนักเรียน	การสัมภาษณ์	ครูผู้สอน คณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน การสอน คณิตศาสตร์และ นักเรียน	แบบสัมภาษณ์	ความถี่ของ ข้อมูลการจัดการ เรียนรู้แบบต่างๆ	ผลสรุปของความ ต้องการจำเป็นในการ จัดการเรียนรู้รายวิชา คณิตศาสตร์
4. เพื่อวิเคราะห์ความ ต้องการจำเป็นของ นักเรียน (Needs Analysis) ในการพัฒนา คุณภาพการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5	การตอบ แบบสอบถาม	นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5	แบบสอบถาม	$\bar{X}$ , S.D.	ผลสรุปของความ ต้องการจำเป็นของ นักเรียน (Needs Analysis) ในการ พัฒนาคุณภาพการ เรียนรู้รายวิชา คณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

## ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development: D1): ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model

การออกแบบ (Design) เพื่อจัดทำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
Constructivism (JOICE Model) ประกอบด้วย คู่มือการใช้ JOICE Model และเครื่องมือวัด  
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำหรับใช้เป็นแนวทางในการ  
พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนว Constructivism โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model คู่มือการใช้รูปแบบการ  
จัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 5

1.2 เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.3 เพื่อตรวจสอบคุณภาพและยืนยันความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการ  
เรียนรู้ JOICE Model คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด

Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.4 เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

## 2. วิธีดำเนินการ

2.1 พัฒนาร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model) โดยนำข้อมูลที่เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในขั้นตอนที่ 1 มาใช้ในการสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model)

2.2 พัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model) ได้แก่

(1) คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model)

(2) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model)

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model) เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น จำนวน 3 ฉบับ และแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง

2.3 ตรวจสอบคุณภาพเพื่อยืนยันความเหมาะสมของร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้และคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลังใช้รูปแบบ และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.4 ตรวจสอบประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยการทดลองใช้ภาคสนาม

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model)

3.2 คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model)

3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง จำนวน 15 แผนการจัดการเรียนรู้

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถด้านมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ

### 4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

4.1 การสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์เอกสารแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

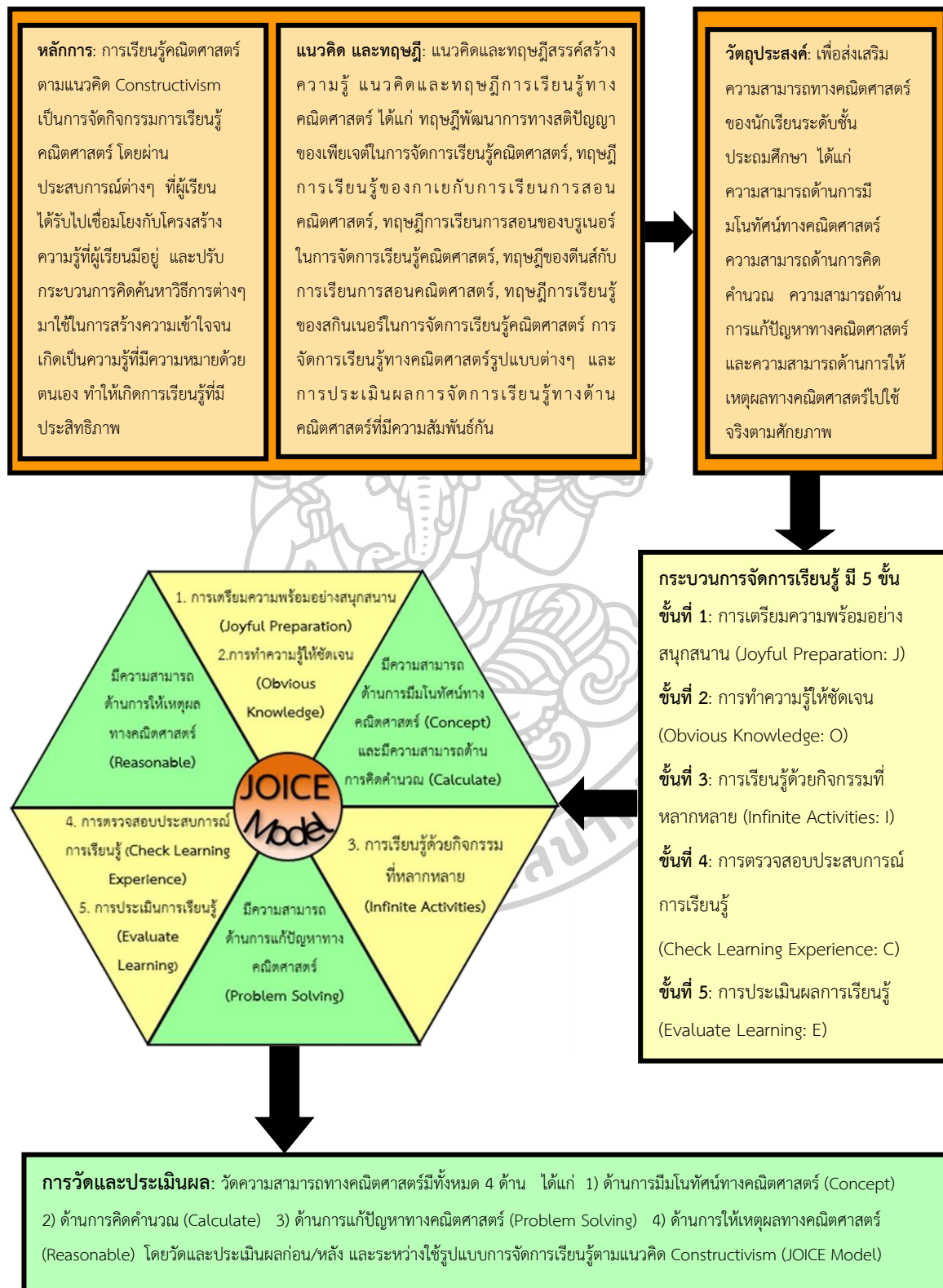
(1) ร่างรูปแบบโดยนำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวิเคราะห์เอกสารแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มาสังเคราะห์เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) ซึ่งประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) แนวคิดและทฤษฎี 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล แสดง



รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ดังแผนภาพที่ 14



**แผนภาพที่ 14** ร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ชั้น มีรายละเอียดดังนี้

### ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation:

J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มาส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

### ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะ

เด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยมาส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน ได้แก่ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่โน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)

ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน มาส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์

### ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning

Experience: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ 7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้

### ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะ

เด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาส่งเสริมความสามารถ

ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป

(2) นำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (JOICE Model) ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเชิงทฤษฎีแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าควรปรับ แก้ไขข้อในแต่ละชั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้คำที่มีความหมายชัดเจนเหมาะสมกับการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนและง่ายต่อการเข้าใจ ผู้วิจัยได้ดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอนี้

4.2 พัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (JOICE Model) ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

(1) ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ตำราและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้

(2) สร้างคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง มุม

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีการวัดและประเมินผลจากการสังเกต การตอบคำถาม การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ การทำงานเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งมีการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน (SOLO Taxonomy) 5 ระดับ ดังตารางที่ 11 ในข้างต้น

(3) นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเชิงทฤษฎีแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ แนะนำให้ปรับแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย แนวคิดและทฤษฎีสรุปลงความรู้ (Constructivist Learning Theory) แนวคิด/

ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Learning Theory) และรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Model of Teaching in Mathematics) โดยให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Model of Teaching in Mathematics) เป็นการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ (Assessment for Learning in Mathematics) ที่มีความสัมพันธ์กันกับแนวคิด Constructivism สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้เขียนอธิบายแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ลงในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามข้อเสนอแนะ

(4) นำคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของสาระสำคัญในคู่มือ รายละเอียดในคู่มือและแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ซึ่งสาระสำคัญในคู่มือ ประกอบด้วยแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล รวมทั้งรายละเอียดในคู่มือที่มีความชัดเจนเพียงพอที่จะทำให้ผู้ที่ต้องการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เข้าใจในองค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทราบถึงสิ่งที่ต้องศึกษา จัดเตรียมและใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้มีความชัดเจน เพียงพอสำหรับการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุดกับผู้เรียนและใช้แบบประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการประเมินผล การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของสาระสำคัญในคู่มือ รายละเอียดในคู่มือและแนวทางในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ สาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการ



เรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการประเมินผลตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างที่มีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555)

ระดับคะแนน 5	หมายถึง	มีความสอดคล้องมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	หมายถึง	มีความสอดคล้องมาก
ระดับคะแนน 3	หมายถึง	มีความสอดคล้องปานกลาง
ระดับคะแนน 2	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อย
ระดับคะแนน 1	หมายถึง	มีความสอดคล้องน้อยที่สุด

การแปลความหมายที่มีการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องมาก

ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.50 - 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องปานกลาง

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อย

ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 - 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสม/สอดคล้องน้อยที่สุด

จากการประเมินคู่มือการใช้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างกำหนดเกณฑ์การพิจารณาพบว่า ในแต่ละรายการประเมินมีค่าความสอดคล้องกับคู่มือการใช้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.29$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.22$  มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้เพิ่มเติมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ชั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ประเด็นเกณฑ์การประเมินแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ควรมีรายการการประเมินที่ชัดเจนในแต่ละด้านของความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน และจากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ตาม JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างกำหนดเกณฑ์การพิจารณาพบว่า ในแต่ละรายการประเมินมีค่าความสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ตาม JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย  $\bar{x} = 4.42$  และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $S.D. = 0.19$  มีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาได้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับ



การตั้งคำถามในขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ให้เป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบอย่างหลากหลาย ไม่ควรเป็นการถามลักษณะจำมาตอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามข้อเสนอแนะ

4.3 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ประกอบการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ฉบับ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้ประเมิน 3 ระยะ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร หนังสือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

(2) วิเคราะห์สาระสำคัญ เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

(3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

(3.1) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน

(3.2) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน จำนวน 3 ฉบับ เป็นแบบอัตนัย มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด จำนวนฉบับละ 4 ข้อ ได้แก่

(3.2.1) ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเรื่อง มุม

(3.2.2) ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

(3.2.3) ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนเรื่อง การบวก การลบ การคูณ และหารเศษส่วน

(4) ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของแบบทดสอบ คะแนนรวม 20 คะแนน ดังนี้

(4.1) แบบทดสอบแบบปรนัยประเมินความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เกณฑ์การพิจารณามีดังนี้ 1) ตอบถูก ข้อละ 1 คะแนน 2) ตอบผิด ข้อละ 0 คะแนน ประกอบด้วย

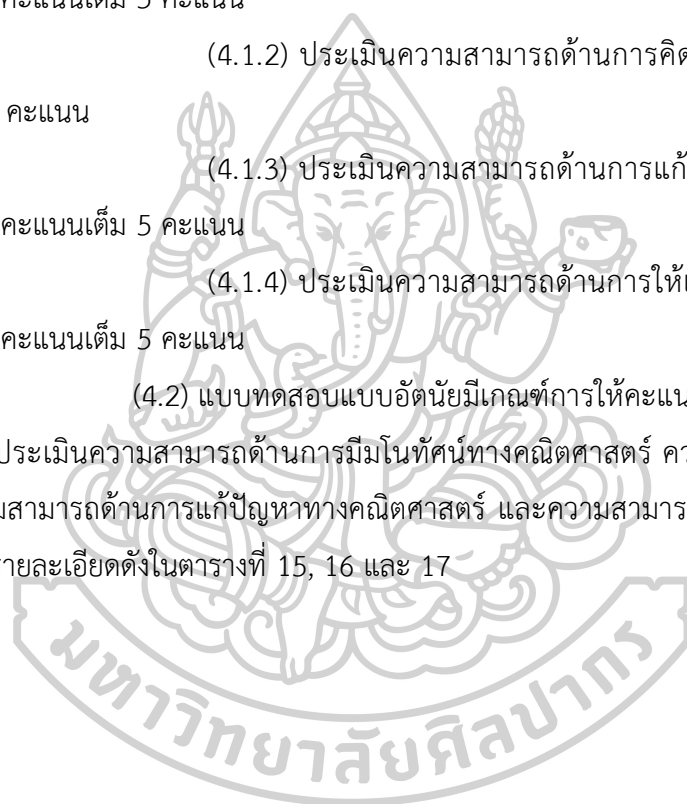
(4.1.1) ประเมินความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

(4.1.2) ประเมินความสามารถด้านการคิดคำนวณ จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

(4.1.3) ประเมินความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

(4.1.4) ประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

(4.2) แบบทดสอบแบบอัตนัยมีเกณฑ์การให้คะแนน (SOLO Taxonomy) 5 ระดับ โดยประเมินความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดดังในตารางที่ 15, 16 และ 17



ตารางที่ 15 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องมุม

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. ความสามารถด้านการมีโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายและสรุปรวมเกี่ยวกับการเรียกชื่อมุม การเขียนสัญลักษณ์แทนมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุม การวัดมุม การวัดขนาดของมุมและการสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยไม้โปรแทรกเตอร์ได้ อย่างถูกต้อง -มีการประยุกต์และนำประสบการณ์ในการเรียนรู้ไปใช้ได้ถูกต้องและสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายและสรุปรวมเกี่ยวกับการเรียกชื่อมุม การเขียนสัญลักษณ์แทนมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุมและการสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ ถูกต้อง 4 ประเด็น -มีการประยุกต์และนำประสบการณ์ในการเรียนรู้ไปใช้ได้	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายและสรุปรวมเกี่ยวกับการเรียกชื่อมุม การเขียนสัญลักษณ์แทนมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุมและการสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ ถูกต้อง 3 ประเด็น -มีการประยุกต์และนำประสบการณ์ในการเรียนรู้ไปใช้ได้	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายและสรุปรวมเกี่ยวกับการเรียกชื่อมุม การเขียนสัญลักษณ์แทนมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุมและการสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ ถูกต้อง 2 ประเด็น -ไม่มีการประยุกต์และนำประสบการณ์ในการเรียนรู้ไปใช้ได้	<input type="checkbox"/> -ไม่บอก ความหมายและสรุปรวมเกี่ยวกับการเรียกชื่อมุม การเขียนสัญลักษณ์แทนมุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของมุมและการสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ไม่ถูกต้อง -ไม่มีการประยุกต์และนำประสบการณ์ในการเรียนรู้ไปใช้ได้	
2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - ไม่สามารถ อธิบายขั้นตอนการหาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับได้ถูกต้อง	

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้	
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1		
	ได้ครบทุกขั้นตอน ถูกต้อง และชัดเจน - สามารถหาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ ได้ถูกต้อง และแม่นยำ	ได้ครบทุกขั้นตอนและ ถูกต้อง - สามารถหาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการโดยใช้ การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับได้ ถูกต้อง	ได้ครบทุกขั้นตอนแต่ไม่ ถูกต้อง - ไม่สามารถหาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการโดยใช้ การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	ได้แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน และไม่ถูกต้อง - ไม่สามารถหาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ	- ไม่สามารถหาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการโดยใช้ การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ ได้ถูกต้อง และแม่นยำ		
3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสพการณ์ การเรียนรู้มาใช้แก้ปัญหา โดยอธิบาย กระบวนการแก้ปัญหาได้ เป็นขั้นตอนได้ ถูกต้อง และบอกชนิดของ มุมถูกต้อง -สามารถวาดภาพ ประกอบการแก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุมได้ ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้ เรื่องชนิดของมุม และ ประสพการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการแก้ปัญหาได้ ถูกต้องและบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง -สามารถวาด ภาพ ประกอบการแก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุม ได้ แต่ไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้ เรื่องชนิดของมุม และ ประสพการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการแก้ปัญหาได้ ถูกต้องและบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง -ไม่สามารถวาด ภาพ ประกอบการแก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุม ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสพการณ์ การเรียนรู้มา ใช้แก้ปัญหา โดยอธิบาย กระบวนการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ถูกต้อง และบอกชนิดของมุมไม่ ถูกต้อง -ไม่สามารถ วาดภาพ ประกอบการแก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุมได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่สามารถประยุกต์ความรู้ เรื่องชนิดของมุม และ ประสพการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการแก้ปัญหาได้เป็น ขั้นตอน และบอกชนิดของมุม ถูกต้อง -สามารถวาด ภาพ ประกอบการแก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุม ได้ถูกต้อง		

ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนน ที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
4. ความ สามารถด้าน การให้เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง และ ครบถ้วน -สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง พร้อม อธิบายเหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้เหตุผล อย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง และ ครบถ้วน -สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้เหตุผล อย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน -สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน -ไม่สามารถ บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง พร้อมอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -ไม่สามารถ อธิบายให้เหตุผล อย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง และ ครบถ้วน -ไม่สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง พร้อม อธิบายเหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ได้อย่าง สมเหตุสมผล	
<b>รวมคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์</b>						

ตารางที่ 16 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบและองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้องทั้งหมด และสมบูรณ์ -นำความรู้เรื่องเรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ถูกต้อง และองค์ประกอบครบถ้วน สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 3 ประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์ -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 2 ประเด็น -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 1 ประเด็น -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ ไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ไม่สามารถนำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ถูกต้อง	





ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนน ที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
	เป็นขั้นตอน และถูกต้อง -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก ลบ คูณ หารได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ	ขั้นตอน และ ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก ลบ คูณ หารได้ถูกต้อง 1 ข้อ	ขั้นตอน และ ถูกต้อง 1 ข้อ -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก ลบ คูณ หารได้ถูกต้อง 1 ข้อ	ขั้นตอน และ ถูกต้อง 1 ข้อ -ไม่สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก ลบ คูณ หารได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	แก้ปัญหาได้ เป็นขั้นตอน และถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ -ไม่สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก ลบ คูณ หารได้ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ	
4. ความ สามารถด้าน การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์ -สามารถให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล ประกอบการ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง 2 เหตุการณ์ -สามารถให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล ประกอบการ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์ -สามารถให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล ประกอบการ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์ -ไม่สามารถให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล ประกอบการ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ถูกต้อง ทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -ไม่ สามารถตอบ โอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์ -ไม่สามารถให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล ประกอบการ ตอบโอกาสที่ เหตุการณ์จะ เกิดขึ้นได้ ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	
<b>รวมคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์</b>						

ตารางที่ 17 เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งและโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน-สามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน และหาคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง และโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน-สามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน แต่หาคำตอบได้ไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง และโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน-ไม่สามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน และหาคำตอบได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง แต่ไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน-ไม่สามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน และหาคำตอบได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่บอก ความหมายเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งและโจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน-ไม่สามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปใช้วิเคราะห์โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน และหาคำตอบได้ถูกต้อง	
2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	<input type="checkbox"/> -สามารถหาคำตอบของการคูณเศษส่วนกับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน และการลบเศษส่วนได้ถูกต้อง สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถหาคำตอบของการคูณเศษส่วนกับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน และการลบเศษส่วน ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถหาคำตอบของการคูณเศษส่วนกับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน หรือการลบเศษส่วนได้ถูกต้อง 2 ข้อ	<input type="checkbox"/> -สามารถหาคำตอบของการคูณเศษส่วนกับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน หรือการลบเศษส่วนได้ถูกต้อง 1 ข้อ	<input type="checkbox"/> -ไม่สามารถหาคำตอบของการคูณเศษส่วนกับการหารเศษส่วนด้วยเศษส่วน และการลบเศษส่วน ได้ถูกต้อง	
3. ความสามารถด้าน	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้	<input type="checkbox"/> -สามารถประยุกต์ความรู้	<input type="checkbox"/> -ไม่สามารถ	

ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	คะแนน ที่ได้
การแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	เรื่องการบวก การลบเศษส่วน ที่ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณของ ตัวส่วนอีกตัว หนึ่งมาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้เป็น ขั้นตอน และ ถูกต้อง -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก การลบ เศษส่วนได้ ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ความรู้เรื่อง การบวก การ ลบเศษส่วนที่ ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของตัวส่วนอีก ตัวหนึ่งมาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้ เป็นขั้นตอน และ ถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก การลบ เศษส่วนได้ ถูกต้อง 1 ข้อ	เรื่องการบวก การลบเศษส่วน ที่ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณของ ตัวส่วนอีกตัว หนึ่งมาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้เป็น ขั้นตอน และ ถูกต้อง 1 ข้อ -สามารถหา คำตอบของ ปัญหาการบวก การลบ เศษส่วน ได้ถูกต้อง 1 ข้อ	เรื่องการบวก การลบเศษส่วน ที่ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณของ ตัวส่วนอีกตัว หนึ่งมาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้เป็น ขั้นตอน และ ถูกต้อง 1 ข้อ -ไม่สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก การลบ เศษส่วนได้ ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	ประยุกต์ ความรู้เรื่อง การบวก การ ลบเศษส่วนที่ ตัวส่วนตัวหนึ่ง เป็นพหุคูณ ของตัวส่วนอีก ตัวหนึ่งมาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้ เป็นขั้นตอน และถูกต้อง ทั้ง 2 ข้อ -ไม่สามารถหา คำตอบของ ปัญหาโดยการ บวก การลบ เศษส่วนได้ ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	
4. ความ สามารถด้าน การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถให้ เหตุผลการแสดง วิธีการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา การบวกเศษส่วน หรือโจทย์ปัญหา การคูณเศษส่วน กับจำนวนนับได้ 2 ข้อ และ ถูกต้อง เหมาะสม	<input type="checkbox"/> -สามารถ ให้เหตุผลการ แสดงวิธีการ หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา การบวก เศษส่วน หรือ โจทย์ปัญหา การคูณ เศษส่วนกับ จำนวนนับได้ 2 ข้อ แต่ไม่ ถูกต้อง 1 ข้อ	<input type="checkbox"/> -สามารถให้ เหตุผลการแสดง วิธีการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา การบวกเศษส่วน หรือโจทย์ปัญหา การคูณเศษส่วน กับจำนวนนับได้ 1 ข้อ และ ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -สามารถให้ เหตุผลการแสดง วิธีการหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหา การบวกเศษส่วน หรือโจทย์ปัญหา การคูณเศษส่วน กับจำนวนนับได้ 1 ข้อ แต่ไม่ ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่ สามารถให้ เหตุผลการ แสดงวิธีการ หาคำตอบของ โจทย์ปัญหา การบวก เศษส่วน และ โจทย์ปัญหา การคูณ เศษส่วนกับ จำนวนนับได้ ถูกต้อง และ เหมาะสม	
<b>รวมคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์</b>						

ผู้วิจัยปรับการแปลความหมายของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนตามระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy ดังตารางที่ 18

**ตารางที่ 18** เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความสามารถทางคณิตศาสตร์ตามระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมายของ ความสามารถทางคณิตศาสตร์
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด
1.50 – 2.49	น้อย
2.50 – 3.49	ปานกลาง
3.50 – 4.49	มาก
4.50 – 5.00	มากที่สุด

(5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบทดสอบเชิงทฤษฎี แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้ปรับโจทย์หรือสถานการณ์ของแบบทดสอบให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน ส่วนเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละความสามารถทางคณิตศาสตร์ปรับให้มีการอธิบายที่ชัดเจน และเปลี่ยนการเริ่มเกณฑ์การให้คะแนนจาก 0 คะแนน เป็น 1 คะแนน

(6) นำแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ การวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสม/สอดคล้องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและการแปลความหมายเช่นเดียวกันกับการประเมินความเหมาะสม/สอดคล้องเชิงโครงสร้างของคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าแบบวัด

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้รูปแบบเป็นแบบปรนัยมีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.80-1.00 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะว่า ควรปรับโจทย์หรือสถานการณ์ให้สั้นกะทัดรัด ไม่จำเป็นต้องใช้โจทย์หรือข้อความที่ยาวเกินไปเพราะต้องการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าการอ่านเพื่อความเข้าใจ ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่ายและชัดเจน แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Field Tryout) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 ภาคฤดูร้อน ซึ่งเป็นนักเรียนที่เลือกมาอย่างเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 40 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

(7) นำร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ที่ประกอบด้วยคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) โดยการทดลองภาคสนาม (Field Tryout) ประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลผลิต ( $E_2$ ) ใช้เกณฑ์ 80/80 ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2558 ภาคฤดูร้อน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน โดยหาค่า  $E_1$  จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน และหาค่า  $E_2$  จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/81.25





**ตารางที่ 19** สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 2 การพัฒนา (Development : D<sub>1</sub>) : ออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล /กลุ่ม ตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 โดย 1.1 สังเคราะห์ -ร่างรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อ ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	วิเคราะห์เอกสาร แล้วนำข้อมูลไป สังเคราะห์ ร่างรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	เอกสารข้อมูล พื้นฐานที่ วิเคราะห์แล้ว ในขั้นตอนที่ 1	แบบวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เอกสาร	การวิเคราะห์ เนื้อหาและการ สังเคราะห์	ร่างรูปแบบการ จัดการเรียนรู้
1.2 สร้างคู่มือการใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการ เรียนรู้	สร้างคู่มือการใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ และแผนการ จัดการเรียนรู้	เอกสารข้อมูล พื้นฐานที่ วิเคราะห์แล้ว ในขั้นตอนที่ 1	แบบสังเคราะห์ เอกสาร	นำข้อมูล พื้นฐานมา สังเคราะห์เป็น คู่มือ	คู่มือการใช้รูปแบบ การจัดการเรียนรู้ และแผนการ จัดการเรียนรู้
1.3 ตรวจสอบคุณภาพ เพื่อยืนยันความเหมาะสม ของ -ร่างรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ -คู่มือการใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ -แผนการจัดการเรียนรู้	ตรวจสอบความ ตรงตาม โครงสร้าง (Construct Validity)และ ความตรงตาม เนื้อหา (Content Validity)ของ - ร่างรูปแบบการ จัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ ด้านการ พัฒนารูปแบบ และด้านการ สอน คณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน	แบบประเมิน ความเหมาะสม/ สอดคล้องเชิง โครงสร้างซึ่งมี ลักษณะเป็น มาตราส่วน ประมาณ ค่าประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ	คำนวณค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานไม่เกิน 1.00	ร่างรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ คู่มือ การใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ และแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ ผ่านการตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล /กลุ่ม ตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
	-คู่มือการใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ -แผนการจัดการ เรียนรู้				
1.4 ตรวจสอบ ประสิทธิภาพของ ร่างรูปแบบการจัดการ เรียนรู้ก่อนนำไปทดลอง	ทดลองใช้ร่าง รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ (Tryout)	นักเรียนชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 5 ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน	- แบบประเมิน ประสิทธิภาพ ของร่างรูปแบบ การจัดการ เรียนรู้ -คู่มือการใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ -แผนการจัดการ เรียนรู้	ค่า $E_1/E_2$ ตาม เกณฑ์ 80/80	ผลประเมิน ประสิทธิภาพของ ร่างรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ คู่มือ การใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ และแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ ผ่านการตรวจสอบ หาประสิทธิภาพ
2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือ ที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ได้แก่ 2.1 ศึกษาเอกสาร หนังสือเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ในการวัด ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ (ความสามารถด้าน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิด คำนวณ ความสามารถ ด้านการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ และ ความสามารถด้านการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์)	วิเคราะห์เอกสาร	เอกสาร หนังสือเกี่ยวกับ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ใน การวัด ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	แบบวิเคราะห์ เอกสาร	การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	ผลสรุปของข้อมูล แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ที่เกี่ยวข้อง ในการวัด ความสามารถทาง คณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล /กลุ่ม ตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
2.2 พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ (แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน)	นำข้อมูลจาก 2.1 มาสร้างแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	เอกสารข้อมูลพื้นฐานที่วิเคราะห์แล้วในขั้นตอนที่ 1	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	-แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน -แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน
2.3 ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน	แบบประเมินความเหมาะสม/ สอดคล้องเชิงโครงสร้างซึ่งมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ	คำนวณค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะนำมาวิเคราะห์เนื้อหา	ค่าความตรงของเนื้อหาและความตรงตามโครงสร้างของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ
2.4 ตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ (ความสามารถด้านมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ	ทดลองใช้แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Tryout)	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน	แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	คำนวณค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น	ประสิทธิภาพของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบหาประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล /กลุ่ม ตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
ความสามารถด้านการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์)					

**ขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R2): ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง**

### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### 2. วิธีดำเนินการ

2.1 เตรียมก่อนการทดลองใช้ JOICE Model เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

(1) กำหนดประชากร การศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยกำหนดให้ประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสามแสนฯ จำนวน 155 คน

(2) เลือกกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสามแสนฯ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 40 คน

(3) ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้อบรมของครู บทบาทของนักเรียน เกณฑ์การวัดและประเมินผล

2.2 ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

(1) ดำเนินการทดลองโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง จัดการเรียนรู้อย่างน้อย 1 ภาคเรียน สัปดาห์ละ 4 คาบ โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

(1.1) แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design เพื่อหาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แบบแผนการทดลอง One-Group Pretest – Posttest Design

กลุ่ม	ก่อนการจัดการเรียนรู้	ทดลอง	หลังการจัดการเรียนรู้
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ JOICE Model

T<sub>1</sub> แทน การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pretest)

T<sub>2</sub> แทน การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest)

(1.2) แบบแผนการทดลองเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในช่วงเวลาระหว่างเรียน เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แบบแผนการทดลองเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

X	O	X	O	X	O
---	---	---	---	---	---

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ JOICE Model

O แทน การทดสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้

(2) รวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

(2.1) ก่อนนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ไปใช้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มทดลอง แล้วดำเนินการตาม 2.2 ต่อไป

(2.2) ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ให้กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 40 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้นในภาคเรียนที่ 1 สัปดาห์ละ 4 คาบ

(2.3) ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ไปใช้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบระหว่างจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มทดลอง โดยแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

(2.3.1) หลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง มุม

(2.3.2) หลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

(2.3.3) หลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง เศษส่วน และการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

(2.4) หลังนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ไปใช้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบหลังจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับกลุ่มทดลอง

(2.5) ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

2.3 ประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

(1) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ (รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ในประเด็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ดังนี้

(1.1) ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

(1.1.1) เปรียบเทียบความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบค่า t-test dependent

(1.1.2) เปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดคำนวณก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบค่า t-test dependent



(1.1.3) เปรียบเทียบความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบค่า t-test dependent

(1.1.4) เปรียบเทียบความสามารถด้านแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่พัฒนาขึ้น โดยการทดสอบค่า t-test dependent

(2) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ (รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง ในประเด็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

(3) ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวม 1 ภาคเรียน

3.2 แบบทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.3 แบบทดสอบระหว่างการจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.4 แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.5 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

ตารางที่ 22 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 3 การวิจัย (Research: R<sub>2</sub>) : ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล/กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	1. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างให้ทราบถึงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) บทบาทของครู บทบาทของนักเรียน และ เกณฑ์การวัดและประเมินผล 2. ทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้ 3. ดำเนินการทดลองด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) 4. ทดสอบระหว่างจัดการเรียนรู้ 5. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ 6. ทดสอบหลังจัดการเรียนรู้ 7. สัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสามเสนฯ จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 40 คน	- รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (JOICE Model) - คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ - แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism - แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ - แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง - แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ - แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้	ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ผ่านการนำไปใช้จริง	ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

## ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development: D2): ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ JOICE Model

### 1. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ก่อนและหลังเรียน โดยเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ศึกษาพัฒนาการของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ระหว่างเรียนและศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลมาพิจารณาปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

### 2. วิธีดำเนินการ

2.1 ประเมินหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยมีการวิเคราะห์ผลด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ t-test dependent และศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยการวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์ครูที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

2.2 ประเมินระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยการวิเคราะห์พัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในช่วงเวลาระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ประมวลสรุปข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ครู

2.3 ปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

**ตารางที่ 23** สรุปวิธีการดำเนินการวิจัยขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา (Development : D<sub>2</sub>): ประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการ	แหล่งข้อมูล/กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล/สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
1. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดย 1.1 เปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism	1. ทดสอบก่อนเรียน 2. ทดสอบหลังเรียน	ผลการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) t-test dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)	ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism
1.2 ศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลระหว่างใช้รูปแบบการ	1. ทดสอบระหว่างเรียน	- ผลการทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างใช้รูปแบบการ	- แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างใช้รูปแบบการ	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	- ผลพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างใช้รูปแบบการจัดการ

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือที่ใช้ ในการทำวิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism		จัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism มี 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 หลัง การจัดการ เรียนรู้เรื่องมุม ระยะที่ 2 หลัง การจัดการ เรียนรู้เรื่องสถิติ และความน่าจะเป็น เบื้องต้น ระยะที่ 3 หลัง การจัดการ เรียนรู้เรื่องการ บวก การลบ การคูณ และหาร เศษส่วน - ข้อมูลจาก ที่ครูบันทึก พฤติกรรม การเรียนของ นักเรียน	จัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism มี 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 เรื่อง มุม ฉบับที่ 2 เรื่อง สถิติและความ น่าจะเป็น เบื้องต้น ฉบับที่ 3 เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และหาร เศษส่วน - แบบบันทึก การเรียนรู้สู่ชีวิต จริง	และการ วิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism -ประมวลสรุป ข้อมูลจากบันทึก พฤติกรรม การเรียนของ นักเรียนโดยครู
2. เพื่อสอบถามความ คิดเห็นของครูที่มีต่อ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism เพื่อ ส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์	ครูตอบแบบ สัมภาษณ์	ครูที่ใช้รูปแบบ การจัดการ เรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism	แบบสัมภาษณ์ครู ที่มีต่อการใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism	การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	ผลสรุปเกี่ยวกับ ความคิดเห็นของ ครูที่มีต่อการใช้ รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism

วัตถุประสงค์ การวิจัย	วิธี ดำเนินการ	แหล่งข้อมูล /กลุ่ม ตัวอย่าง	เครื่องมือที่ ใช้ในการทำ วิจัย	การ วิเคราะห์ ข้อมูล/ สถิติที่ใช้	ผลที่ได้รับ
3. เพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์	พิจารณา ตรวจสอบ และ ปรับปรุง อย่างละเอียด ทุกองค์ประกอบ ของรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model)	รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model)	- แบบทดสอบวัด ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการ เรียนรู้และหลัง การจัดการ เรียนรู้ - แบบทดสอบ วัดความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกา จัดการเรียนรู้ - แบบบันทึก การเรียนรู้สู่ชีวิต จริง - แบบสัมภาษณ์ ครูที่มีต่อการใช้ รูปแบบการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism	การวิเคราะห์ เนื้อหา (Content Analysis)	รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตาม แนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม ความสามารถ ทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model) ที่สมบูรณ์



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2) ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3) ขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ใช้วิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูสอน มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

**ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

**1.1 ผลการศึกษา วิเคราะห์สภาพการณ์และข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา มีผลดังนี้**

#### 1.1.1 ผลการวิเคราะห์เอกสาร มีดังนี้

(1) ผลการวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ NCTM, Marsh, สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ผู้วิจัยสังเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญเป็นคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ภายในตัวผู้เรียนได้ผลสรุป ดังนี้ 1) ความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการคิด การบอก ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณเป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่องอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์

(2) ผลการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา พบว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สาระการเรียนรู้ ได้แก่ 1. จำนวนและการดำเนินการ 2. การวัด 3. เรขาคณิต 4. พีชคณิต 5. การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น 6. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีเนื้อหาที่หลากหลาย สำหรับคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน เนื่องจากทั้ง 3 เรื่องนี้มีเนื้อหาที่ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 6 สาระการเรียนรู้

(3) ผลการวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างนิยม (Constructivist Theory) หรือแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีที่เน้นการจัดรวบรวมประสบการณ์ใหม่ เพื่อประยุกต์นำไปใช้ในชีวิตจริง และเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เป็นการเรียนรู้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามสภาพ ตามปัญหาในปัจจุบัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเกิดจากการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ทำให้เกิดการเรียนรู้และมีองค์ความรู้ที่ใหม่อยู่เสมอ โดยผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการ

ความรู้ด้วยวิธีที่ต่างกัน แก้ปัญหาที่มีความหมายจริงๆ และเป็นปัญหาในชีวิตจริง โดยเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ได้ผลสรุปเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ดังนี้ เน้นในเรื่องการแก้ปัญหา จากประสบการณ์และการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนจากความเข้าใจอย่างกระจ่าง ผู้วิจัยจึงเลือกทำวิจัยตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

(4) ผลการวิเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักจิตวิทยา ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย บรูเนอร์ สกินเนอร์ และดิวอี้ พบว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้นั้น ผู้สอนต้องนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ มาใช้ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สำหรับผู้เรียนในช่วงอายุ 7 – 11 ปี ระดับชั้นประถมศึกษา ผู้เรียนไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผลตรรกะ ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลจะต้องอิงรูปธรรม มีสื่อการสอนประกอบให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยได้พัฒนาวิธีการสอนในชั้นเรียนโดยเสนอว่าในการสอนเนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นทักษะ ความรู้พื้นฐานง่ายๆ ไปสู่หลักการความคิดรวบยอดและทักษะที่ซับซ้อนได้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์เน้นว่าถ้าผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเดินไปข้างหน้าด้วยตนเองได้ ดังนั้นผู้เรียนต้องเชี่ยวชาญในเนื้อหา โดยเรียนรู้ความคิดรวบยอด หลักการ หรือกฎทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม ใช้สัญลักษณ์สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การค้นพบความแตกต่างของสิ่งที่กำลังเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วจากตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นรูปทั่วไปได้หรือมองเห็นโครงสร้างคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมและผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์อธิบายว่า ผู้เรียนที่ลืมความรู้ เนื่องจากไม่ได้รับการเสริมแรง ส่วนการขจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผิดจะต้องถูกทำให้น้อยลง โดยไม่มีการเสริมแรง สิ่งที่กำลังขจัดยากมากก็คือ การเรียนรู้มาอย่างผิดๆ และกระทำซ้ำๆ จนเป็นนิสัย และอัตโนมัติ ซึ่งปัญหานี้แก้โดยการให้ค่อยๆ และเสริมแรงทันทีเมื่อทำถูก ทฤษฎีของดิวอี้ได้พัฒนาทฤษฎีการสอน ซึ่งประกอบด้วยลำดับของยุทธวิธีสำหรับการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ 6 ขั้น จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในข้างต้น ผู้วิจัยได้ผลสรุป ดังนี้ 1. ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ 2. สาระของวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับ เนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นทักษะ ความรู้พื้นฐานง่ายๆ ไปสู่หลักการความคิดรวบยอดและทักษะที่ซับซ้อน 3. จัดกิจกรรมเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างมโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์เดียวกัน 4. ใช้เกม และการเล่นมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ และมีประโยชน์ในการฝึกทักษะ ทบทวน หรือนำความรู้ไปใช้ 5. ใช้องค์ความรู้หรือโมโนทัศน์ที่มีไปใช้ต่อยอด 6. สร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน 7. มีการฝึกและพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ ใช้เวลาในการทำไม่มากนัก ที่สำคัญต้องไม่ยากจนผู้เรียนทำไม่ได้ 8. ใช้แรงเสริมทางบวก เช่น ให้ความสนใจและคำชม เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ดี ซึ่งผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

(5) ผลการสังเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของ Klausmeir, Gerlach and Ely, Brown, Lewis and Harclerod, Hannafin and Peck, Tripp and Bichelmeyer, Gagné, Briggs and Wager, Kemp, Morrison and Ross, Glasser, Cast, Instructional System Design และทศนา แคมมณี ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีดังนี้ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) แนวคิดและทฤษฎี 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล และรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดในการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของทศนา Constructivist, John Biggs' 3-P model, Outcome-Driven model, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน และ SU Learning Model ผู้วิจัยสรุปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีขั้นตอนดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อม 2) การเข้าใจในความรู้ 3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม 4) การตรวจสอบการเรียนรู้ 5) การประเมินผลการเรียนรู้

(6) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ การประเมินตามแนวคิด Constructivism และตามแนวคิด SOLO Taxonomy เน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ที่เป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ เน้นวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลายๆ ด้าน และเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการตัดสินใจของผู้สอนเพื่อเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สรุปการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ โดยปรับระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy เป็น 5 ระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียน ดังนี้ ระดับ 1 หมายถึง ระดับโครงสร้างพื้นฐาน/ไม่ตรงตามจุดประสงค์ (Pre- structural Level) ระดับ 2 หมายถึง ระดับโครงสร้างเดียว/ จุดประสงค์เดียว (Uni-structural Level) ระดับ 3 หมายถึง ระดับโครงสร้างหลากหลาย/จุดประสงค์ที่หลากหลาย (Multi-structural Level) ระดับ 4 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง/ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Relational Level) และระดับ 5 หมายถึง ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยายนามธรรม/การประเมินค่า (Extended Abstract Level) เครื่องมือที่ใช้ในการ



วิจัยนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน/ระหว่างเรียน/หลังเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้

(7) ผลการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนแบบใช้เกม และการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นลักษณะเด่นของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ และทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักจิตวิทยามาเป็นส่วนประกอบในแต่ละขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์มาสู่รูปการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model) ได้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและ

คำถามหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้ ชั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป

### 1.1.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากแหล่งข้อมูลบุคคล ประกอบด้วย

(1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 5 คน ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบเป็นทางการ (Formal Interview) โดยใช้เครื่องมือการสัมภาษณ์ เป็นแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured Interview) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและดำเนินการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง มีผลการสัมภาษณ์ ดังนี้

ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา จำแนกตามประเด็น 8 ข้อ โดยครูผู้สอนคณิตศาสตร์มีความคิดเห็นต่อประเด็นต่างๆ ดังนี้ 1) **นักเรียนระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ควรได้รับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์** ดังนี้ ควรเริ่มจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย การเข้าใจถึงความหมาย ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ที่ว่า “สิ่งที่นักเรียนเข้าใจผิดพลาด และนำไปใช้ผิด เช่น เรื่องความหมายของการคูณ นักเรียนเข้าใจว่า  $2 \times 3$  มีความหมายเหมือนกับ  $3 \times 2$  สิ่งที่ต้อง  $2 \times 3$  และ  $3 \times 2$  มีความหมายไม่เหมือนกันแต่มีค่าเท่ากัน ซึ่ง  $2 \times 3$  หมายถึง  $3 + 3$  (การนำ 3 มาบวกกันสองครั้ง) แต่  $3 \times 2$  หมายถึง  $2 + 2 + 2$  (การนำ 2 มาบวกกันสามครั้ง)” หลักการ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งครูเป็นบุคคลสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนข้อมูลจากประสบการณ์เดิมออกมาให้มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนถูกต้องและเป็นปัจจุบันหรือไม่ ตามการสอนแบบ KWL การคิดคำนวณด้วยการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยมได้ถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ เป็นการเพิ่มความมั่นใจในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนอ่านโจทย์ ผูกวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การบอกร่องค์ความรู้ หลักการ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องต่างๆ ที่ใช้เพื่อประกอบการอธิบาย เป็น



การยืนยันถึงความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ที่ว่า “ควรส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสาร/นำเสนอเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ อธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อย้อนกลับหรือสะท้อนองค์ความรู้/ความคิดรวบยอดของนักเรียนในเรื่องนั้นๆ” 2) **วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ใช้** ดังนี้ ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย โดยแต่ละเนื้อหาจะเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ที่ว่า “การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จากอินเทอร์เน็ต หรือ YouTube เพื่อเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้ที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน และทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น” สอดคล้องกับความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ที่ว่า “ใช้เพลงหรือเกมเป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ในการเริ่มต้น และสรุปบทเรียนหรือเนื้อหา โดยจะหาบทเพลงที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้จาก YouTube ส่วนเกม ครูเป็นผู้สร้างเอง มีทั้งแบบคู่และแบบกลุ่ม” และการใช้การกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4 ที่ว่า “ให้นักเรียนหาความเหมือนและความแตกต่างของสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เดิมที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาคิดวิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ Think Pair Share” และการทำชิ้นงานจากกระดาษเปล่าเพื่อรวบรวมองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดในบทเรียน มาถ่ายทอดลงในชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเน้นการนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม 3) **ส่วนมากครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ใช้รูปแบบในการจัดการเรียนรู้** ดังนี้ ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหา ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ตามสภาพและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน การฝึกทักษะการคิดคำนวณทุกชั่วโมง เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่อไป การใช้สถานการณ์จริงในการกำหนดโจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายกลุ่ม และการใช้สื่อเทคโนโลยีทางอินเทอร์เน็ตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ที่ว่า “ใช้เพลงคณิตศาสตร์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและขั้นสรุป ใช้บทเรียนออนไลน์และเกมคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชั้นสอน เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้” 4) **รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่จะส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา** ดังนี้ การใช้รูปภาพประกอบการจัดการเรียนรู้ ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ที่ว่า “เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม เพื่อให้ นักเรียนเห็นภาพการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน และนำไปสู่การคิดแปลความหมายจากรูปภาพเป็นการเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์” สถานการณ์จริง การใช้เกมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนร่วมเล่นเป็นรายคู่ หรือรายกลุ่ม การใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายทางคณิตศาสตร์และการใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสอน เพราะนักเรียนในยุคนี้มีความใกล้ชิดกับสื่อเทคโนโลยี นักเรียนจะให้ความสนใจและเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น 5) **สิ่งที่ครูผู้สอนจะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์** ดังนี้ การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ซึ่งนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่เรียนรู้ได้จากภาพ ดั้งความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ที่ว่า “ต้องเห็นจริง ลงมือกระทำจริง หรือเป็นวัยที่เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ดังนั้นครูต้องออกแบบกิจกรรมที่มีความชัดเจน เน้นเป็นภาพมากกว่าการเขียนหรือแสดงเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายทางคณิตศาสตร์จากภาพแล้ว จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์” กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความท้าทายที่จะเรียนรู้ เสริมแรงให้กับนักเรียน และให้นักเรียนยอมรับในความสามารถของตนเอง การใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่อยู่ใกล้ชิดกับสื่อเหล่านี้ 6) **สภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน** ดังนี้ นักเรียนจะตั้งใจฟังครูอธิบาย ร่วมตอบคำถาม สนุก และตื่นตากับกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมให้ ดั้งความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ที่ว่า “นักเรียนค่อนข้างที่จะเชื่อฟังครู ดังนั้นการจัดกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะตั้งใจและให้ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี” โดยเฉพาะสื่อการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสัมผัส หรือจับต้องได้จริง นักเรียนจะให้ความสนใจมาก แต่มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในความหมายทางคณิตศาสตร์ของเรื่องนั้นๆ อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตอบคำถามได้ และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน คือ การทำกิจกรรมเป็นคู่ นักเรียนจะให้ความช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ให้คำอธิบายกับคู่เพื่อนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาต่างๆ ส่วนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะสนุกสนานช่วยกันคิด ดั้งความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ที่ว่า “นักเรียนสนุกสนานกับการทำงานเป็นคู่ ทำงานเป็นกลุ่มมากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคล เพราะนักเรียนได้มีโอกาสสนุกสนาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ รอบห้อง” โดยครูจะต้องกำหนดเงื่อนไขในการทำกิจกรรมกลุ่มให้ชัดเจน ในช่วงแรกนักเรียนจะไม่ยอมรับเพื่อนที่ไม่เก่งให้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม แต่ช่วงหลังนักเรียนยอมรับเพื่อนทุกคนและสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี นักเรียนให้ความร่วมมือเต็มที่กับกิจกรรมที่ปฏิบัติ นักเรียนจะตื่นตากับกิจกรรมที่มีการเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน 7) **การนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด**

เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ทันเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจและมีความหมาย ดังนี้ นักเรียนยังไม่สามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ทันเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจและมีความหมายได้ดีเท่าที่ควร ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ที่ว่า “การบวกร การลบเศษส่วน นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การบวกรหรือการลบเศษส่วนต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไม ต้องทำตัวส่วนให้เท่ากัน” เนื่องจากนักเรียนมีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังนี้ นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงวิธีทำ และคิดคำนวณได้ดีเท่าที่ควร ส่วนมากจำคำหรือประโยคที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา แล้วสรุปว่าเป็นวิธีการบวกร การลบ การคูณหรือ การหาร โดยไม่สามารถบอกเหตุผลประกอบการนำใช้ได้ นักเรียนเรียนรู้หลักการทางคณิตศาสตร์ จากเนื้อหาในบทเรียนหรือหนังสือ แบบจดจำเนื้อหา และนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีความหมาย 8) **การนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวัน** ดังนี้ นักเรียนยังไม่สามารถนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนไปใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวันได้ดีเท่าที่ควร ดังความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ที่ว่า “นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร เรียนรู้แบบจำรูปแบบ ของประโยคโจทย์ปัญหา เช่น ทั้งหมด รวมต้องนำมาบวก, ต่างกัน มากกว่า น้อยกว่า ต้องนำมาลบ เป็นต้น เมื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีโจทย์ปัญหาและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ หลากหลาย นักเรียนจะสับสนบ้าง เพราะนักเรียนยึดติดอยู่กับคำที่จะแสดงในโจทย์ปัญหา” และ นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวิเคราะห์ อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจนได้

(1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาจำนวน 35 คน จากการตอบแบบประเมิน ดัง ตารางที่ 24

**ตารางที่ 24** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา (Needs Analysis)

รายการความต้องการ	สภาพที่เป็นจริง			สภาพที่คาดหวัง		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์	2.57	0.56	ปานกลาง	4.86	0.36	มากที่สุด
2. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์	2.46	0.66	ปานกลาง	4.80	0.41	มากที่สุด
3. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในวิชาคณิตศาสตร์	2.86	0.36	ปานกลาง	4.71	0.46	มากที่สุด
4. นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์	2.83	0.38	ปานกลาง	4.91	0.28	มากที่สุด
5. นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์	2.57	0.50	ปานกลาง	4.89	0.32	มากที่สุด
6. นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์	2.74	0.44	ปานกลาง	4.91	0.28	มากที่สุด
7. นักเรียนแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมด้วยตนเอง	2.37	0.49	น้อย	4.80	0.41	มากที่สุด
8. นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน	2.23	0.43	น้อย	4.89	0.32	มากที่สุด

รายการความต้องการ	สภาพที่เป็นจริง			สภาพที่คาดหวัง		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
9. นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน	2.40	0.50	น้อย	4.86	0.36	มากที่สุด
10. นักเรียนมีความคิด และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์	2.34	0.48	น้อย	4.94	0.24	มากที่สุด
11. นักเรียนจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง	2.40	0.65	น้อย	4.86	0.36	มากที่สุด
12. นักเรียนแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด	2.26	0.44	น้อย	4.91	0.38	มากที่สุด
13. นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์	2.37	0.49	น้อย	4.86	0.36	มากที่สุด
14. นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนมีอยู่ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง	2.20	0.53	น้อย	4.89	0.32	มากที่สุด



รายการความต้องการ	สภาพที่เป็นจริง			สภาพที่คาดหวัง		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
15. นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปปรับกระบวนการคิดค้น ทาวิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง	2.34	0.48	น้อย	4.77	0.43	มากที่สุด

จากตารางที่ 24 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามสภาพที่เป็นจริงที่อยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.86$ , S.D. = 0.36) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.83$ , S.D. = 0.38) นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.74$ , S.D. = 0.44) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.63$ , S.D. = 0.56) นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.57$ , S.D. = 0.50) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชา ( $\bar{X} = 2.46$ , S.D. = 0.66) และนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามสภาพที่เป็นจริงที่อยู่ในระดับน้อย ได้แก่ นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน ( $\bar{X} = 2.40$ , S.D. = 0.50) นักเรียนจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง ( $\bar{X} = 2.40$ , S.D. = 0.65) นักเรียนแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 2.37$ , S.D. = 0.49) นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.37$ , S.D. = 0.49) นักเรียนมีความคิด และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวนสัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 2.34$ , S.D. = 0.48) นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปปรับกระบวนการคิดค้น ทาวิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 2.34$ , S.D. = 0.48) นักเรียนแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด ( $\bar{X} = 2.26$ , S.D. = 0.44) นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ( $\bar{X} = 2.23$ , S.D. = 0.43) นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนเองมีอยู่ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มี



ความหมายด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 2.20$ , S.D. = 0.53) อีกทั้งนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามสภาพที่คาดหวังอยู่ในระดับมากที่สุดทุกประเด็นความต้องการ ได้แก่ นักเรียนมีความคิด และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวนสัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.94$ , S.D. = 0.24) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.28) นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.28) นักเรียนแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด ( $\bar{X} = 4.91$ , S.D. = 0.38) นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.32) นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.32) นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนเองมีอยู่ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.89$ , S.D. = 0.32) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนขณะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.36) นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.36) นักเรียนจัดทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.36) นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.36) นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิชา ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.41) นักเรียนแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.80$ , S.D. = 0.41) นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปปรับกระบวนการคิดค้น หาวิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ( $\bar{X} = 4.77$ , S.D. = 0.43) นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับครูในวิชาคณิตศาสตร์ ( $\bar{X} = 4.71$ , S.D. = 0.46) จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าความแตกต่างระหว่างสภาพที่เป็นจริงกับสภาพที่คาดหวังมีความแตกต่างกันมาก แสดงว่านักเรียนต้องได้รับการส่งเสริมในประเด็นดังกล่าวทุกประเด็นเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

## 1.2 ผลการออกแบบ พัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีผลดังนี้

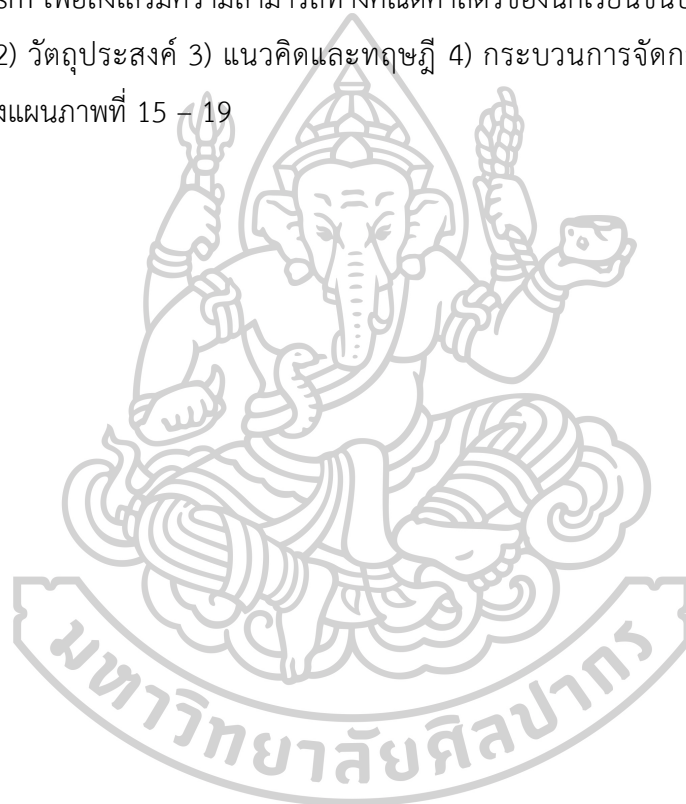
ในขั้นตอนการพัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบ รวมทั้งการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ และการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE

Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีผลการพัฒนา และหาประสิทธิภาพของรูปแบบดังนี้

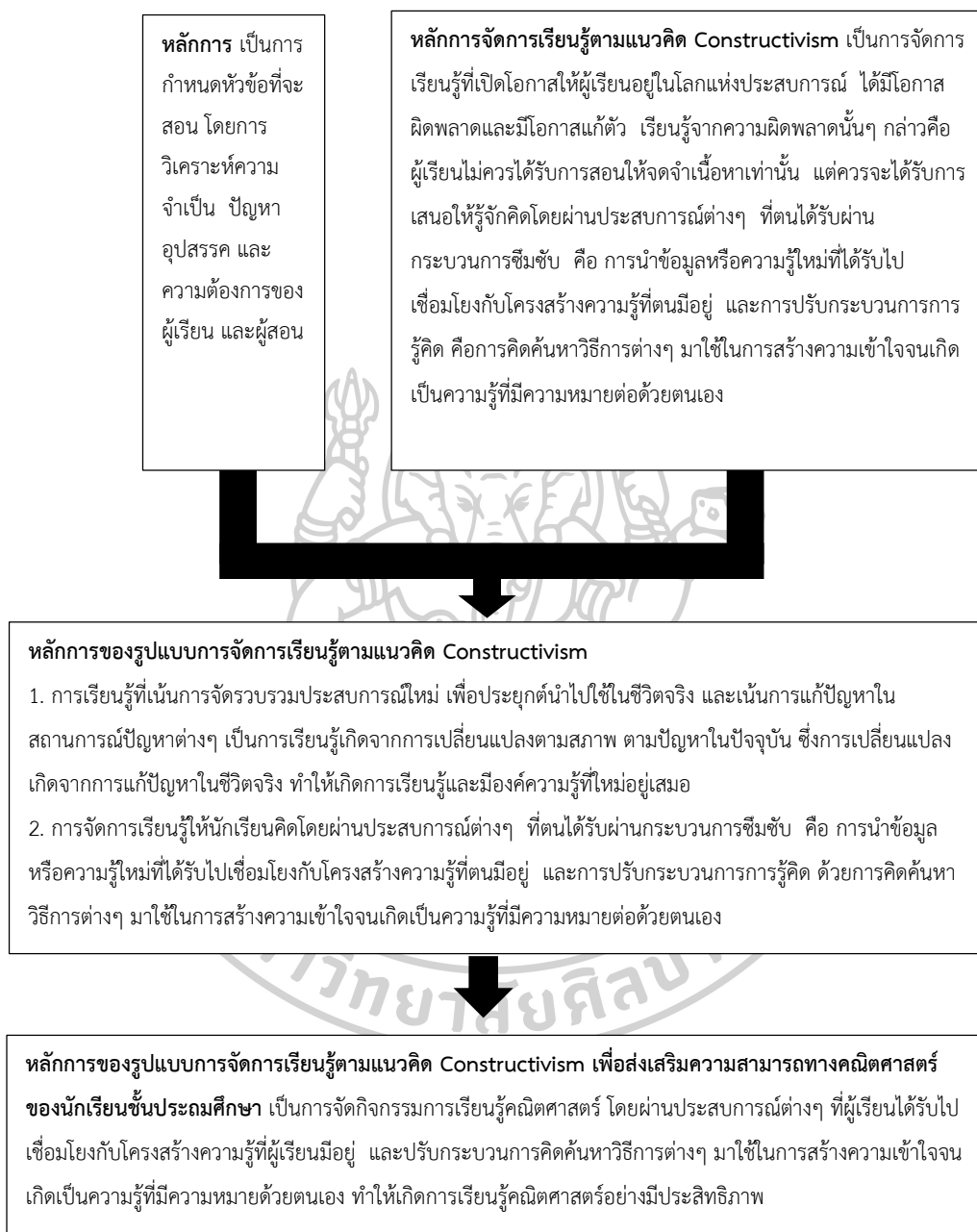
ในการออกแบบและพัฒนา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูล พื้นฐานในตอนต้นที่ 1 มาใช้ในการออกแบบและพัฒนา มีผลดังนี้

1.2.1 ผลการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีดังนี้

(1) ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) แนวคิดและทฤษฎี 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5) การวัดและ ประเมินผล ดังแผนภาพที่ 15 - 19



**แผนภาพที่ 15** ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 1 หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



**แผนภาพที่ 16** ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



**แผนภาพที่ 17** ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 3 แนวคิดทฤษฎีของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

<p><b>แนวคิดและทฤษฎี</b></p> <p>เป็นการกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน หรือหาแนวทางการเรียนรู้ ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน</p>	<p><b>แนวคิดเกี่ยวกับ Constructivism</b> การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นจาก 1) ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง 2) โครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ 3) การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ 4) ความขัดแย้งทางปัญญาที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ ทำให้เกิดการไตร่ตรองเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา</p>	<p><b>แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Learning Theory)</b> ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกายเบรเนอร์ สกินเนอร์ และดิวอี้ พบว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้ดั่งนั้น ผู้สอนต้องนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ มาใช้ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ สำหรับผู้เรียนในช่วงอายุ 7 – 11 ปี ระดับชั้นประถมศึกษา ผู้เรียนไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผลตรรกะ ดังนั้นการสอนคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลจะต้องอิงรูปธรรม มีสื่อการสอนประกอบให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้ของกายเบรเนอร์ได้พัฒนาวิธีการสอนในชั้นเรียนโดยเสนอว่าในการสอน เนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ โดยเริ่มจากความคิดรวบยอดที่เป็นทักษะ ความรู้พื้นฐาน ง่ายๆ ไปสู่หลักการความคิดรวบยอดและทักษะที่ซับซ้อนได้ ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์เน้นว่าถ้าผู้เรียนเข้าใจในโครงสร้างของความรู้จะช่วยให้ผู้เรียนเดินไปข้างหน้าด้วยตนเองได้ ดังนั้นผู้เรียนต้องเชี่ยวชาญในเนื้อหา โดยเรียนรู้ความคิดรวบยอด หลักการ หรือกฎทางคณิตศาสตร์เริ่มต้นจากตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรม ใช้สัญลักษณ์สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การค้นพบความแตกต่างของสิ่งที่กำลังเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วจากตัวอย่างที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นรูปทั่วไปได้หรือมองเห็นโครงสร้างคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมและนักเรียนสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์อธิบายว่า ผู้เรียนที่ล้มเหลวเนื่องจากไม่ได้รับการเสริมแรง ส่วนการจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผิดจะต้องถูกทำให้น้อยลงโดยไม่มีเสริมแรง สิ่งที่กำลังจัดมากมาก็คือ การเรียนรู้แบบอย่างผิดๆ และกระทำซ้ำๆ จนเป็นนิสัยและอัตโนมัติ ซึ่งปัญหานี้แก้โดยการให้ข้อบ่งชี้ และเสริมแรงทันทีเมื่อทำถูก ทฤษฎีของดิวอี้ได้พัฒนาทฤษฎีการสอน ซึ่งประกอบด้วยลำดับของยุทธวิธีสำหรับการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ 6 ชั้น</p>
--	---	--

**แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา** ประกอบด้วยแนวคิดและทฤษฎีสรุปลักษณะความรู้ แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกายเบรเนอร์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดิวอี้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน

**แผนภาพที่ 18** ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา





จากแผนภาพที่ 18 พบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)

J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มาส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

### ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)

O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยมาส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

### ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)

I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน มาส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์

### ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C)

C) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้

**ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป



**แผนภาพที่ 19** ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ 5 การวัดและประเมินผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา



ผู้วิจัยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการศึกษาความต้องการจำเป็นของผู้เรียน นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ และการประเมินประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (Field tryout) โดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำมาปรับปรุงแก้ไข พบประเด็นสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ คือ

- 1) ผู้เรียนต้องมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ที่แม่นยำก่อนที่จะพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ
- 2) ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและพบเห็นในชีวิตประจำวัน

1.2.2 ผลการพัฒนาเครื่องมือประกอบการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จากการสังเคราะห์องค์ประกอบของคู่มือ การกำหนดรายละเอียดในแต่ละองค์ประกอบของคู่มือ และการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ได้เป็นคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีองค์ประกอบเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.2.3 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์

**ตารางที่ 25** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม/ ความสอดคล้อง
<b>1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้</b>			
1.1 การระบุความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนารูปแบบที่ชัดเจน	4.40	0.55	มาก
1.2 ความเหมาะสมในการใช้ภาษา การเรียบเรียงความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบมีความต่อเนื่องทำให้เห็นภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
<b>2. แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้</b>			
2.1 ความชัดเจนของแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ความเหมาะสมในการนำแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานมาใช้ในการพัฒนารูปแบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐาน	4.20	0.45	มาก
<b>3. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้</b>			
<b>3.1 หลักการ</b>			
(1) การแสดงความชัดเจนและความสำคัญของรูปแบบ	4.20	0.45	มาก
(2) ความสอดคล้องกับแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานที่นำมาใช้พัฒนารูปแบบ	4.20	0.45	มาก
(3) การนำไปใช้เป็นกรอบในการกำหนดกระบวนการจัดการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
(4) ความเหมาะสมในการใช้ภาษาและการเรียบเรียงภาษา	4.20	0.45	มาก
<b>3.2 วัตถุประสงค์</b>			
(1) ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับหลักการ	4.40	0.55	มาก

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม/ ความสอดคล้อง
(2) ความชัดเจนที่จะแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้น	4.20	0.45	มาก
(3) ความเป็นไปได้	4.00	0.00	มาก
(4) การใช้และการเรียบเรียงภาษาที่มีความหมาย และเข้าใจง่าย	4.20	0.45	มาก
3.3 แนวคิด และทฤษฎี			
(1) ความชัดเจนของแนวคิด และทฤษฎีที่ใช้ในการ พัฒนารูปแบบ	4.40	0.55	มาก
(2) ความเหมาะสมของแนวคิด และทฤษฎีที่ใช้ในการ พัฒนารูปแบบ	4.20	0.45	มาก
3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้			
(1) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้อง และต่อเนื่อง	4.40	0.55	มาก
(2) ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้มี รายละเอียดและคำอธิบายที่ชัดเจน	4.00	0.00	มาก
(3) กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ทำให้ การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์	4.20	0.45	มาก
(4) การใช้และการเรียบเรียงภาษาเข้าใจง่าย	4.20	0.45	มาก
3.5 การวัดและประเมินผล			
(1) การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของรูปแบบ	4.00	0.00	มาก
(2) การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตาม หลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน	4.00	0.00	มาก

จากตารางที่ 25 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.29 และ S.D. = 0.22 มีความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับมาก จึงสามารถนำไปใช้ทดลองได้



**ตารางที่ 26** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม/ความสอดคล้อง
<b>1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้</b>			
1.1 ครอบคลุมความต้องการจำเป็น	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 มีการเรียงลำดับที่เชื่อมโยง	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 มีความสอดคล้องและมีความสัมพันธ์กัน	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้</b>			
2.1 ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้แสดงถึงสาระการเรียนรู้ที่ชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 เวลาที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้อง			
(1) สาระการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
(2) กิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
(3) การวัดและประเมินผล	4.40	0.55	มาก
2.4 สาระการเรียนรู้นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้			
(1) มีความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ	4.20	0.45	มาก
(2) แต่ละขั้นตอนมีความชัดเจน สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ได้จริง	4.20	0.45	มาก
(3) แต่ละขั้นตอนมีการดำเนินกิจกรรมตามรูปแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.20	0.45	มาก
2.6 สื่อการจัดการเรียนรู้			
(1) มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
(2) มีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.20	0.45	มาก
(3) ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน	4.20	0.45	มาก

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม/ ความสอดคล้อง
2.7 การวัดและประเมินผล			
(1) มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.20	0.45	มาก
(2) มีความเหมาะสมกับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์	4.20	0.45	มาก
2.8 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้			
(1) สามารถนำผลการบันทึกไปปรับปรุงการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์	4.60	0.55	มากที่สุด
2.9 บันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง			
(1) สามารถวัดความสามารถด้านการมีโน้ตัมทางคณิตศาสตร์	4.80	0.45	มากที่สุด
(2) สามารถวัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ	4.00	0.00	มาก
(3) สามารถวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.20	0.45	มาก
(4) สามารถวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	4.20	0.45	มาก

จากตารางที่ 26 พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.42 และ S.D. =0.19 มีความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับมาก เครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบ ผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 28 ข้อ ประกอบด้วยวัดความสามารถด้านการมีโน้ตัมทางคณิตศาสตร์จำนวน 7 ข้อ วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณจำนวน 7 ข้อ วัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 7 ข้อ และวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 7 ข้อ แล้วตรวจสอบด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คัดเลือกแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ไว้ 20 ข้อ ซึ่งครอบคลุมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ และผู้วิจัยสร้างแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบเป็นแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น จำนวน 3 ฉบับ มีฉบับละ 8 ข้อ ประกอบด้วยวัดความสามารถด้านการมีโน้ตัมทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ข้อ วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณจำนวน 2 ข้อ

วัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ข้อ และวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ข้อ แล้วตรวจสอบด้วยวิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คัดเลือกแบบอัตโนมัติมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ไร่จำนวน 3 ฉบับ ฉบับละ 4 ข้อ ซึ่งครอบคลุมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ด้านละ 1 ข้อ ดังตารางที่ 27

**ตารางที่ 27** ค่า IOC ของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้รูปแบบเป็นแบบปรนัย

ข้อ	วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าIOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
1	ความสามารถด้านการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	0	+1	+1	0.80
2	ความสามารถด้านการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	ความสามารถด้านการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	ความสามารถด้านการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	ความสามารถด้านการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	0	+1	+1	+1	0.80
7	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	0	+1	0.80
8	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	0	+1	+1	+1	0.80

ข้อ	วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าIOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
14	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
16	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	0	+1	+1	0.80
18	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	0	+1	+1	0.80
20	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

จากตารางที่ 27 ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังใช้รูปแบบเป็นแบบปรนัยมีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าIOC หรือค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80 - 1.00 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรปรับโจทย์หรือสถานการณ์ให้สั้นกะทัดรัด ไม่จำเป็นต้องใช้โจทย์หรือข้อความที่ยาวเกินไปเพราะต้องการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าการอ่านเพื่อความเข้าใจ ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่ายและชัดเจน

**ตารางที่ 28** ค่า IOC ของความเหมาะสม/ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบเป็นแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด

ข้อ	วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าIOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	
เรื่องที่ 1 มุม							
1	ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	0.80
2	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
เรื่องที่ 2 สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น							
1	ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	0	+1	0.80
2	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
เรื่องที่ 3 การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน							
1	ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

จากตารางที่ 28 ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบเป็นแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดมีค่า IOC หรือค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.80-1.00 ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ดังนี้ ควรปรับโจทย์

หรือสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน ภาษาที่ใช้ต้องเข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม และสามารถนำไปใช้กับนักเรียนได้ทุกพื้นที่การศึกษา

**1.3 ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา** ก่อนนำไปทดลองใช้จริง โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด จำนวน 15 แผน ที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2558 ห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีคุณลักษณะไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง และรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยดำเนินการหาประสิทธิภาพของรูปแบบ แบบภาคสนาม (Field Tryout) นำไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 40 คน จากนั้นจึงหาค่าประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) โดยหาค่า  $E_1$  จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน และหาค่า  $E_2$  จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/81.25

**ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

**2.1 ผลการทดลองใช้รูปแบบ ประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการทดลองใช้รูปแบบ**

ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 40 คน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุบลราชธานี) ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1. ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านความคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ 5 ขั้น โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจากบันทึกหลังสอนและการร่วม



กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีผลการใช้รูปแบบ  
ที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตารางที่ 29



**ตารางที่ 29** ผลการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
<p><b>ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)</b> ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ</p> <p>1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เนตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน</p> <p>2) ครูตั้งคำถาม ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น</p>	<p>1) ครูใช้สื่อ วิดีทัศน์ เพลงหรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจสื่อเหล่านี้เป็นอย่างดี นักเรียนพูดตามหรือร้องตามสื่อนั้นได้ นักเรียนจดจ่ออยู่กับสื่อ เพราะสื่อมีเสียง จังหวะ ทำนอง มีสีสันสดใส ตัวหนังสือ ตัวอักษรรูปภาพประกอบที่น่าสนใจ ถ้าเป็นบทเพลงนักเรียนสามารถร้องตามได้อย่างรวดเร็ว พร้อมกับแสดงท่าทางประกอบเนื้อร้อง</p> <p>2) เมื่อครูตั้งคำถามถาถามนักเรียน นักเรียนต่างแสดงความสนใจที่จะตอบคำถาม เพราะนักเรียนได้คิดหรือเรียนรู้เนื้อหาเบื้องต้น องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์บางส่วนผ่านสื่อเหล่านี้ ซึ่งมีองค์ประกอบการนำเสนอด้วยภาพ และเสียงอย่างชัดเจน</p>	<p>นักเรียนบอกความหมายเกี่ยวกับจำนวน/สัญลักษณ์ได้</p>
<p><b>ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)</b> ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ</p>	<p>3) จากที่ครูใช้กิจกรรมการกำหนด 2 กลุ่ม สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกัน และแตกต่างกัน เพื่อให้ให้นักเรียนสรุปเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองนั้น นักเรียนมีความ</p>	<p>1) นักเรียนนำประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาสรุปรวมให้อยู่ในรูปแบบนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้</p> <p>2) นักเรียนเลือก และเขียนแนวทางการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของ</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียน
<p>3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่ มโนทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ</p> <p>4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์</p>	<p>สนุกสนาน และทำท่ายกกับสิ่งที่ทำ นักเรียนจะช่วยกันเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่าง โดยอ้างอิงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม หรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจากขั้นที่ 1 เป็นพื้นฐานในการสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ และเมื่อนักเรียนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ หรือบอกคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหานั้นๆ ได้ นักเรียนรู้สึกที่ตนเองสามารถคิดได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะเป็นผู้นำสรุปองค์ความรู้หรือความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้ในแต่ละเนื้อหานั้นๆ พร้อมกันอีกครั้ง</p> <p>4) จากที่ครูได้กำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาในแต่ละเรื่องนั้น โดยปัญหาหรือสถานการณ์จะเป็นเรื่องราวที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนให้ความสนใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพราะเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับตนเองทั้งเป็นรายบุคคล รายคู่และรายกลุ่ม ซึ่งการแก้ปัญหา นักเรียนได้ดำเนินการอย่างมีขั้นตอน นักเรียนบางคนครูต้องให้คำแนะนำเพิ่มเติม โดยใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือความคิดรวบยอดที่ตนเองมีมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา(โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการหาอะไร) การเลือกใช้ความรู้หรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการหาคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถอธิบายหรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบได้ค่อนข้างชัดเจนมีความสอดคล้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา แต่ในบางสถานการณ์ครูก็แนะนำให้เพิ่มเติมบ้าง</p>	<p>การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามทศนิยม กำหนด และ ดำเนินการจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวน อย่างต่อเนื่อง เป็น ขั้นตอนตามลำดับจน ได้ผลลัพธ์</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
<p><b>ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)</b> ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ</p> <p>5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ</p> <p>6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขัน อาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์</p>	<p>5) นักเรียนสนุกสนานและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีกับการฝึกสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปเป็นรายบุคคล รายคู่ หรือรายกลุ่ม และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ตนเองสร้างขึ้นได้ในระยะเวลาที่กำหนด ถ้าเป็นรายคู่ หรือรายกลุ่ม นักเรียนจะร่วมกันแลกเปลี่ยน ช่วยกันเขียน แสดงวิธีการดำเนินการหาคำตอบลงในกระดาษอย่างชัดเจน โดยนักเรียนส่วนมากบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหาประกอบการอธิบายได้ แต่นักเรียนบางคนต้องให้เพื่อนช่วย หรือฟังคำแนะนำจากครูก่อนถึงจะอธิบายด้วยตนเองได้</p> <p>6) ในต้นชั่วโมงเรียน มีนักเรียนบางคนถามครูว่า “วันนี้มีกิจกรรมอะไร มาให้ร่วมสนุกบ้าง” นักเรียนส่วนมากให้ความสนใจ สนุกสนาน เพลิดเพลินกับกิจกรรมและการเล่นเกมคณิตศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมให้ในแต่ละเนื้อหาที่แตกต่างกัน ในแต่ละกิจกรรมหรือเกมจะฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในด้านการมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเกมที่แข่งขันเป็นรายคู่ เป็นรายกลุ่ม หรืออาจเล่นสนุกๆ นักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ เพื่อให้คู่ของตนเองหรือกลุ่มของตนเองตอบเป็นที่หนึ่ง นักเรียนชอบเกมที่มีการแข่งขัน เพราะนักเรียนชอบ ความท้าทาย ทำให้นักเรียนตื่นตัวตลอดเวลา เรียน</p>	<p>1) นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง จนได้คำตอบของโจทย์ปัญหา</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียน
<p><b>ขั้นที่ 4 การตรวจสอบ ประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C)</b> ใช้ลักษณะเด่น ของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็น ฐาน การสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ จะส่งเสริม ความสามารถด้านการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ</p> <p>7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่ นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหา และคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความ ถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการ เรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้</p>	<p>7) นักเรียนให้ความร่วมมือ และสนุกสนานกับการนำ เรื่องราวในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นจริงมา กำหนด ปัญหา สถานการณ์ หรือ เกิดจากประสบการณ์ที่ นักเรียนเคยเผชิญมา ซึ่งนักเรียนชอบทำงานเป็นราย กลุ่มมากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคลหรือรายคู่ เพราะนักเรียนชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกับเพื่อนๆ แต่ในกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียน ได้ฝึกคิดด้วยตนเอง นักเรียนสามารถหา วิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ตนเองได้สร้างขึ้นด้วย องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนได้เรียนรู้ไปและ คำนวณหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ได้อย่าง ถูกต้อง มีนักเรียนบางกลุ่มที่ครูต้องคอยแนะนำให้ความ ช่วยเหลือบ้างในบางครั้ง และนักเรียนบางคนก็ หาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บน อินเทอร์เน็ต หรือผู้รู้</p>	<p>1) นักเรียนประยุกต์ใช้ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินกระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาตาม ขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง จนได้คำตอบของโจทย์ ปัญหา</p> <p>2) นักเรียนแสดง แนวคิด และสรุป แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ ถามได้อย่าง สมเหตุสมผล</p>
<p><b>ขั้นที่ 5 การประเมินผลการ เรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b> ใช้ลักษณะเด่นของการสอน แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะ ส่งเสริมความสามารถด้านการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน คือ</p> <p>8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริง ด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์</p>	<p>8) นักเรียนแต่ละคนตั้งใจทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิต จริง นักเรียนพยายามที่จะเขียนแสดงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้ไปลงในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียน แต่ละคนมีการเขียนสรุป อธิบายใน ลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น เขียนเป็น Mind Mapping เขียนเป็นคำบรรยาย เขียนโดยใช้รูปภาพ ประกอบ อีกทั้งเขียนยกตัวอย่าง การนำองค์ความรู้ ที่ตนเองได้รับไป ใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงด้าน การคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ในช่วงแรกๆ นักเรียนยังเขียนสรุป ไม่ค่อยดีเท่าที่ควร พอเขียนไปเรื่อยๆ ก็เกิดความ ชำนาญ มีการเขียนสรุปที่หลากหลายรูปแบบ มีการ เขียนที่ครอบคลุมองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเอง ได้เรียนรู้ไป มากขึ้น</p>	<p>1) นักเรียนแสดง แนวคิด และสรุป แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ ถามได้อย่าง สมเหตุสมผล</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้	ความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียน
โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสาน สรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความ ชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่าง แจ้งจากกิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ ไป		

จากตารางที่ 29 ผลการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่ส่งเสริม  
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/2 ปีการศึกษา  
2559 จำนวน 40 คน ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ พบว่าในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบมี  
ความสอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทาง  
คณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)  
ส่งเสริมให้นักเรียนบอกความหมายเกี่ยวกับจำนวน/สัญลักษณ์ได้ ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน  
(Obvious Knowledge: O) ส่งเสริมให้นักเรียนนำประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์มาสรุปรวม  
ให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ เลือก และเขียนแนวทางการจัด  
กระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนด และดำเนินการ  
จัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนอย่างต่อเนื่อง เป็นขั้นตอน  
ตามลำดับจนได้ผลลัพธ์ ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)  
ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดำเนินกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตาม  
ขั้นตอนอย่างต่อเนื่องจนได้คำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้  
(Check Learning Experience: C) ส่งเสริมให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ดำเนิน  
กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนอย่างต่อเนื่องจนได้คำตอบของโจทย์ปัญหา แสดงแนวคิด  
และสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ถามได้อย่างสมเหตุสมผล ขั้นที่ 5 การ  
ประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงแนวคิด และสรุปแนวคิดทาง  
คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์ถามได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งหลังจากการนำรูปแบบไปใช้กับ  
กลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริม  
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาแก้ไข โดยแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ปรับแก้



โจทย์ของสถานการณ์ให้สั้น มีความกระชับขึ้น และปรับเกณฑ์การวัดและประเมินผลแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ชัดเจนมากขึ้น รูปแบบที่พัฒนา และปรับปรุงแก้ไขแล้วหลังจากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จะประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ในการทดลองใช้ครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า รูปแบบมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 80.13/82.63 มีรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในตารางที่ 30

**ตารางที่ 30** ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	r	L	U	t-test	sig
ก่อนเรียน	40	20	7.03	2.09	0.31	8.96	10.34	28.32*	.049
หลังเรียน	40	20	16.68	1.51					

\* $P < .05$

ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ จากตารางที่ 30 สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 7.03 และ 16.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.09 และ 1.51 ตามลำดับ นั่นคือคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน 9.66 คะแนน หรือมีค่าสูงประมาณ 2.37 เท่าของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ใช้ได้ผลดี ผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $r = 0.31$ ,  $sig = .049$ ) เป็นความสัมพันธ์ขนาดปานกลางเท่ากับ 0.31 ทิศทางบวก แสดงว่านักเรียนได้คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีแนวโน้มได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของผลต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

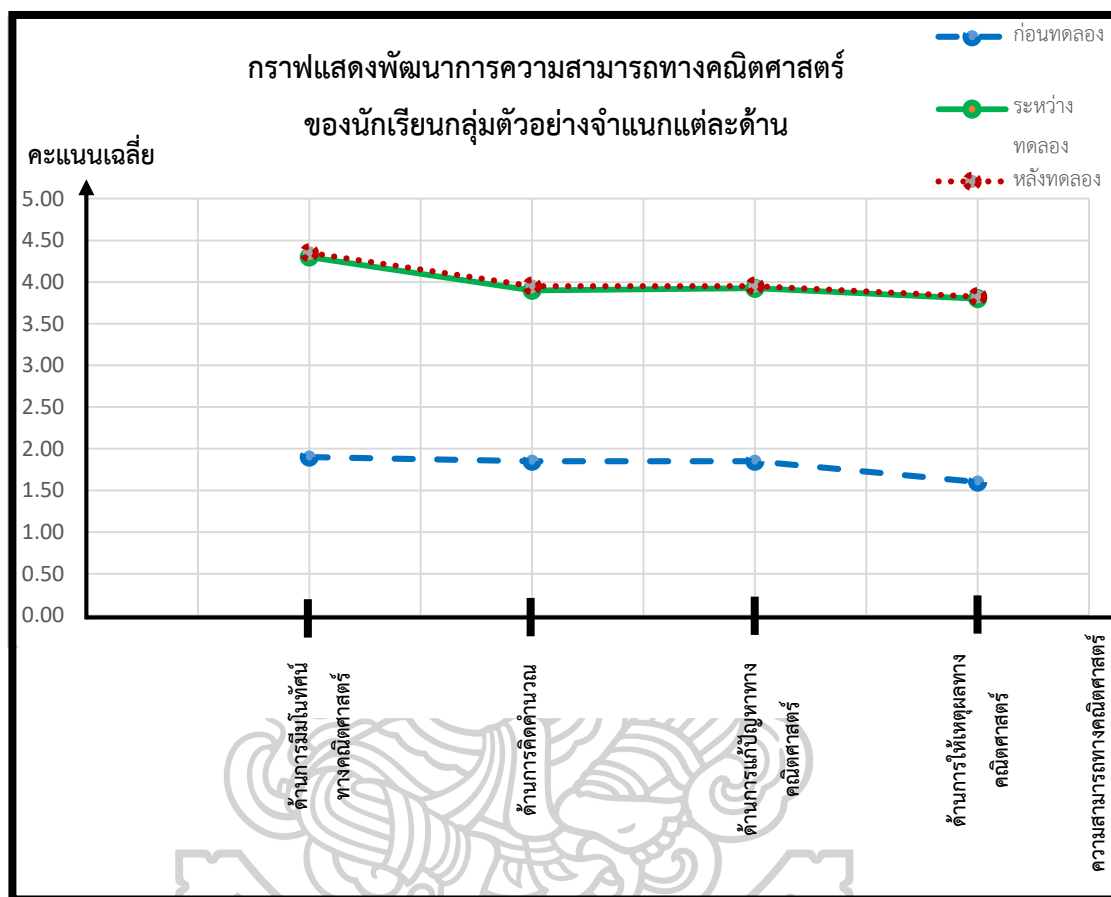
สำหรับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ในระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ (8.96,10.33)

**ตารางที่ 31** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ใน  
ภาพรวมและแต่ละด้านของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์		คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์			จำนวนเท่าของ คะแนนเฉลี่ยหลัง เรียนที่สูงขึ้นจาก คะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน	
ภาพรวม 4 ด้าน (20คะแนน)	$\bar{X}$	7.03	16.03	16.68	2.37
	S.D.	2.08	1.39	1.51	
ความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน		คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทาง คณิตศาสตร์			จำนวนเท่าของ คะแนนเฉลี่ยหลัง เรียนที่สูงขึ้นจาก คะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียน
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน	
ความสามารถด้านการมี มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.68	4.30	4.55	2.70
	S.D.	0.69	0.52	0.55	
ความสามารถด้าน การคิดคำนวณ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.83	3.98	4.10	2.24
	S.D.	0.68	0.53	0.55	
ความสามารถด้านการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.75	3.90	4.03	2.30
	S.D.	0.71	0.50	0.53	
ความสามารถด้านการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.78	3.85	4.00	2.25
	S.D.	0.62	0.53	0.45	

จากตารางที่ 31 พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาพรวม และจำแนกความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1. ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมสูงขึ้น มีคะแนนรวม 20 คะแนน โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 7.03$ , S.D.=2.08) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 16.03$ , S.D.=1.39) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 16.68$ , S.D.=1.51) และคะแนนรวมด้านละ 5 คะแนน มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.68$ , S.D.=0.69) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D.=0.52) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 4.55$ , S.D.=0.55) มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการคิดคำนวณสูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.83$ , S.D.=0.68) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.98$ , S.D.=0.53) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 4.10$ , S.D.=0.55) มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.75$ , S.D.=0.71) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.90$ , S.D.=0.50) และระยะหลังเรียน ( $\bar{X} = 4.03$ , S.D.=0.53) และมีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.78$ , S.D.=0.62) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.85$ , S.D.=0.53) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D.=0.45) จะเห็นได้ว่าจำนวนเท่าของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงสุด 2.7 เท่า รองลงมาความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2.30 เท่า ส่วนความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณมีค่าใกล้เคียงกันเป็น 2.25 และ 2.24 เท่า สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับจากก่อนเรียน ระหว่างเรียนถึงหลังเรียน ดังแผนภาพที่ 20

แผนภาพที่ 20 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำแนกแต่ละด้าน



ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จำแนกตามประเด็น 4 ข้อ โดยนักเรียนมีความคิดเห็นต่อประเด็นต่างๆ ดังนี้ 1) ครูจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเรียนรู้ในเนื้อหาได้อย่างเข้าใจ นักเรียนสามารถอธิบายถึงสิ่งที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เช่น ครูใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ ใช้เพลงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน ใช้คลิปจากอินเทอร์เน็ตที่มีเนื้อหาเข้าใจง่าย น่าสนใจ ครูสอนเป็นขั้นตอน ครูอธิบายให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1 ที่ว่า “ครูอธิบายเนื้อหาทีละขั้นตอน ถ้าไม่เข้าใจครูจะอธิบายซ้ำๆ” 2) ครูใช้สื่ออุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น ใช้สื่อที่สามารถจับต้องได้ ใช้สื่อที่เป็นคลิปจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งสื่อมีตัวอักษร มีเสียง มีสีสันที่น่าสนใจ ใช้กิจกรรม เกมและเพลงที่หลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน ให้

นักเรียนสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ทำได้ด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 5 ที่ว่า “ครูใช้สื่อที่นักเรียนสามารถจับ สัมผัสได้ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำสื่อ แล้วมานำเสนอให้เพื่อนๆ ดู เช่น การสร้างแผนภูมิแท่งที่แสดงข้อมูลของนักเรียนทั้งห้องเป็นรายกลุ่ม” 3) แบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ คือ มีการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1 ที่ว่า “เป็นแบบทดสอบที่ดัดแปลงมาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เน้นการให้เหตุผลว่าทำไมถึงตอบแบบนี้” ฝึกใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิด คำนวณ การแก้โจทย์ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 2 ที่ว่า “การตอบคำถามของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์รองรับเสมอ” และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และหลังจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4) นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น คือ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและสัญลักษณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 3 ที่ว่า “สามารถต่อยอดความรู้จากองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม ทำให้มีความคิดที่หลากหลาย” สามารถคิดคำนวณหาคำตอบได้รวดเร็วมากขึ้นสามารถแก้โจทย์ปัญหาและคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้คล่องแคล่วมากขึ้น สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ดังความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1 ที่ว่า “ทำให้เป็นคนมีเหตุผลในการคิด” จากบทสรุปการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างในข้างต้น เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

### **ตอนที่ 3 ผลการขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการขยายผลรูปแบบครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 40 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์) โดยนักเรียนมีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1. ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายความว่า

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่มีความรู้ความสามารถ และมีคุณลักษณะไม่แตกต่างกันกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1. ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการขยายผลครั้งนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1. ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวม และจำแนกแต่ละด้าน

### คำถามที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลการวิจัยมีประสิทธิภาพเป็นอย่างไร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาของกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มี 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระหว่างเรียน และระยะที่ 2 หลังเรียน

### สมมติฐานการวิจัย

ในการขยายผลรูปแบบครั้งนี้ ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

1. นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) หลังเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบ ที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีพัฒนาการของความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น



### ประสิทธิผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test แบบ dependent มีผลการทดสอบดังตารางที่ 32

**ตารางที่ 32** ผลการเปรียบเทียบความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ก่อนและหลังเรียน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	r	L	U	t-test	sig
ก่อนเรียน	40	20	7.20	2.05	0.52	8.29	9.45	31.18*	.00
หลังเรียน	40	20	16.08	1.50					

\*P<.05

ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัยว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ จากตารางที่ 32 สรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลจำนวน 40 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 7.20 และ 16.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.05 และ 1.50 ตามลำดับ นั่นคือคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน 8.88 คะแนน หรือมีค่าสูงประมาณ 2.23 เท่าของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ใช้ได้ผลดี ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $r = 0.52$ ,  $sig = .00$ ) เป็นความสัมพันธ์ขนาดปานกลางเท่ากับ 0.52 ทิศทางบวก แสดงว่า นักเรียนได้คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีแนวโน้มได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผลการทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียวของผลต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งสรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ผลต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ (8.29,9.45)

2. ผลการศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มี 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ระหว่างเรียน และระยะที่ 2 หลังเรียน โดยพิจารณาแนวโน้มของการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเพื่อศึกษาพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบ ทั้งในภาพรวมและจำแนกเป็นรายด้าน ดังตารางที่ 33

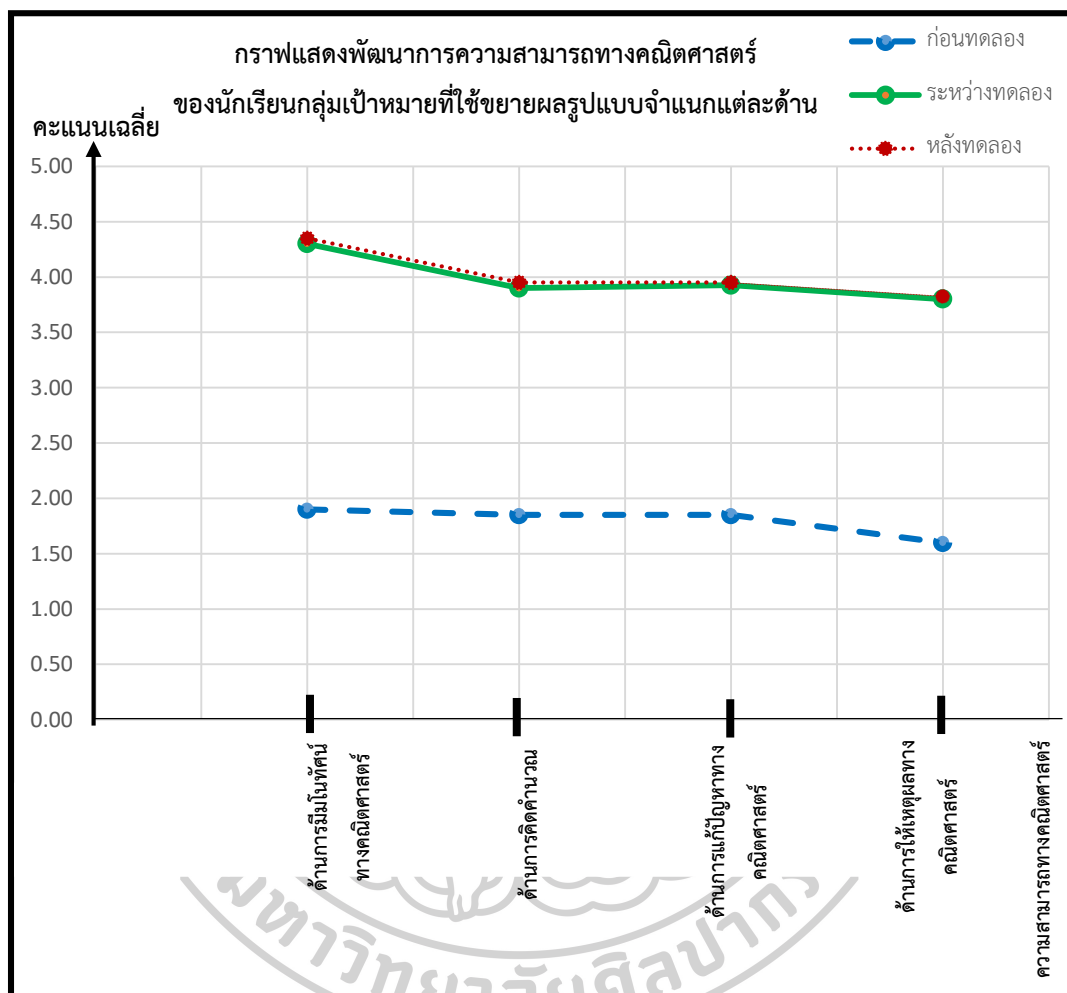
ตารางที่ 33 พัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์		คะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์			จำนวนเท่าของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่สูงขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน	
ภาพรวม 4 ด้าน (20คะแนน)	$\bar{X}$	7.20	15.93	16.08	2.23
	S.D.	2.05	1.38	1.49	
ความสามารถทางคณิตศาสตร์ แต่ละด้าน		คะแนนเฉลี่ยของความสามารถทางคณิตศาสตร์			จำนวนเท่าของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนที่สูงขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน
		ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน	หลังเรียน	
ความสามารถด้าน การมีมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.90	4.30	4.35	2.29
	S.D.	0.63	0.52	0.58	
ความสามารถด้าน การคิดคำนวณ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.85	3.90	3.95	2.13
	S.D.	0.66	0.50	0.45	
ความสามารถด้าน การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.85	3.93	3.95	2.14
	S.D.	0.66	0.42	0.55	
ความสามารถด้าน การให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ (5คะแนน)	$\bar{X}$	1.60	3.80	3.83	2.39
	S.D.	0.63	0.56	0.45	

จากตารางที่ 33 พบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบในภาพรวม และจำแนกความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1. ความสามารถด้าน

การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ 3. ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมสูงขึ้น มีคะแนนรวม 20 คะแนน โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 7.20$ , S.D.=2.05) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 15.93$ , S.D.=1.38) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 16.08$ , S.D.=1.49) และคะแนนรวมด้านละ 5 คะแนน มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.90$ , S.D.=0.63) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D.=0.52) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 4.35$ , S.D.=0.58) มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการคิดคำนวณสูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.85$ , S.D.=0.66) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.90$ , S.D.=0.50) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 3.95$ , S.D.=0.45) มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.85$ , S.D.=0.66) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.93$ , S.D.=0.42) และระยะหลังเรียน ( $\bar{X} = 3.95$ , S.D.=0.55) และ มีพัฒนาการด้านความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 1.60$ , S.D.=0.63) ระหว่างเรียน ( $\bar{X} = 3.80$ , S.D.=0.56) และหลังเรียน ( $\bar{X} = 3.83$ , S.D.=0.45) จะเห็นได้ว่าจำนวนเท่าของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนของความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านมีดังนี้ ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงสุด 2.39 เท่า รองลงมาความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2.29 เท่า ส่วนความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และด้านการคิดคำนวณมีค่าใกล้เคียงกันเป็น 2.14 และ 2.13 เท่า สรุปได้ว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) มีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับจากก่อนเรียน ระหว่างเรียนถึงหลังเรียน ดังแผนภาพที่ 21

แผนภาพที่ 21 กราฟแสดงพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบจำแนกแต่ละด้าน



ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาของอย่างไม่เป็นทางการ โดยแสดงความคิดเห็นจำแนกตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สรุปได้ดังนี้ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) เป็นการเตรียมความพร้อมโดยใช้สื่อ สิ่งเร้าที่นักเรียนสนใจ เพิ่มความตื่นตัวในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสนุกกับสื่อและ

อยากที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) เป็นชั้นที่นักเรียนสามารถเรียนรู้จาก 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน นักเรียนมีความท้าทายให้ความร่วมมือในการแข่งขันกันตอบ แสดงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้มาและให้เหตุผล บอกลักษณะที่เหมือนกัน/ลักษณะที่ต่างกันจนนักเรียนสรุปเป็นความรู้ใหม่ตามเนื้อหา นั้นๆ ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดภาคภูมิใจในตนเอง ชั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) เป็นชั้นที่นักเรียนให้ความร่วมมือในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใกล้ตัว และมีความท้าทายในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ และเขียนอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการหาคำตอบได้ชัดเจน อีกทั้งนักเรียนให้ความสนใจ และตื่นตัวกับกิจกรรมหรือเกมทางคณิตศาสตร์ที่ครูได้จัดเตรียมมาในแต่ละเนื้อหา ชั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) เป็นชั้นที่นักเรียนสร้างเรื่องราวของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จากประสบการณ์ใกล้ตัวนักเรียน และจากประสบการณ์ของคนรอบข้างนักเรียน ทำให้นักเรียนตื่นตัวกับการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ และชั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) เป็นชั้นที่นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงในแต่ละเนื้อหา โดยเขียนอธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้ให้ได้ครบถ้วนที่สุด ซึ่งนักเรียนแต่ละคนเขียนอธิบายในรูปแบบที่หลากหลาย จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดนี้มีความสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถด้านการมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 2) ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3) ขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีวิธีดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ที่มีลักษณะเป็นแบบแผนเชิงผสมผสานแบบรองรับภายใน (The Embedded Design) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) และใช้แบบแผนการทดลองแบบทดสอบกลุ่มเดียวก่อน-หลัง (The One Group Pretest-Posttest Design) การใช้รูปแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ความแปรปรวน หาค่าทีแบบไม่อิสระ (t-test for dependent samples) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน มีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) มีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 หลักการ เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ และปรับกระบวนการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์



อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้แก่ ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพ องค์ประกอบที่ 3 แนวคิด และทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนการสอนของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดิวอี้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบที่ 4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) องค์ประกอบที่ 5 การวัดและประเมินผล เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์อยู่ในตัวผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ โดยการวัดและประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ (1) ความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเข้าใจ ให้ความหมายสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ (2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่องอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ (3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดคณิตศาสตร์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์วัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถทาง

คณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น (1) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลัง การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (2) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น และแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงใช้ประเมินทุกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยมีการประเมินผลด้วยระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีผลการหาค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) ตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาเท่ากับ 80.13/82.63

2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา สรุปได้ว่าหลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ผลการขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลการวิจัยที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

## อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาอภิปราย ผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า รูปแบบมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิง

โครงสร้างและเชิงเนื้อหา และมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสม และครอบคลุมความต้องการจำเป็นในการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ประถมศึกษา เนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็น ระบบ ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการเชิงระบบ โดยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง กับ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารระการการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ที่สรุปว่าคณิตศาสตร์มีประโยชน์ ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เพราะคณิตศาสตร์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ต้อง ปรับเปลี่ยน เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีศักยภาพที่เท่าเทียมกับนานาชาติ ซึ่งจุดประสงค์ของการจัดการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ของ The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) หรือสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีลักษณะดังนี้

- 1) ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ (To learn to value mathematics)
- 2) มีความมั่นใจใน ความสามารถของตนเองที่จะทำคณิตศาสตร์ (To become confident in their ability to do mathematics)
- 3) เป็น นักแก้ปัญหา (To become mathematical problem solvers)
- 4) สามารถสื่อสารคณิตศาสตร์ได้ (To learn to communicate mathematically)
- 5) สามารถให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ (To learn to reason mathematically)

((NCTM), 2000) ดังนั้นในการ จัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติให้นักเรียน คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ต้องผสมผสานทั้งเนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมี อยู่ในชีวิตประจำวันเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างถ่องแท้จากตัวอย่างที่ สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์ และมีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2547) ดังนั้นในการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะและกระบวนการความสามารถทาง คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ที่มี คุณลักษณะที่อยู่ภายในตัวนักเรียน เป็นผู้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยนักเรียน จะต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ความสามารถด้านการมีโน้ตค้นทาง คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจ ให้ความหมายที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์และจำนวน รวมถึงการให้เหตุผล อย่างเป็นระบบ เป็นสิ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือจากการได้รับประสบการณ์ที่นักเรียนได้ประสบ

แล้วนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ คือกเบิร์นและลิตเลอร์(Cockburn & Littler, 2010; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้งาน ครูที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและเข้าใจลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับความหมาย ที่มา และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันของมโนทัศน์ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อสื่อสาร สื่อความหมายให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถวิเคราะห์เนื้อหาและสร้างคำถามขยายความ เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยง และมีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ ถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆ จะทำให้ติดอยู่ในตัวนักเรียน เป็นผู้มีความทักษะการคิดคำนวณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีความกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดตามหลักการ สมบัติและ ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Marsh, 2007; สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551) ผลการวิเคราะห์แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism อันเนื่องมาจากแนวคิด และทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist Learning Theory) (Jonassen, 1992; Underhill, 1991; ทิศนา แคมมณี, 2547) ที่สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัวจากความผิดพลาดนั้นๆ ผู้เรียนไม่ควรได้รับการสอนให้จดจำเนื้อหาต่างๆ เท่านั้น แต่ควรจะได้รับ การเสนอให้รู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือการนำข้อมูลหรือความรู้



ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่คลุมเครือโดยให้ความสนใจศึกษากระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง และการปรับกระบวนการรู้คิด พยายามค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจอย่างกระจ่างแจ้งจนเกิดเป็นองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีความหมายต่อตนเอง โดยผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีที่ต่างกัน เน้นแก้ปัญหาที่มีความหมายจริงๆ และเป็นปัญหาในชีวิตจริง มีรูปแบบที่เป็นรูปธรรม จัดเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน สร้างความรู้ร่วมกัน ร่วมมือกันทำงานและใช้คำถามกระตุ้นการค้นหา โดยผู้สอนเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด ผลการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Bell, 1981; พรรณี ชูทัย, 2528: 170; สุรางค์ โค้วตระกูล, 2536: 140-141; ทิศนา แคมมณี, 2545: 64) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากสาระของวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับ ถ้าเรียนรู้แบบไม่เข้าใจ อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้น การให้การบ้านก็ไม่ควรให้มากเกินไปแต่ควรให้สม่ำเสมอ และใช้เวลาในการทำไม่มากเกินไป ที่สำคัญต้องไม่ยากจนผู้เรียนทำไม่ได้ จะทำให้ผู้เรียนหมดกำลังใจในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้ดั่งนั้นผู้สอนจะต้องนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ มาใช้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ผู้เรียนในช่วงวัยนี้ไม่สามารถเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรมได้โดยตรง เพราะสิ่งที่เขื่อนามธรรมจะขึ้นกับการหยั่งรู้ การเรียนรู้ด้วยตนเอง จากประสบการณ์ และสิ่งที่เขื่อนรูปธรรม ดังนั้นต้องเน้นการให้เหตุผลที่อิงรูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาประกอบ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจนเกิดความเข้าใจ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน จึงจะสามารถนำไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล และควรให้การเสริมแรงทางบวก เป็นคำพูด หรือสภาพที่ทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นซ้ำอีก หรือการเสริมแรงทางลบ เพื่อเป็นการเปลี่ยนสภาพการณ์ หรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่าง ในการทำให้เกิดพฤติกรรมแบบที่ต้องการ ผลการวิเคราะห์แนวคิดการประเมินผลตามของ SOLO Taxonomy (Biggs and Collis, 1982) สรุปได้ว่าเป็นระบบที่นำมาช่วยอธิบายผู้เรียนว่ามีพัฒนาการการปฏิบัติที่ซับซ้อนอย่างไรในการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีความหลากหลายของภาระงานทางวิชาการโดยที่นิยามจุดประสงค์ของหลักสูตรในสภาพที่พึงประสงค์ของการปฏิบัติ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่ปฏิบัติได้จริง การใช้ SOLO Taxonomy เป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถทาง

คณิตศาสตร์ของแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 5 ระดับ เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถของผู้เรียนดังนี้ ระดับ 1 หมายถึง ระดับโครงสร้างพื้นฐาน/ ไม่ตรงตามจุดประสงค์ (Pre- structural Level) ระดับ 2 หมายถึง ระดับโครงสร้างเดี่ยว/ จุดประสงค์เดี่ยว (Uni-structural Level) ระดับ 3 หมายถึง ระดับโครงสร้างหลากหลาย/จุดประสงค์ที่หลากหลาย (Multi-structural Level) ระดับ 4 หมายถึง ระดับความสัมพันธ์ของโครงสร้าง/ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Relational Level) และระดับ 5 หมายถึง ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยายนามธรรม/การประเมินค่า (Extended Abstract Level) ซึ่งระดับของ SOLO Taxonomy จะช่วยให้ทั้งครูและผู้เรียนตระหนักถึงองค์ประกอบที่หลากหลายของหลักสูตรได้ชัดเจนขึ้น ผลการสังเคราะห์แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Gerlach and Ely ,1980; Brown, Lewis and Harclerod ,1983; Hannafin and Peck, 1988; Tripp and Bichelmeyer, 1990; Gagné, Briggs and Wager, 1992; Kemp, Morrison and Ross, 1994; Glasser, 1998; ทิศนา แคมมณี, 2545 และ Instructional System Designz ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ 1) หลักการ เป็นการกำหนดหัวข้อที่จะสอน โดยการวิเคราะห์ความจำเป็น ปัญหาอุปสรรค และความต้องการของผู้เรียน และผู้สอน 2) วัตถุประสงค์ เป็นการระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม โดยศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 3) แนวคิดและทฤษฎี เป็นการกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน หรือหาแนวทางการเรียนรู้ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและวิชาที่สอน โดยให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ เน้นการมีส่วนร่วม และการใช้สื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินผลพฤติกรรมและการปฏิบัติของผู้เรียน เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงผู้เรียนและผู้สอนต่อไป และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ได้แก่ ทฤษฎี Constructivist, John Biggs' 3-P model, Outcome-Driven model, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน, SU Model และองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ (Confiey, 1991; สุเทพ อ่วมเจริญ, 2547: 58-59; ทิศนา แคมมณี, 2552: 43) ผู้วิจัยสังเคราะห์เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism ได้ดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อม 2) การเข้าใจในความรู้ 3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม 4) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ 5) การประเมินผลการเรียนรู้ และนำแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มาสังเคราะห์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (JOICE Model) ซึ่งกระบวนการ



จัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ชั้น ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) 2) การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) 3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) 4) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) 5) การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้และเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านใด โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ได้นำลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนโดยใช้เกม และการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐานมาสังเคราะห์ใน 5 ชั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism ที่ส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดดังนี้ ชั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เนตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น ชั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา ชั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์ ชั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) ใช้

ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้ ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจที่กระชับจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป

2. จากผลการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีผลการวิจัยดังนี้

2.1 หลังเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามแนวคิด Constructivism มี 5 ขั้น ดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) 2) การทำความเข้าใจชัดเจน (Obvious Knowledge: O) 3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) 4) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) 5) การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีการดำเนินการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิด และทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (J.G. Brooks & Brooks, 1993; Confrey, 1991; Steedman, 1991; ทิศนา ขัมมณี, 2552; สุเทพ อ่วมเจริญ, 2555; สุนทร สุนันชัย, 2540) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัว นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์จากกระบวนการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับมา เป็นการนำข้อมูลหรือความรู้ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของตนมาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ใหม่ที่มีความหมายต่อตนเอง และ

นักเรียนสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยกระบวนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ และการคิดค้นด้วยวิธีการต่างๆ ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

2.2 นักเรียนเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นในระยะเวลาเรียนถึงระยะหลังเรียน จากระดับปานกลางเป็นระดับมาก ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้ง 5 ขั้น ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) 1) ครูใช้สื่อ วิดีทัศน์ เพลงหรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนให้ความสนใจสื่อเหล่านี้เป็นอย่างดี นักเรียนบางคนก็พูดตามหรือร้องตามสื่อนั้นได้ บางคนก็ใจจดจ่ออยู่กับสื่อ เพราะสื่อมีเสียง จังหวะ ทำนอง มีสีสันสดใส ตัวหนังสือ ตัวอักษรรูปภาพประกอบที่น่าสนใจ ถ้าเป็นบทเพลงนักเรียนสามารถร้องตามได้อย่างรวดเร็ว 2) เมื่อครูตั้งคำถามนักเรียน นักเรียนต่างแสดงความสนใจที่จะตอบคำถาม เพราะนักเรียนได้คิดหรือเรียนรู้เนื้อหาองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์บางส่วนผ่านสื่อเหล่านี้ที่มีองค์ประกอบที่นำเสนอด้วยภาพ และเสียงอย่างชัดเจน ขั้นที่ 2 การทำความเข้าใจให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) 3) ครูใช้กิจกรรมการกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกัน เพื่อให้นักเรียนสรุปเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองนั้น นักเรียนมีความสนุกสนาน และทำทาบกับสิ่งที่หา นักเรียนจะช่วยกันเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่าง โดยอ้างอิงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม หรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาจากขั้นที่ 1 เป็นพื้นฐานในการสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ และเมื่อนักเรียนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ หรือบอกคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหานั้นๆ ได้ นักเรียนรู้สึกดีใจที่ตนเองสามารถคิดได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะเป็นผู้นำสรุปองค์ความรู้หรือความคิดรวบยอดที่นักเรียนได้ในแต่ละเนื้อหานั้นๆ พร้อมกันอีกครั้ง 4) ครูได้กำหนดสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาในแต่ละเรื่องนั้น โดยปัญหาหรือสถานการณ์จะเป็นเรื่องราวที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนให้ความสนใจในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพราะเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับตนเองทั้งเป็นรายบุคคล รายคู่และรายกลุ่ม ซึ่งการแก้ปัญหา นักเรียนได้ดำเนินการอย่างมีขั้นตอน นักเรียนบางคนครูต้องให้คำแนะนำเพิ่มเติม โดยใช้มีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หรือความคิดรวบยอดที่ตนเองมีมาใช้ในการคิดแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การ

วิเคราะห์โจทย์ปัญหา(โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการหาอะไร) การเลือกใช้ความรู้หรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการหาคำตอบ และในแต่ละขั้นตอนนักเรียนสามารถอธิบายหรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบได้ค่อนข้างชัดเจน มีความสอดคล้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา แต่ในบางสถานการณ์ครูก็แนะนำเพิ่มเติมบ้าง ชั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) 5) นักเรียนสนุกสนานและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีกับการฝึกสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ไปเป็นรายบุคคล รายคู่ หรือรายกลุ่ม และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่ตนเองสร้างขึ้นได้ในระยะเวลาที่กำหนด ถ้าเป็นรายคู่หรือรายกลุ่ม นักเรียนจะร่วมกันแลกเปลี่ยน ช่วยกันเขียน แสดงวิธีการดำเนินการหาคำตอบลงในกระดาษอย่างชัดเจน โดยนักเรียนส่วนมากบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองใช้ในการแก้ปัญหาประกอบการอธิบายได้ แต่นักเรียนบางคนต้องให้เพื่อนช่วย หรือฟังคำแนะนำจากครูก่อนถึงจะอธิบายด้วยตนเองได้ 6) ในทุกต้นชั่วโมงเรียน มีนักเรียนบางคนถามครูว่า“วันนี้มีกิจกรรมอะไรมาให้ร่วมสนุกบ้าง” นักเรียนส่วนมากให้ความสนใจ สนุกสนาน เพลิดเพลินกับกิจกรรมและการเล่นเกมคณิตศาสตร์ที่ครูจัดเตรียมให้ในแต่ละเนื้อหาที่แตกต่างกัน ในแต่ละกิจกรรมหรือเกมจะฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเกมที่แข่งขันเป็นรายคู่ เป็นรายกลุ่ม หรืออาจเล่นสนุกๆ นักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมอย่างเต็มที่ ช่วยกันคิด ช่วยกันทำ เพื่อให้คู่ของตนเอง หรือกลุ่มของตนเองตอบเป็นที่หนึ่ง นักเรียนชอบเกมที่มีการแข่งขัน เพราะนักเรียนชอบความท้าทาย ทำให้นักเรียนตื่นเต้นตลอดเวลาเรียน ชั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) 7) นักเรียนให้ความร่วมมือ และสนุกสนานกับการนำเรื่องราวในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นจริงมากำหนดปัญหา สถานการณ์ หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา ซึ่งนักเรียนชอบทำงานเป็นรายกลุ่มมากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคลหรือรายคู่ เพราะนักเรียนชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนๆ แต่ในกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ตนเองได้สร้างขึ้นด้วยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนได้เรียนรู้ไปและคำนวณหาคำตอบของปัญหาที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง มีนักเรียนบางกลุ่มที่ครูต้องคอยแนะนำให้ความช่วยเหลือบ้างในบางครั้ง และนักเรียนบางคนก็หาความรู้เพิ่มเติมจากสื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต ชั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) 8) นักเรียนแต่ละคนตั้งใจทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง นักเรียนพยายามที่จะเขียนแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้ไปลงในบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีการเขียนสรุป อธิบายในลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น เขียนเป็น Mind Mapping เขียนเป็นคำบรรยาย เขียนโดยใช้รูปภาพประกอบ อีกทั้งเขียนยกตัวอย่างการนำองค์ความรู้ที่ตนเองได้รับไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ในช่วงแรกๆ นักเรียนยังเขียนสรุปไม่ค่อยดีเท่าที่ควร พอ



เขียนไปเรื่อยๆ ก็เกิดความชำนาญ มีการเขียนสรุปที่หลากหลายรูปแบบ มีการเขียนที่ครอบคลุมองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้ไปมากขึ้น

3. ผลการขยายผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism หลังเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยเริ่มจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis : R<sub>1</sub>) ทำให้ทราบปัญหาและความต้องการจำเป็นของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการพัฒนา โดยอาศัยการวิเคราะห์เอกสารแนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้หลักการไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เอกสาร จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ช่วยเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเลือกเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เหมาะสม ครอบคลุมทุกสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับชาติ (O-NET) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และเอกสารการประเมินประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาระดับนานาชาติ วิชาคณิตศาสตร์ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) แสดงให้เห็นว่าการจัดลำดับของ PISA ในปี พ.ศ. 2558 พบว่านักเรียนในประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยทางด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมขององค์การความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD) ซึ่งมีความแตกต่างค่อนข้างมาก และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) วัดความรู้และความคิดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เป็นปัญหาที่สำคัญยิ่ง จะต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนา งานวิจัยนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ NCTM (สหรัฐอเมริกา) Marsh, C.J. (สิงคโปร์) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักวิชาการและมาตรฐาน

การศึกษา ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ /ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหา และหาแนวทางมาพัฒนา ทำให้ทราบถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมีความเหมาะสมกับนักเรียนและสภาพปัจจุบันในยุคเทคโนโลยี และสอบถามพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสำรวจข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ทราบถึงความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียน นำมาสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนา (Design and Development: D<sub>1</sub>) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism โดยการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน และผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบในภาคสนาม (Field tryout) ก่อนการนำรูปแบบไปใช้จริงในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation: R<sub>2</sub>) ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ 5 ขั้น 1) การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) 2) การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) 3) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) 4) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) 5) การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) แล้วนำไปประเมินประสิทธิภาพ และประสิทธิผลกับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้ (Assessment: D<sub>2</sub>) และนำผลมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำรูปแบบไปขยายผล เพื่อการรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ในขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาสามารถนำไปใช้ขยายผลกับนักเรียนในโรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุบลราชธานี) ที่นักเรียนในลักษณะเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของครูทั้ง 2 คนสอนที่โรงเรียนเดียวกัน สอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มขยายผล มีเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อให้การเรียนรู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือการนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่คลุมเครือโดยให้ความสนใจศึกษากระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง และการปรับกระบวนการการรู้คิด คือการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง ซึ่งนักเรียน 2 กลุ่มนี้มีพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างกัน เช่น นักเรียนต้องการเรียนคณิตศาสตร์แบบมีปฏิสัมพันธ์ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูและเพื่อน นักเรียนต้องการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายในโรงเรียน นอกโรงเรียนและสื่อเทคโนโลยีต่างๆ นักเรียน



ต้องการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของตนเองเพื่อนำไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากสภาพปัญหาและความต้องการของนักเรียนในลักษณะเดียวกันนี้ มีการออกแบบและพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีการนำไปใช้จริง ประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้สมบูรณ์ก่อนนำไปขยายผล โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลสามเสน(สำนักงาน สลากกินแบ่งรัฐบาลอุบลราชธานี) ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์ในการขยายผลการวิจัย แนะนำวิธีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ตามรายละเอียดในคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา (JOICE Model) ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 3 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ 1)หลักการ 2)วัตถุประสงค์ 3)แนวคิดและทฤษฎี 4)กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5)การวัดและประเมินผล ส่วนที่ 4 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 5 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล เพื่อให้การดำเนินการขยายผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับการนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยมากที่สุด ดังนั้นในการขยายผลการวิจัยครั้งนี้ จึงทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีประสิทธิผลเป็นไปตามเกณฑ์คือ นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก

### ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบในการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

### ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนมีความสามารถด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ผู้สอนควรนำรูปแบบนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

2. ก่อนการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาไปใช้ ผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจในองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งสร้างความเข้าใจกับผู้เรียนในขั้นตอนการใช้รูปแบบ

### ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

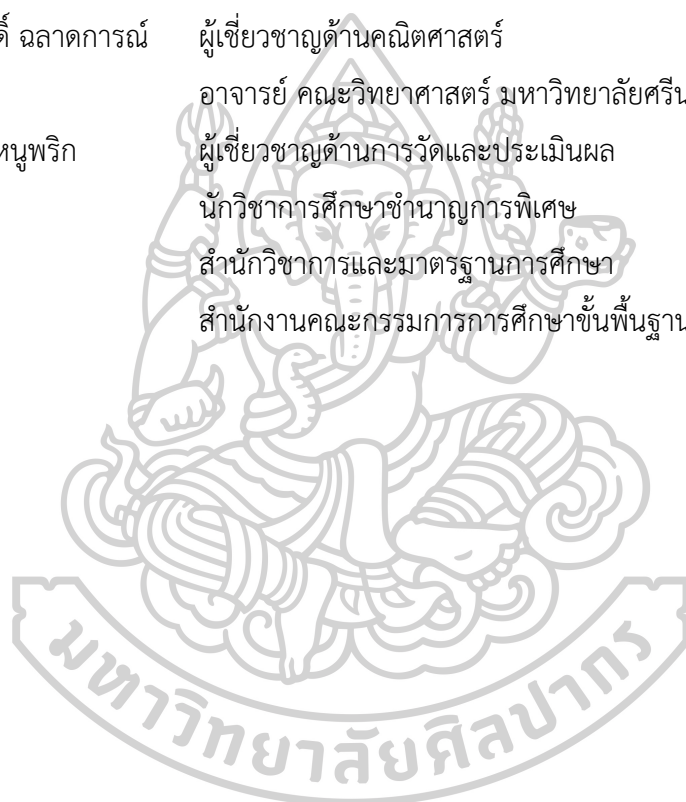


ภาคผนวก



### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

1. รศ.ดร.วัลลภา อารีรัตน์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
รองคณบดี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. ผศ.ดร.ศุภชัย ทวี ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
3. อ.ดร.ขวัญ เพ็ญชัย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์  
อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อ.ดร.ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์  
อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. ดร.โชติมา หนูพริก ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล  
นักวิชาการศึกษานโยบายการพิเศษ  
สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 4539



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภา อารีรัตน์

ด้วย นางสาววิสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ รหัสประจำตัว 56253904 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพทยศิริธรรม )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/4540



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภชัย ทวี

ด้วย นางสาวบริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ รหัสประจำตัว 56253904 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/4541



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ขวัญ เพ็ญชัย

ด้วย นางสาวบริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ รหัสประจำตัว 56253904 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต  
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบ  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้  
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชยศ ไพวิทยศิริธรรม )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 4๕42



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์

ด้วย นางสาวบริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ รหัสประจำตัว 56253904 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต  
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบ  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้  
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพบูลย์ศิริธรรม )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ศธ 0520.107(นฐ)/ 4๕43

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

29 มิถุนายน 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร. โชติมา หนูพริก

ด้วย นางสาวบริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ รหัสประจำตัว 56253904 นักศึกษาระดับปริญญาตรีบัณฑิต  
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนารูปแบบ  
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้  
ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยศ ไพวิทยศิริธรรม )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790



# คู่มือการใช้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism  
เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

THE MANUAL OF THE DEVELOPMENT OF LEARNING MODEL  
BASED ON CONSTRUCTIVISM TO ENHANCE MATHEMATICAL  
ABILITIES FOR STUDENTS IN PRIMARY  
(JOICE MODEL)

บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ



## คำนำ

คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาฉบับนี้ เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เข้าใจองค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ซึ่งคู่มือฉบับนี้ประกอบด้วยสาระสำคัญ 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

3.1 หลักการ

3.2 วัตถุประสงค์

3.3 แนวคิดและทฤษฎี

3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.5 การวัดและประเมินผล

ส่วนที่ 4 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

ส่วนที่ 5 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

ผู้ใช้จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ได้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบนั้น ผู้ใช้จะต้องศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจชัดเจนก่อนนำไปใช้

บริษัท ธีรธรรม พิมพ์ศิริ

## รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model)

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ในปัจจุบันนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ต้องปรับเปลี่ยน เพื่อพัฒนา นักเรียนให้มีศักยภาพที่เท่าเทียมกับนานาชาติ ซึ่งจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ใน ศตวรรษที่ 21 ของ The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) หรือสมาคม ครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา จะมุ่งเน้นให้นักเรียนมีลักษณะดังนี้ 1) ตระหนักถึงคุณค่าของ คณิตศาสตร์ (To learn to value mathematics) 2) มีความมั่นใจในความสามารถของตัวเองที่จะ ทำคณิตศาสตร์ (To become confident in their ability to do mathematics) 3) เป็น นัก แก้ปัญหา (To become mathematical problem solvers) 4) สามารถสื่อสารคณิตศาสตร์ได้ (To learn to communicate mathematically) 5) สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ (To learn to reason mathematically) (Hannafin & Peck, 1988) ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาส ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ต้องผสมผสานทั้งเนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการ เรียนรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวันเป็น การเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนสามารถเรียนรู้อย่างถ่องแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึก ว่า วิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ และมีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง(อัมพร ม้าคอง, 2547)

ดังนั้นในการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ต้องส่งเสริมให้ นักเรียนเป็นผู้ที่มีคุณลักษณะที่อยู่ภายในตัวนักเรียน เป็นผู้มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์สูงขึ้น โดยนักเรียนจะต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) ความสามารถด้านการมีโน ทิศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การบอกความหมายเกี่ยวกับเนื้อหา คณิตศาสตร์เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์และจำนวน รวมถึง การให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เป็นสิ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือจากการได้รับประสบการณ์ที่นักเรียน ได้ประสบแล้วนำมาประมวลผลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ค็อกเบิร์นและลิตเลอร์(Cockburn & Littler, 2010; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) กล่าวว่า มโนทัศน์ทาง

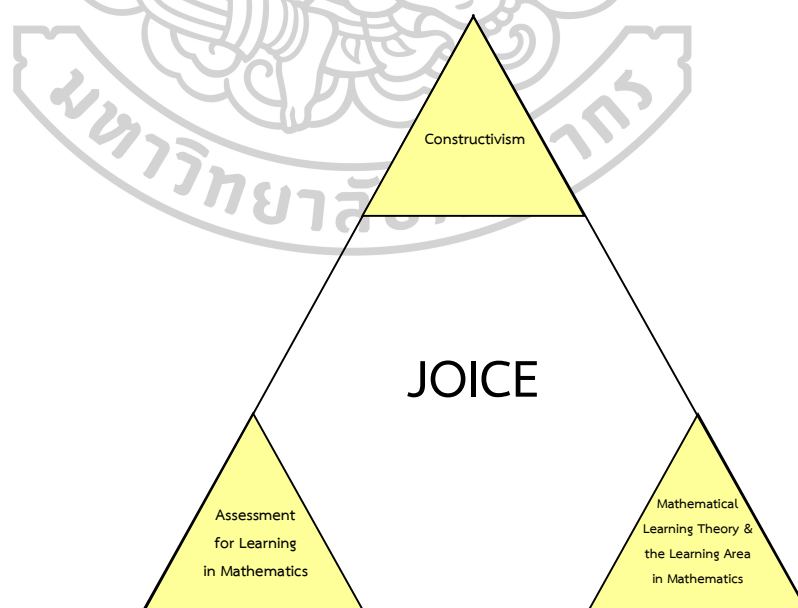
คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาหรือใช้งาน ครูที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและเข้าใจลึกซึ้งเกี่ยวกับความหมาย ที่มา และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันของมโนทัศน์ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม หรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จะสามารถจัดการเรียนรู้เพื่อสื่อสาร สื่อความหมายให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสามารถวิเคราะห์เนื้อหาและสร้างคำถามขยายความ เพื่อพัฒนาการคิดทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ของครู และการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยง และมีความสามารถในการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย 2) ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ ตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์ ถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อยๆ จะทำให้ติดอยู่ในตัวนักเรียน เป็นผู้มีทักษะการคิดคำนวณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 3) ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหนึ่งในทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน เพราะการเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีความกระตือรือร้นและมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต 4) ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิดตามหลักการ สมบัติและ ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่จะส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลสูงสุด และเป็นผู้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ต้องเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัว เรียนรู้จากความผิดพลาดนั้นๆ กล่าวคือ นักเรียนไม่ควรได้รับการสอนให้จดจำเนื้อหาต่างๆ เท่านั้น แต่ควรจะได้รับ การเสนอให้รู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือ การนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ และการปรับกระบวนการการรู้คิด คือการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้นำการสอนในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนโดยใช้เกม และการสอนแบบใช้

กิจกรรมเป็นฐานมาสังเคราะห์ร่วมกับแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ มาพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยการดำเนินการอย่างเป็นระบบ และต่อเนื่องผ่านการวิจัย เพื่อให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

## 2. แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย แนวคิดเกี่ยวกับ Constructivism (Constructivism) แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Learning Theory and The Learning Area in Mathematics) ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนการสอนของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดิวอี้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ (Assessment for Learning in Mathematics) ที่มีความสัมพันธ์กันดังนี้



แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

## 1. แนวคิดเกี่ยวกับ Constructivism

### 1.1 ความหมายของแนวคิดและทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist Learning Theory)

เป็นทฤษฎีที่เน้นการจัดรวบรวมประสบการณ์ใหม่ เพื่อประยุกต์นำไปใช้ในชีวิตจริง และเน้นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เป็นการเรียนรู้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตามสภาพ ตามปัญหาในปัจจุบัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเกิดจากการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ทำให้เกิดการเรียนรู้และมืองค์ความรู้ที่ใหม่อยู่เสมอ โดยผู้สอนต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างองค์ความรู้ด้วยวิธีที่ต่างกัน มีการแก้ปัญหาที่มีความหมายจริงๆ และเป็นปัญหาในชีวิตจริง โดยเน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน จะเห็นได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ เป็นทฤษฎีที่เน้นในเรื่องการแก้ปัญหา จากประสบการณ์และการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนจากความเข้าใจอย่างกระจำจั่ง ซึ่งการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นจาก 1) ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง 2) โครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของผู้เรียนในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ 3) การสร้างความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ 4) ความขัดแย้งทางปัญหาที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ ทำให้เกิดการไตร่ตรองเป็นการกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Jonassen, 1992; Underhill, 1991; ทิศนา ข้ามมณี, 2547) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอยู่ในโลกแห่งประสบการณ์ ได้มีโอกาสผิดพลาดและมีโอกาสแก้ตัว ได้เรียนรู้จากความผิดพลาดนั้นๆ กล่าวคือ ผู้เรียนไม่ควรได้รับการสอนให้จดจำเนื้อหาต่างๆ เท่านั้น แต่ควรจะได้รับการเสนอให้รู้จักคิดโดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนได้รับผ่านกระบวนการซึมซับ คือการนำข้อมูลหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ตนมีอยู่ ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่คลุมเครือโดยให้ความสนใจศึกษากระบวนการเรียนรู้ด้วยการกระทำของตนเอง และการปรับกระบวนการการรู้คิด คือการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง โดยที่ผู้สอนเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด (Confrey, 1991; ทิศนา ข้ามมณี, 2552; สุเทพ อ่วมเจริญ, 2555) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงที่สุดนั้น ผู้เรียนต้องมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ภายในตัวผู้เรียนอย่างแท้จริง



## 1.2 การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism

จากแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่กล่าวไว้ในข้างต้นสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยสังเคราะห์องค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Klausmeir, 1971; Gerlach and Ely, 1980; Brown, Lewis and Harclerod, 1983; Hannafin and Peck, 1988; Tripp and Bichelmeyer, 1990; Gagne, Briggs and Wager, 1992; Kemp, Morrison and Ross, 1994; Glasser, 1998; ทิศนา ขัมมณี, 2545, Cast, 2008 และ Instructional System Design สรุปลักษณะองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้ 1) หลักการ เป็นการกำหนดหัวข้อที่จะสอน โดยการวิเคราะห์ความจำเป็น ปัญหาอุปสรรค และความต้องการของผู้เรียน และผู้สอน 2) วัตถุประสงค์ เป็นการระบุจุดมุ่งหมายของการสอนในเชิงพฤติกรรม โดยศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียน และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 3) แนวคิดและทฤษฎี เป็นการกำหนดกลยุทธ์ของวิธีการสอน หรือหาแนวทางการเรียนรู้ยุทธศาสตร์/ยุทธวิธีในการสอน 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและวิชาที่สอน โดยให้ผู้เรียนแสดงความสามารถอย่างเต็มที่ เน้นการมีส่วนร่วม และการใช้สื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ 5) การวัดและประเมินผล เป็นการประเมินผลพฤติกรรมและการปฏิบัติของผู้เรียน เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงผู้เรียนและผู้สอนต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปสังเคราะห์ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism ในการพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

### 1.3 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

จากแนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด Constructivism ทฤษฎี Constructivist, John Biggs' 3-P Model, Outcome-Driven Model, การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน SU Learning Model และองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism มีขั้นตอนดังนี้

- 1) การเตรียมความพร้อม และการเข้าใจในความรู้อยู่
- 2) การเรียนรู้ด้วยกิจกรรม
- 3) การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้



## 2. แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Learning Theory and the Learning Area in Mathematics)

### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

#### 2.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การนำทฤษฎีของเพียเจต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาศัยแนวคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ ผู้สอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องคำนึงถึงความพร้อมทางสมองของผู้เรียน เช่น ในระดับประถมศึกษา ผู้เรียนเริ่มเข้าเรียน ป.1 เมื่ออายุ 6 ขวบ ซึ่งอยู่ในวัยชั้นที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้เรียนเพิ่งเริ่มเข้าใจสัญลักษณ์ เริ่มเรียนรู้ภาษา จึงมีบางคนที่ไม่เข้าใจจำนวนแต่สามารถออกเสียงหนึ่งถึงหนึ่งร้อยได้ แต่เมื่อสั่งให้หยิบของมาตามจำนวนที่กำหนด ผู้เรียนบางคนจะหยิบไม่ได้ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องปกติ นอกจากนี้การเปรียบเทียบจำนวนมายน้อย หนักเบา ยาว สั้น ไม่สามารถจะสอนได้เข้าใจในขั้นนี้ ผู้สอนบางคนจะสอนบวกโดยวิธีให้บวกจำนวนหนึ่งไว้ในใจแล้วนับต่อไปเท่าจำนวนที่นำมาบวก พบว่าผู้เรียนมักจะลืมนับว่าตนเองบวกด้วยจำนวนอะไรไว้ ปัญหานี้ผู้สอนจะต้องรอเพราะผู้เรียนในวัยนี้ไม่สามารถจะคิดในใจได้ ต้องใช้รูปธรรม หรือแม้กระทั่งคิดย้อนกลับ เช่น  $4 + 5 = \square$  หรือ  $4 + \square = 9$  ผู้เรียนบางส่วนจะทำได้เช่นกัน นอกจากนี้ในการสอนโจทย์ปัญหาที่ต้องมีการคิดซับซ้อนหลายขั้นตอน ในขั้นนี้เนื่องจากเป็นชั้นที่เริ่มเรียนรู้ภาษา การให้ผู้เรียนเขียนแสดงวิธีทำโจทย์ที่เป็นข้อความจะไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรสำหรับในชั้น ป.2 ซึ่งเพิ่งจะเริ่มเข้าสู่วัยชั้นที่ 3 ผู้สอนจะพบปัญหาเช่นเดียวกับชั้น ป.1 เพราะเป็นช่วงรอยต่อบางคนอาจมีความสามารถไปสู่ขั้นแล้วแต่บางคนยังอยู่ในวัยเดิมสำหรับในช่วงชั้น ป.3 – ป.6 ในช่วงนี้ผู้เรียนไม่สามารถจะเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรม ไม่เข้าใจเหตุผลตรรกะ การให้เหตุผลจะอิงรูปธรรม การสอนคณิตศาสตร์ในขั้นนี้จึงต้องมีสื่อการสอนประกอบให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจให้มากที่สุด นอกจากนี้การใช้ภาษาคณิตศาสตร์จะยังไม่ดี จึงทำให้ผู้เรียนหลายคนไม่สามารถจะแก้โจทย์ปัญหาได้ ไม่สามารถจะแสดงวิธีคิดของตนออกมาเป็นภาษาเขียนได้ นักเรียนจะแก้ปัญหาด้วยวิธีลองผิดลองถูกอย่างไม่มีระบบ อาจกลับมาลองแล้วลองอีก บางคนให้นิยามไม่ได้แต่รู้จัก เช่น รู้จักรูปสามเหลี่ยมแต่ถ้าถามว่ารูปสามเหลี่ยมคืออะไร บางคนตอบไม่ได้ (ทิตานา แชมมณี, 2545)

#### 2.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กาเย (Gagne) เป็นนักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศส ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำหรับทดลอง และประยุกต์ทฤษฎีเรียนรู้ โดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ จัดทำโครงการทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการพัฒนาการหลักสูตร พบว่าจุดประสงค์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีดังนี้ 1) เรียนรู้ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีเรียนรู้

แบบฝึกซ้ำๆ ทดสอบ เล่นเกมและจัดแข่งขันในสถานการณ์ต่างๆ 2) เกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ คือ การกระทำหรือกระบวนการซึ่งต้องการความเร็วและความถูกต้อง โดยใช้วิธีสาธิต การฝึกและการทำซ้ำๆ จากบัตรงาน การฝึกทำบนกระดานดำ กิจกรรมกลุ่มและการเล่นเกม การตรวจสอบผู้เรียนว่ามีทักษะมากหรือน้อย พิจารณาจากความสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับทักษะได้อย่างถูกต้องและประยุกต์ใช้ทักษะกับสถานการณ์ต่างๆ 3) เกิดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดทางนามธรรมในการจัดกลุ่มสิ่งของหรือเหตุการณ์ใดที่เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่าง ซึ่งการเรียนรู้ความคิดรวบยอดจะใช้วิธีให้บทนิยามหรือวิธีสังเกตโดยตรงจากประสบการณ์ เช่น ฟัง ดู จับต้อง อภิปราย หรือคิดจากสิ่งที่เป็นตัวอย่าง สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง และดูสิ่งที่มีคุณสมบัติตรงกันข้าม ผู้เรียนระดับประถมศึกษาที่อยู่ในขั้นคิดเป็นรูปธรรม โดยทั่วไปจำเป็นต้องดูด้วยตา จับต้องด้วยมือจึงจะเกิดการเรียนรู้ 4) มีหลักการทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ซับซ้อนที่สุดในคณิตศาสตร์ หลักการเป็นลำดับของความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กันหลายๆ ความคิดรวบยอด ซึ่งการเรียนรู้หลักการจะอาศัยกระบวนการถามตอบ อาศัยบทเรียนแนะแนวทางเพื่อการค้นพบ การอภิปรายกลุ่ม การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา และการสาธิต นักเรียนที่เรียนรู้หลักการจะต้องสามารถพิสูจน์ความคิดรวบยอดในหลักการสามารถจัดความคิดรวบยอดสัมพันธ์กันได้อย่างถูกต้อง และสามารถประยุกต์หลักการในสถานการณ์ต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้กาเยได้ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะประกอบด้วยลำดับความสามารถย่อยและความสามารถที่มีมาก่อน ซึ่งผู้เรียนจะต้องรอบรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมเบื้องต้นมาก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาหรือกิจกรรมที่สูงกว่า กาเยอธิบายว่าผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้จะสามารถทำกิจกรรมที่ไม่เคยทำมาก่อน เนื่องจากกิจกรรมในคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่มีมาก่อน แต่ละเรื่องคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ การสร้างลำดับขั้นตอนสำหรับแต่ละเรื่องเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีที่ผู้สอนควรทำ

### 2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ บรูเนอร์และเคนนี ได้ตั้งทฤษฎีที่ว่าไปเกี่ยวกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) ทฤษฎีการสร้าง (Construction Theory) เป็นการเรียนรู้ความคิดรวบยอด หลักการ หรือกฎทางคณิตศาสตร์จะเรียนได้ดี ต้องสร้างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ วิธีที่ดีที่สุดสำหรับผู้เรียนเริ่มเรียน คือ การสร้างตัวแทน (Representation) ของสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง ในการสอนผู้เรียนเล็กๆ ควรเริ่มจากตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมจะทำให้พวกเขาจำและนำไปใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม การให้กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่สำเร็จรูปจะทำให้ผู้เรียนมีแนวโน้มในการสนใจลดลงและสับสน 2) ทฤษฎีสัญกรณ์ (Notation Theory) กล่าวว่า ตัวแทนของสิ่งที่เรียนสามารถจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย ถ้าใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสมกับระดับสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งสัญกรณ์เป็นข้อตกลงในการใช้สัญลักษณ์สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ลำดับของการใช้สัญลักษณ์ในคณิตศาสตร์ควรนำเสนอในรูปแบบบันไดเวียน ความคิดรวบยอดเดียวกันจะถูกนำเสนอ

ในรูปแบบที่แตกต่างในแต่ละระดับที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้เรียนความคิดรวบยอด เดิมแต่เรียนรู้ต่างรูปแบบกัน 3) ทฤษฎีตรงข้ามและหลากหลาย (Contrast and Variation Theory) ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรให้ผู้เรียนได้พบความแตกต่างของสิ่งที่กำลังเรียนกับสิ่งที่เรียนรู้ มาแล้วและได้พบตัวอย่างที่หลากหลาย ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนจำเป็นต้องยกตัวอย่าง มากและหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มองเห็นรูปทั่วไปได้หรือมองเห็นโครงสร้างคณิตศาสตร์ที่เป็น นามธรรม นอกจากนี้การได้แยกแยะความแตกต่างกับสิ่งที่เคยรู้อย่างไร จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะมีความหมายต่อผู้เรียนเมื่อพวกเขาได้พบความคิดรวบ ยอดที่แตกต่างจากสิ่งที่เคยรู้มาแล้ว 4) ทฤษฎีเชื่อมโยง (Connectivity Theory) ในวิชาคณิตศาสตร์ แต่ละความคิดรวบยอด หลักการและทักษะจะมีการเชื่อมโยงกับความคิดรวบยอด หลักการ และ ทักษะอื่นๆ ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนต้องฝึกให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงโครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน

#### 2.1.4 ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ดินส์ (Deans) เชื่อว่าสิ่งที่เป็นามธรรมขึ้นอยู่กับการหยั่งรู้ เรียนรู้ด้วย ตนเองและประสบการณ์ สิ่งที่เป็นรูปธรรม และดินส์ได้กำหนดความสามารถของผู้เรียนคณิตศาสตร์ จะต้อง 1) วิเคราะห์โครงสร้างทางคณิตศาสตร์และความสัมพันธ์เชิงตรรกวิทยา 2) ใช้กระบวนการ นามธรรม ดึงเอาสมบัติร่วมกันของโครงสร้างหรือเหตุการณ์ แล้วจำแนกโครงสร้างหรือเหตุการณ์ 3) สรุปลงเป็นนัยทั่วไป (Generalization) ขยายจากสิ่งที่รู้ไปยังขอบเขตของสิ่งที่กว้างกว่าที่มีสมบัติ เดียวกับสิ่งที่รู้นั้น 4) สร้างสิ่งที่เป็นามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เป็นามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน แนวคิดของดินส์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้ 1) การเล่น อย่างอิสระ (Free Play) เป็นการเล่นอย่างไม่มีโครงสร้างและไม่มีทิศทาง โดยให้ผู้เรียนได้คลุกคลีกับ สื่อรูปธรรม ให้ผู้เรียนคลุกคลีกับสิ่งต่างๆ อย่างหลากหลาย ผู้เรียนจะได้เห็นแนวคิดในการแปลง สิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวอย่างของรูปธรรมเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ 2) เกม (Games) หลังจากการเล่นอย่างอิสระจากสื่อรูปธรรมแล้วผู้เรียนจะสังเกตเห็นรูปแบบเห็นกฎและแนวคิด หลากหลายจากเล่นเกม จะพบว่าบางสิ่งเป็นไปและบางสิ่งเป็นไปไม่ได้ เกมจะช่วยในการทดลอง การปรับเปลี่ยนตัวชั่วคราว และเริ่มวิเคราะห์โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เกมหลายๆ แบบจะช่วยให้ ผู้เรียนค้นพบเหตุผลและสิ่งที่เป็คณิตศาสตร์ ซึ่งเกมมีประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์ มี ประโยชน์ในการฝึกทักษะ ทบทวน หรือนำความรู้ไปใช้ 3) การค้นหาสมบัติร่วมกัน (Searching for Commonality) หลังจากเล่นเกมหลายเกม โดยใช้ตัวแทนรูปธรรมในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องสามารถหา สมบัติร่วมกันของความคิดรวบยอดและสามารถจำแนกสิ่งที่เป็ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง ดินส์ แนะนำว่าครูจะต้องช่วยชี้แนะให้ผู้เรียนเห็นสมบัติร่วมกันของโครงสร้างในตัวอย่างของความคิด รวบยอด และสามารถจะต้องแปลงไปสู่ตัวอย่างอื่นๆ โดยไม่เปลี่ยนสมบัติทางนามธรรมที่มีร่วมกัน

4) ตัวแทน (Representation) หลังจากหาสมบัติร่วมกันของสิ่งที่เป็นตัวอย่างจะต้องหาสิ่งที่เป็นตัวแทนของความคิดรวบยอด เป็นการแทนสมบัติร่วมกันที่ได้ในข้อ 3 ด้วยคำพูดหรือแผนภาพหรือทั้งสองอย่าง 5) การใช้สัญลักษณ์ (Symbolization) ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมหรือสัญลักษณ์เพื่ออธิบายความคิดรวบยอด 6) การทำให้เป็นแบบแผน (Formalization) เป็นขั้นตอนการเรียบเรียงความคิดรวบยอดออกมาเป็นระบบสัจพจน์ และทฤษฎีบท สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ และประยุกต์ได้

### 2.1.5 ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สกินเนอร์ (Skinner) ได้คิดทฤษฎีการเรียนรู้ที่เรียกว่า “Operant Conditioning” สกินเนอร์เชื่อว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้กระทำเอง โดยไม่ต้องรอสิ่งเร้าจากภายนอกมากระตุ้นแต่เกิดจากสิ่งเร้าภายในตัวผู้เรียนเอง (พรรรณี ชูทัย เจนจิต, 2528) พฤติกรรมส่วนใหญ่จะมีลักษณะเกิดขึ้นเอง และสกินเนอร์เชื่อว่าถ้าต้องการให้พฤติกรรมคงอยู่ตลอดไป จำเป็นต้องให้แรงเสริมซึ่งมี 2 ประเภท คือ แรงเสริมทางบวก ได้แก่ คำพูด หรือสภาพที่ทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นซ้ำอีก อีกประเภทหนึ่งคือ แรงเสริมทางลบ หมายถึงการเปลี่ยนสภาพการณ์ หรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่าง เพื่อทำให้เกิดพฤติกรรมแบบที่ต้องการ(สุรางค์ โค้วตระกูล, 2536) ในการจัดการเรียนรู้อาจจะพบว่า ผู้เรียนลืมความรู้ไปมากจำเป็นต้องเรียนใหม่ การลืมเป็นผลมาจาก ผลของการวางเงื่อนไขสูญหายไปตามกาลเวลา เช่น ทักษะบางอย่างที่ชนิดที่ผู้เรียนเคยเรียนมาในตอนต้นภาคเรียนจะถูกลืมถ้าขาดการฝึกฝนระหว่างปี นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรับรู้มาอย่างผิดๆ เช่น การคิดคำนวณผิด การใช้สูตรผิด ผู้เรียนกลับทำผิดซ้ำแล้วซ้ำเล่าเป็นหน้าที่ที่ผู้สอนจะต้องขจัดมันออกไป สกินเนอร์อธิบายว่า ที่ผู้เรียนลืมความรู้ เพราะไม่ได้รับการเสริมแรง ส่วนการขจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผิดจะต้องถูกทำให้มันน้อยลงโดยไม่มีเสริมแรง จากการวิจัยพบว่า การขจัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ไม่พึงประสงค์ จะต้องใช้ความพยายามอย่างมาก และมักจะเห็นผลช้า และสิ่งที่กำจัดยากมากก็คือ การเรียนรู้มาอย่างผิดๆ และกระทำซ้ำๆ จนเป็นนิสัยและอัตโนมัติ เช่น ผู้สอนคณิตศาสตร์บางคนมักจะเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหาผู้เรียนที่นำตัวเศษมาบวกกับตัวเศษและนำตัวส่วนมาบวกกับตัวส่วน  $\frac{5}{6} + \frac{2}{3} = \frac{7}{9}$  จนเป็นอัตโนมัติแม้จะตักเตือนแก้ไขก็ผิดซ้ำอีก ปัญหานี้แก้ได้โดยการให้ใช้บ่อยๆ และเสริมแรงทันทีเมื่อทำถูก ธรรมชาติของมนุษย์จะเผชิญกับสิ่งเร้าที่ไม่ชอบ ด้วยการหลีกเลี่ยง เช่น ผู้เรียนบางคนอาจจะพยายามหนีความผิดหวังจากการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการลอกคำตอบจากเพื่อน หรือเขียนตอบมั่วๆ ในทัศนะของผู้สอนวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงความล้มเหลวในการจัดการเรียนรู้ คือ การให้ทำแบบฝึกหัดทุกข้อ และการทบทวนก่อนทดสอบ การลงโทษเป็นวิธีการที่ใช้ในการควบคุมพฤติกรรม ซึ่งสกินเนอร์ไม่สนับสนุนการลงโทษ และได้จำแนกผลที่เกิดจากการลงโทษคือ จะทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมเก็บกดชั่วขณะ ผู้เรียนมีความเครียดทางกายและจิตใจ อาจแสดงกิริยา

ที่น่ารังเกียจ เช่น ทำลายข้าวของ ก่อความ

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผู้สอนจำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญทั้งนี้เนื่องจากสาระของวิชาคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน การจัดการเรียนรู้จะสูงขึ้นตามลำดับ ถ้าเรียนรู้แบบไม่เข้าใจ อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้น การให้การบ้านก็ไม่ควรให้มากเกินไปแต่ควรให้สม่ำเสมอ และใช้เวลาในการทำไม่มากเกินไป ที่สำคัญต้องไม่ยากจนผู้เรียนทำไม่ได้ จะทำให้ผู้เรียนหมดกำลังใจในการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะประสบความสำเร็จได้ดั่งนั้นผู้สอนจะต้องนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ มาใช้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ผู้เรียนในช่วงวัยนี้ไม่สามารถเข้าใจคำพูดที่เป็นนามธรรมได้โดยตรง เพราะสิ่งที่เขื่อนามธรรมจะขึ้นกับการหยั่งรู้ การเรียนรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์ และสิ่งที่เขื่อนรูปธรรม ดังนั้นต้องเน้นการให้เหตุผลที่อิงรูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องมีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาประกอบ ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจนเกิดความเข้าใจ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องให้สัมพันธ์กัน จึงจะสามารถนำไปแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล และควรให้การเสริมแรงทางบวก เป็นคำพูด หรือสภาพที่ทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นซ้ำอีก หรือการเสริมแรงทางลบ เพื่อเป็นการเปลี่ยนสภาพการณ์ หรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมบางอย่าง ในการทำให้เกิดพฤติกรรมแบบที่ต้องการ (Bell, 1981) ผู้วิจัยสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1. คำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเป็นสำคัญ 2. สาระของวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาควรเรียงลำดับขั้นของการเรียนรู้ จากความรู้พื้นฐานไปสู่ความคิดรวบยอดที่ซับซ้อน 3. จัดกิจกรรมเป็นรูปธรรมที่มีความหลากหลาย 4. ใช้เกม และการเล่น 5. ใช้องค์ความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีไปใช้ต่อยอด 6. สร้างสิ่งที่เขื่อนนามธรรมที่ซับซ้อนโดยใช้สิ่งที่เขื่อนนามธรรมที่เรียนรู้มาก่อน 7. มีการฝึกและพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ 8. ใช้แรงเสริมทางบวก

## 2.2 การจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะใช้รูปแบบที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้ และเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านใด โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา ได้นำลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัย การสอนโดยใช้เกม และการสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน มาสังเคราะห์ แล้วนำไปเป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริม



ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ส่งเสริมความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนสามารถศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ ทุกเวลา ผู้เรียนใช้เวลาในห้องเรียนเกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด ผู้เรียนนำความรู้ที่ตนได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น นำไปใช้โดยการใช้บทสอนที่สอนด้วยวีดิทัศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ในเนื้อหาวิชาได้ภายนอกห้องเรียนในทุกที่ทุกเวลา

2.2.2 การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา นั้น นำไปใช้โดยการใช้ปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่ผู้เรียนเคยเผชิญมา

2.2.3 การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนต้องแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นวางแผน ขั้นคิดคำนวณ/หาคำตอบ ขั้นตรวจสอบ นำไปใช้โดย การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน

2.2.4 การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด ส่งเสริมความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนรู้คุณลักษณะเด่น ลักษณะรองของเรื่องหรือเหตุการณ์นั้นๆ ได้ และสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้นำไปใช้โดยการกำหนดสถานการณ์ แล้วเปรียบเทียบหาลักษณะเหมือนและลักษณะต่างเพื่อไปสู่ความคิดรวบยอด

2.2.5 การสอนแบบสาธิต ส่งเสริมความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติตาม โดยครูเป็นผู้ดำเนินการกำหนดปัญหา และแสดงวิธีการแก้ปัญหาหาคำตอบ นำไปใช้โดยการกำหนดปัญหา อธิบายสถานการณ์แล้วให้นักเรียนปฏิบัติตาม ใช้ความคิดรวบยอดที่ได้ในการแก้ปัญหา

2.2.6 การสอนแบบนิรนัย ส่งเสริมความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนเรียนรู้หลักเกณฑ์หรือข้อเท็จจริงไปสู่



ตัวอย่างที่เป็นรายละเอียด นำไปใช้โดยการเรียนรู้จากหลักเกณฑ์ไปสู่ตัวอย่างหรือรายละเอียดปลีกย่อย

2.2.7 การสอนแบบใช้เกม ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนต้องแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรือเล่นสนุกๆ จะมีอุปกรณ์การเล่นหรือไม่มีก็ได้ นำไปใช้โดยการเล่นที่มีกฎกติกา เป็นการเล่นแข่งขันระหว่างแต่ละกลุ่มหรืออาจเล่นสนุกๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้

2.2.8 กิจกรรมเป็นฐาน ส่งเสริมความสามารถด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จากกิจกรรมที่ครูเป็นผู้ออกแบบ ซึ่งกิจกรรมต้องครอบคลุมประสบการณ์ชีวิต การพัฒนาการทางสติปัญญา และทางวิชาการนำไปใช้โดยการออกแบบกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ครอบคลุมประสบการณ์ชีวิต การพัฒนาการทางสติปัญญา และทางวิชาการของผู้เรียน

ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ที่กล่าวมาสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบสาธิตส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และด้านการคิดคำนวณ การสอนแบบนิรนัยส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบใช้เกมส่งเสริมความสามารถด้านการคิดคำนวณและด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการสอนโดยใช้กิจกรรมเป็นฐานส่งเสริมความสามารถด้านการคิดคำนวณและด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสรุปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J) ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O) ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I) ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C) และขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E) กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบท่องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

**ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตศัพท์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา

**ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์

**ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience : C)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้

**ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้ชีวิตจริง เพื่อ

ประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิด คำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป

### 3. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์

**3.1 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์** สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา((NCTM), 2000) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ต้องมีหลักการ ได้แก่ 1. เป็นการสนับสนุนการเรียนรู้ในเนื้อหาและข้อมูลสำคัญทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งมีประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอน 2. เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน 3. เป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการตัดสินใจของผู้สอนเพื่อเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ 4. เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องในชั้นเรียนมากกว่ากิจกรรมที่ทำให้ห้องเรียนหยุดชะงัก 5. เพื่อพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานในการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ดังนี้ 1.เป็นการสะท้อนแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนควรรู้และสามารถทำได้ 2. เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ 3. มีความเสมอภาค 4. เป็นกระบวนการที่เปิดเผย 5. เป็นการแสดงข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ 6. เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง

**3.2 การประเมินผลการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง** เน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ การประเมินจะเน้นการวัดความสามารถซึ่งเป็นคุณสมบัติหลายๆ ด้าน ประกอบด้วยความสามารถในการตั้งปัญหา และแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถทางด้านเหตุผล ความสามารถในการปฏิบัติงาน ความเข้าใจในมโนคติที่ลึกซึ้ง (Jonassen, 1992) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับหลักที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างความรู้ตามแนวการสร้างความรู้ด้วย คือ

(1) การประเมินผลการเรียนรู้ควรมีความหมายเป็นอิสระจากเป้าหมายมากขึ้น กล่าวคือ ในการประเมินไม่ควรมองที่เป้าหมายก่อนว่าต้องการให้เกิดความก้าวหน้าเพียงใด หรือไม่ต้องมีเกณฑ์ไว้อ้างอิงผลการประเมินก่อนที่จะมีการประเมิน เพราะการรู้เป้าหมายก่อน อาจทำให้เกิดความลำเอียงในการประเมินได้

(2) สิ่งที่ควรประเมินจากการเรียนรู้ คือ กระบวนการได้มาซึ่งความรู้และทักษะการคิดในระดับสูง ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงเหตุผล และการรู้คิดของผู้เรียน ความสามารถในการนำความรู้ที่มีไปถ่ายโยงกับสถานการณ์ใหม่ หรือบูรณาการความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างผลงาน การประเมินควรทำให้ทั้งครูและผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับความก้าวหน้าในเมตาอวกาศของนักเรียน

(3) เนื่องจากหลักการสำคัญอย่างหนึ่งของการสร้างความรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการเน้นการศึกษาที่เป็นจริง (Authentic Tasks) หมายถึง งานทั้งหลายที่มีประโยชน์และสัมพันธ์กับชีวิตจริง เป็นงานที่ซับซ้อนมากด้วยบริบท และเป็นงานที่ผสมผสานเนื้อหาต่างๆ ของหลักสูตร ดังนั้นปัญหาหรือสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ก็ควรเป็นปัญหาที่มากด้วยบริบท มีความซับซ้อนสอดคล้องกับชีวิตจริงเช่นเดียวกับที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

(4) การประเมินผลควรผสมผสานอยู่กับการจัดการเรียนรู้หรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ที่เรียกว่าการประเมินผลตามสภาพจริง เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน ขณะที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการประเมินที่ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าการตอบแบบทดสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจวัดได้เพียงความสามารถในการจำเท่านั้น

(5) การประเมินไม่ควรใช้ผู้ประเมินเพียงคนเดียว ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยการแสดงความรู้ ความคิดเห็น และประเมินความก้าวหน้าของตนเอง เนื่องจากไม่มีใครสามารถประเมินการสร้างความรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุดเท่ากับตัวผู้เรียนเอง และการให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินตนเองยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง สามารถใช้การประเมินเป็นเครื่องมือในการควบคุมการเรียนรู้และวิเคราะห์ตนเองได้มากขึ้น

(6) ในกรณีที่จำเป็นต้องประเมินผลลัพธ์ของการเรียนรู้มากกว่ากระบวนการแล้ว ควรใช้แฟ้มสะสมงานมากกว่าการใช้ผลงานเพียงชิ้นเดียว ในการประเมินโดยแฟ้มสะสมงานควรจะสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างทั้งในการตีความ งานที่ได้รับมอบหมายและขั้นตอนในการพัฒนางานของผู้เรียนอย่างชัดเจน

**3.3 การประเมินตามแนวคิด SOLO Taxonomy** การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองจะเน้นการประเมินที่เป็นพัฒนาการของผู้เรียนและให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นมากกว่าผลลัพธ์ซึ่งเป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism มีการประเมินที่เน้นการวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์หลายๆ ด้าน ประกอบด้วยความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการคิดคำนวณ ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพได้ ซึ่งการประเมินผลการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือตามแนวคิด SOLO Taxonomy มีรายละเอียดดังนี้

The SOLO Taxonomy เป็นชุดของเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้ที่เป็นผลงานของ Biggs and Collis (1982) “SOLO” มาจากคำว่า Structure of Observed Learning Outcome เป็นระบบที่นำมาช่วยอธิบายว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการการปฏิบัติที่ซับซ้อนอย่างไร ในการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีความหลากหลายของภาระงานทางวิชาการโดยที่นิยามจุดประสงค์ของหลักสูตรในสภาพที่พึงประสงค์ของการปฏิบัติ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่ปฏิบัติได้จริง การ

ใช้ SOLO Taxonomy จะช่วยให้ทั้งครูและผู้เรียนตระหนักถึงองค์ประกอบที่หลากหลายจากหลักสูตรได้อย่างชัดเจนขึ้น การประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาผู้เรียนในลักษณะของความเข้าใจที่ซับซ้อน ซึ่งความเข้าใจดังกล่าวแบ่งได้เป็น 5 ระดับ มีรายละเอียดดังนี้

(1) ระดับโครงสร้างขั้นพื้นฐาน (Pre-structural Level) ในระดับนี้ผู้เรียนจะได้รับเพียงแค่เศษเสี้ยวของข้อมูลที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจาย และไม่ได้รับการจัดการ ทำให้ไม่สามารถเข้าใจข้อมูลเหล่านั้นได้

(2) ระดับโครงสร้างเดี่ยว (Uni-structural Level) มีการสร้างความสัมพันธ์พื้นฐานที่เห็นได้ชัดของข้อมูล แต่ความหมายของข้อมูลเหล่านั้นยังไม่ปรากฏชัด

(3) ระดับหลากหลายโครงสร้าง (Multi-structural Level) ในระดับนี้ อาจจะมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลายๆ ชนิด แต่ความสัมพันธ์ในระดับสูงยังไม่ปรากฏ ทำให้ความหมายโดยรวมไม่เด่นชัด

(4) ระดับที่แสดงความสัมพันธ์ของโครงสร้าง (Relational Level) ผู้เรียนสามารถเข้าใจความหมายสำคัญเพียงบางส่วนของความสัมพันธ์ทั้งหมด

(5) ระดับแสดงความต่อเนื่องในโครงสร้างภาคขยาย (Extended Abstract Level) ผู้เรียนไม่เพียงแต่สร้างความสัมพันธ์เกี่ยวโยงในเรื่องที่ได้รับเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงเรื่องอยู่เกินขอบเขตด้วย ผู้เรียนสามารถสรุปและส่งผ่านความสำคัญ และแนวคิดที่ซ่อนอยู่ภายใต้กรณีตัวอย่าง

อีกทั้งการกำหนดระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy มีค่าระดับ ดังนี้

(1) ค่าระดับ 4 ผู้เรียนมีโครงสร้าง/ข้อความอยู่ในระดับดี มีความชัดเจนในการแนะนำและสรุปผล ชัดเจนในการจำแนกประเด็น/ ชัดเจนในการอธิบายโครงสร้างและรวบรวม มีการตัดสินใจเลือกเนื้อหาอย่างมีเหตุผลเหมาะสม บ่งบอกถึงการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายมีความชัดเจนในการจำแนก พิจารณาตามลักษณะธรรมชาติ

(2) ค่าระดับ 3 ผู้เรียนมีโครงสร้าง/ข้อความที่ดีมีความชัดเจนแนะนำสรุปผล มีโครงสร้าง มีการพัฒนาที่ดี เนื้อหาเหมาะสมมีเหตุผล มีการนำเสนอความคิดเห็นชัดเจน มีการจำแนกและแสดงผลในการอธิบายอย่างชัดเจน

(3) ค่าระดับ 2 ผู้เรียนมีโครงสร้าง/ข้อความที่อยู่ในระดับพอใช้ บางประเด็นมีการจำแนก มีข้อจำกัดในโครงสร้าง แต่เนื้อหาส่วนใหญ่มีความเหมาะสมกับการแนะนำการสรุปผล มีการทดลองและประสบความสำเร็จอย่างจำกัด โครงสร้างบางอย่างมีข้อโต้แย้งแต่มีเพียงเล็กน้อยไม่มีความคิดใหม่

(4) ค่าระดับ 1 ผู้เรียนมีโครงสร้าง/ข้อความอยู่ในระดับต่ำ ระดับของเนื้อหา



ความหลากหลายการแนะนำและการสรุปผล อยู่ในระดับต่ำ มีการทดลองเล็กน้อยมุ่งสนใจในปริมาณ ไม่เน้นคุณภาพ (ซึ่งไม่สามารถอธิบายรายละเอียดขาดกระบวนการคิดการออกแบบการจัดการเรียน)

(5) ค่าระดับ 0 ผู้เรียนมีข้อความไม่เหมาะสม มีประเด็นน้อย ไม่มีโครงสร้าง ในการอธิบายเนื้อหา ความสัมพันธ์กันน้อย ข้อมูลไม่ดี มีรายละเอียดไม่ตรงประเด็น ให้ความหมาย ผิด บอกความสัมพันธ์เชิงเหตุผลน้อย การมีตัวอย่างที่ไม่ดี

จากข้างต้นผู้วิจัยได้ปรับค่าระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy เป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับ 5, 4, 3, 2, 1 เพื่อให้สอดคล้องกับระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยผู้วิจัยใช้ค่าระดับคุณภาพนี้มาเป็นหลักในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีการออกแบบการประเมินตามแนวคิด SOLO Taxonomy คือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน/ระหว่างเรียน/หลังเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ดังนี้





## เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ จำนวน 2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์ 3.นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มาสรุปรวมได้ 4. นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มาสรุปรวมให้ อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติ ต่างๆ ทาง คณิตศาสตร์ได้ 5.ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ได้	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับจำนวน 2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์ 3.นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์มา สรุปรวมได้ 4. นำ ประสบการณ์ใน การเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มาสรุปรวมให้ อยู่ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และ สมบัติต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ได้	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับจำนวน 2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์ 3.นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ คณิตศาสตร์มา สรุปรวมได้	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับจำนวน 2.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ สัญลักษณ์	1.บอก ความหมาย เกี่ยวกับ จำนวน
2. ความสามารถด้านการคิดคำนวณ	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของ การบวก ลบ	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ ทหารจำนวน	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ	1.เลือกการจัด กระทำจำนวน ต่างๆ ใน ลักษณะของ การบวก ลบ

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	<p>คุณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้</p> <p>2.เขียน แนวทางการ จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้</p> <p>3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้</p> <p>4.ดำเนินการ จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้อย่าง ต่อเนื่อง</p>	<p>หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>2.เขียนแนวทาง การจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>4.ดำเนินการจัด จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ</p>	<p>ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>2.เขียนแนวทาง การจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>3.จัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p>	<p>หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p> <p>2.เขียนแนวทาง การจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ใน ลักษณะของการ บวก ลบ คูณ หารจำนวน ตามที่โจทย์ กำหนดได้</p>	<p>คุณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้</p>

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	5.ดำเนินการ จัดจัดกระทำ จำนวนต่างๆ ในลักษณะ ของการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนตามที่ โจทย์กำหนด ได้อย่างเป็น ขั้นตอน ตามลำดับจน ได้ผลลัพธ์				
<b>3. ความสามารถ ด้านการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์</b>	1. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในโจทย์ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในขั้นตอน กระบวนการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 4. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง	1. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน ขั้นตอน กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการ แก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ได้ 4. ดำเนินการ แก้โจทย์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่องได้	1. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน ขั้นตอน กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 3. ดำเนินการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้	1. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ 2. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ใน ขั้นตอน กระบวนการแก้ โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้	1. ประยุกต์ใช้ ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ในโจทย์ปัญหา ทาง คณิตศาสตร์ได้

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง ได้ 5. ดำเนินการ แก้โจทย์ ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ตามขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง จนได้คำตอบ ของปัญหา				
4. ความสามารถ ด้านการให้ เหตุผลทาง คณิตศาสตร์	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดง แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้ 4. แสดง แนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล 5.สรุปแนวคิด ทาง คณิตศาสตร์ที่	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้ 4. แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้ 3.แสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถามได้	1.แสดงแนว ความคิดได้ 2.แสดงแนว ความคิดทาง คณิตศาสตร์ได้	1.แสดงแนว ความคิดได้

ความสามารถทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	สอดคล้องกับ สิ่งที่โจทย์ถาม ได้อย่าง สมเหตุสมผล				

### เกณฑ์การประเมินการบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1. การเกิดองค์ ความรู้ใหม่ทาง คณิตศาสตร์	-เขียนสรุป องค์ความรู้ ใหม่ที่มีความ ชัดเจนด้วย ความเข้าใจ กระจ่างแจ้ง จากกิจกรรม หรือ ประสบการณ์ ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ด้วย ตนเอง -มีการใช้ ความรู้เดิม ผสมผสานให้ เกิดองค์ ความรู้ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจของ ตนเองอย่าง สมเหตุสมผล -ไม่สามารถ เขียนสรุปองค์	-เขียนสรุปองค์ ความรู้ใหม่ที่เกิด จากความเข้าใจ กระจ่างแจ้งใน กิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ ด้วยตนเองได้ มี ความชัดเจน -มีการใช้ความรู้ เดิมผสมผสาน ให้เกิดองค์ ความรู้ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจของ ตนเองอย่าง สมเหตุสมผล	-เขียนสรุปองค์ ความรู้ใหม่ที่เกิด จากความเข้าใจ กระจ่างแจ้งใน กิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ ด้วยตนเองได้ มี ความชัดเจน -ไม่มีการใช้ ความรู้เดิม ผสมผสานให้ เกิดองค์ความรู้ ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจของ ตนเองอย่าง สมเหตุสมผล	-เขียนสรุปองค์ ความรู้ใหม่ที่เกิด จากความเข้าใจ กระจ่างแจ้งใน กิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ ด้วยตนเองได้ แต่ไม่มีความ ชัดเจน -ไม่มีการใช้ ความรู้เดิม ผสมผสานให้ เกิดองค์ความรู้ ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจของ ตนเองอย่าง สมเหตุสมผล	-ไม่สามารถ เขียนสรุปองค์ ความรู้ใหม่ที่มี ความชัดเจน ด้วยความ เข้าใจกระจ่าง แจ้งจาก กิจกรรมหรือ ประสบการณ์ ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ด้วย ตนเอง -ไม่มีการใช้ ความรู้เดิม ผสมผสานให้ เกิดองค์ ความรู้ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจ ของตนเอง อย่าง สมเหตุสมผล

ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
	<p>ความรู้ใหม่ที่มี ความชัดเจน ด้วยความ เข้าใจกระจ่าง แจ่มจาก กิจกรรมหรือ ประสบการณ์ ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ด้วย ตนเอง -ไม่มีการใช้ ความรู้เดิม ผสมผสานให้ เกิดองค์ ความรู้ใหม่ -ภาษาเขียน ไม่ได้เกิดจาก ความเข้าใจ ของตนเอง อย่าง สมเหตุสมผล</p>				
<p>2. การนำองค์ ความรู้ที่เกิดขึ้น ไปใช้ในชีวิตจริง</p>	<p>-มีการจัด รวบรวม องค์ ความรู้ใหม่/ ประสบการณ์ ใหม่ไป ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ ชีวิตจริง -นำองค์ ความรู้ใหม่ไป ใช้ใน สถานการณ์</p>	<p>-มีการจัด รวบรวม องค์ ความรู้ใหม่/ ประสบการณ์ ใหม่ไป ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ชีวิต จริง -นำองค์ความรู้ ใหม่ไปใช้ใน สถานการณ์ชีวิต จริงด้านการคิด</p>	<p>-มีการจัด รวบรวม องค์ ความรู้ใหม่/ ประสบการณ์ ใหม่ไป ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ชีวิต จริง -นำองค์ความรู้ ใหม่ไปใช้ใน สถานการณ์ชีวิต จริงด้านการคิด</p>	<p>-มีการจัด รวบรวม องค์ ความรู้ใหม่/ ประสบการณ์ ใหม่ไป ประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ชีวิต จริง -ไม่มีการนำ องค์ความรู้ ใหม่ไปใช้ใน สถานการณ์ ชีวิตจริงด้าน การคิด</p>	<p>-ไม่มีการจัด รวบรวมองค์ ความรู้ใหม่/ ประสบการณ์ ใหม่ไป ประยุกต์ใช้ -ไม่มีการนำ องค์ความรู้ ใหม่ไปใช้ใน สถานการณ์ ชีวิตจริงด้าน การคิด</p>



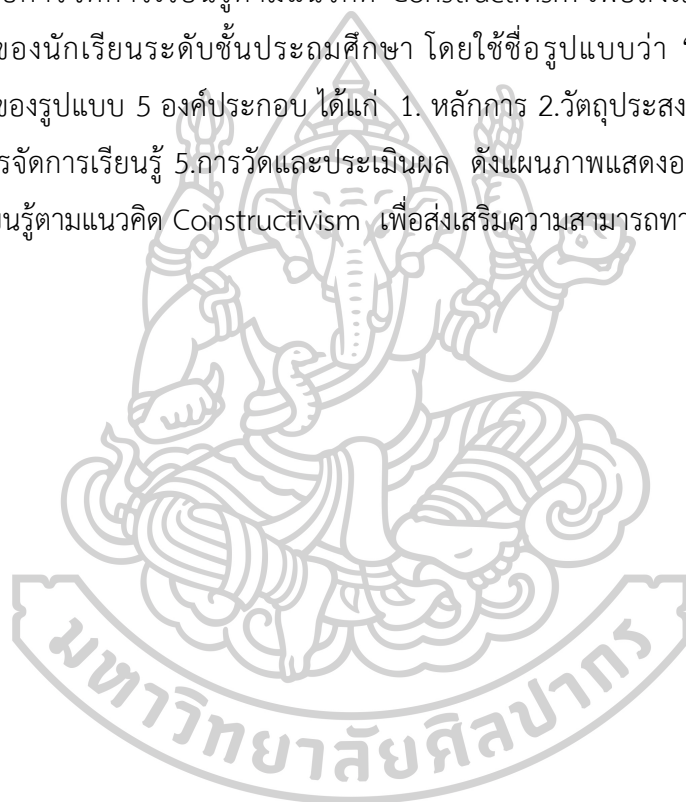
ประเด็น การประเมิน	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์				
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
ชีวิตจริงด้าน การคิด คำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และให้เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ได้	คำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ หรือให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ได้ (2 ใน 3)	คำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ หรือให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ได้ (1 ใน 3)	คำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ หรือให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ได้	คิดคำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ได้	คำนวณ การ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และให้เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ได้

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายการบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ดังนี้

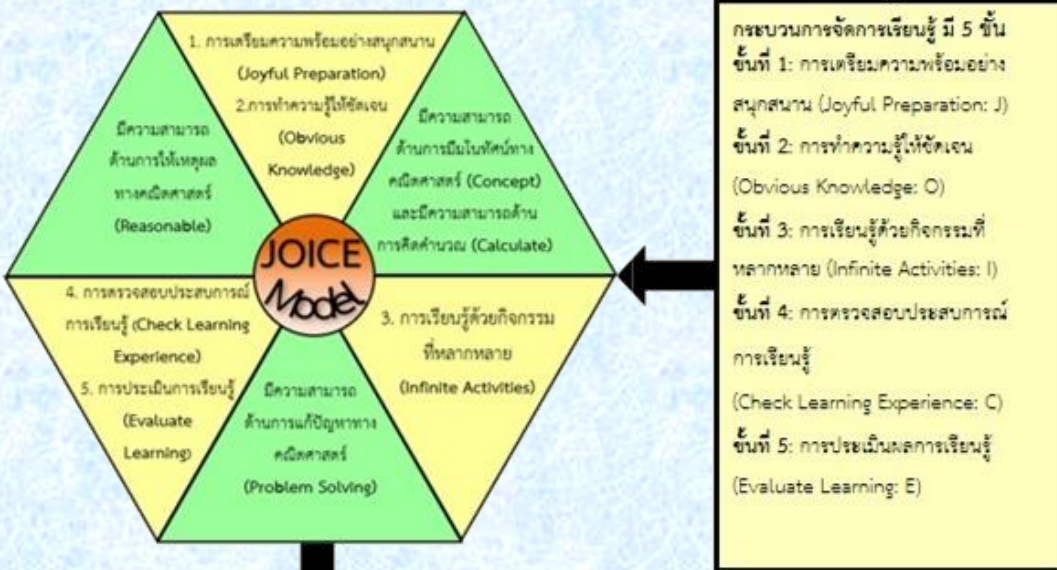
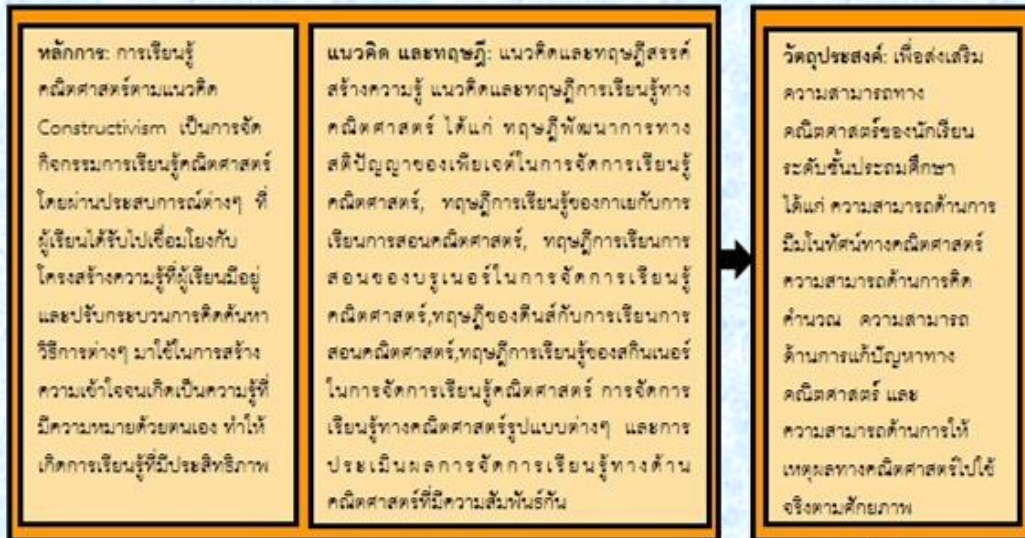
ระดับคะแนน	การแปลความหมายของการบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง
9 – 10	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก
7 – 8	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับดี
5 – 6	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง
3 – 4	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้
2	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับควรปรับปรุง

### 3. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิด Constructivism (Constructivism) แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Learning Theory and The Learning Area in Mathematics) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Assessment for Learning in Mathematics) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมาพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยใช้ชื่อรูปแบบว่า “JOICE Model” และมีองค์ประกอบของรูปแบบ 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. หลักการ 2.วัตถุประสงค์ 3.แนวคิดและทฤษฎี 4.กระบวนการจัดการเรียนรู้ 5.การวัดและประเมินผล ดังแผนภาพแสดงองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ดังนี้



## รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา



**การวัดและประเมินผล:** วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการมีทัศนทางคณิตศาสตร์ (Concept) 2) ด้านการคิดคำนวณ (Calculate) 3) ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving) 4) ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Reasonable) โดยวัดและประเมินผลก่อน/หลัง และระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model)

### 1. หลักการ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนได้รับไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ และปรับกระบวนการคิดค้นหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง ทำให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

### 2. วัตถุประสงค์

เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้แก่ ความสามารถด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริงตามศักยภาพ

### 3. แนวคิด และทฤษฎี

แนวคิด และทฤษฎีพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ประกอบด้วย แนวคิดและทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเยกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์, ทฤษฎีของดินส์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ และการประเมินผล การจัดการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กัน

### 4. กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน จะส่งเสริมความสามารถด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน 2) ครูตั้งคำถาม ถาถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น

**ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด การสอนแบบสาธิต การสอนแบบนิรนัยจะส่งเสริม



ความสามารถด้านการมีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการคิดคำนวณของนักเรียน คือ 3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและ ลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่มีโน้ตทัศน์(ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทาง คณิตศาสตร์นั้นๆ 4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ โดยใช้มีโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการ แก้ปัญหา

**ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)** ใช้ลักษณะ เด่นของการสอนแบบใช้เกม การสอนแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน จะส่งเสริมความสามารถด้านการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ 6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทาง คณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็น กิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทาง คณิตศาสตร์

**ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience : C)** ใช้ลักษณะเด่นของการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริม ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและ คำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่ บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้

**ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)** ใช้ลักษณะเด่นของ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมความสามารถด้าน การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ 8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้ชีวิตจริง เพื่อ ประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิด คำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ไป

## 5. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เป็นการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์อยู่ในตัวผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มี

ประสิทธิภาพ โดยการวัดและประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ความสามารถด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านการคิดคำนวณ ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิด การบอก ความหมายเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการ ประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แล้วสรุปรวมให้อยู่ ในรูปนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่างๆ

5.2 ความสามารถด้านการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการจัดกระทำจำนวน ต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง มีแนวทางในการดำเนินการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปอย่างต่อเนื่อง อย่างเป็นขั้นตอน ตามลำดับตั้งแต่ต้นจนได้ผลลัพธ์

5.3 ความสามารถด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการ ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และ ประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนต้องฝึกฝน แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อพัฒนายุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.4 ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงแนวความคิด เกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด คณิตศาสตร์

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาในข้างต้นวัดด้วยแบบทดสอบวัด ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น (1) แบบทดสอบวัดความสามารถทาง คณิตศาสตร์ก่อน/หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (2) แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบทดสอบ แบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น และแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงใช้ประเมินทุกกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง โดยมีการ ประเมินผลด้วยระดับคุณภาพตามแนวคิด SOLO Taxonomy



#### 4. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีเนื้อหา ได้แก่

- (1) มุม
- (2) สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น
- (3) การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน

ซึ่งเนื้อหาเรื่องมุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนจะค่อนข้างครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้แก่ สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 : การวัด สาระที่ 3 : เรขาคณิต สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 : ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ซึ่งองค์ประกอบในตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้นี้ใช้เพื่องานวิจัย โดยนำเสนอเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ละ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้



## แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 2, 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มุม

เรื่องที่ 2 ชนิดของมุม

เวลา 2 ชั่วโมง

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/4 วัดขนาดของมุม

#### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/1 ใช้วิธีการหลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

### 2. สาระการเรียนรู้

ชนิดของมุม

### 3. สาระสำคัญ

ชนิดของมุม มีดังนี้

1. มุมที่มีขนาดเล็กกว่ามุมฉาก เรียกว่า มุมแหลม
2. มุมที่มีขนาด 90 องศา เรียกว่า มุมฉาก
3. มุมที่มีขนาดใหญ่กว่ามุมฉากแต่เล็กกว่ามุมตรง เรียกว่า มุมป้าน
4. มุมที่มีขนาดเท่ากับ 180 องศา เรียกว่า มุมตรง
5. มุมที่มีขนาดใหญ่กว่าสองมุมฉากแต่ไม่ถึงสี่มุมฉาก เรียกว่า มุมกลับ

#### 4. ความสามารถ

- 4.1 ด้านการมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ด้านการคิดคำนวณ
- 4.3 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.4 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

#### 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

#### 6. จุดประสงค์การเรียนรู้

6.1 ด้านความรู้ (Knowledge): นักเรียนมีองค์ความรู้ในเรื่องการจำแนกชนิดของมุม

6.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

- 1) มีความสามารถทางด้านการมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บอกรูปของมุม
- 2) มีความสามารถทางด้านการคิดคำนวณ ได้แก่ หาขนาดมุมที่โจทย์ต้องการโดยใช้การบวก การลบ การคูณและการหารจำนวนนับ
- 3) มีความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมุม
- 4) มีความสามารถทางด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ให้เหตุผลในการจำแนกมุมเป็นชนิดต่างๆ

6.3 ด้านเจตคติ (Attitude)

- 1) มีวินัยในการเรียนรู้
- 2) ใฝ่เรียนรู้เรื่องมุม
- 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 2 ชนิดของมูม

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p><b>ขั้นที่ 1: การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน(Joyful Preparation: J)</b></p> <p>1. ครูเปิดเพลง “ชนิดของมูม” ให้นักเรียนฟังพร้อมกัน และร่วมกันทำท่าประกอบ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงชนิดของมูมจากเนื้อเพลง</p> <p>2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- มูมที่ปรากฏในเนื้อเพลงมีกี่ชนิด มีมูมชนิดใดบ้าง มีลักษณะอย่างไร</li> <li>- มูมแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร</li> <li>- เพราะเหตุใดจึงเรียกว่ามูมแหลม (มูมฉาก มูมบ้าน มูมตรง มูมกลับ)</li> <li>- ในชีวิตประจำวันมีสิ่งใดที่มีลักษณะเป็นมูมแหลม มูมฉาก มูมบ้าน มูมตรง และมูมกลับให้ยกตัวอย่าง พร้อมบอกเหตุผลประกอบ</li> </ul>	<p>-คลิปเพลง “มูมต่างๆ” (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=GjQwAbY4EW8">https://www.youtube.com/watch?v=GjQwAbY4EW8</a>)</p>
<p><b>ขั้นที่ 2: การทำความรู้ให้ชัดเจน(Obvious Knowledge: O)</b></p> <p>3.1 ครูแจกรูปมูมชนิดต่างๆ ให้นักเรียนคนละ 1 รูป และนักเรียนแต่ละคนพิจารณารูปมูมที่ตนได้รับ แล้วเขียนชื่อรูปมูมแยกและจัดเป็นกลุ่มตามชนิดมูมของตน จะจัดได้ 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มมูมแหลม กลุ่มมูมฉาก กลุ่มมูมบ้าน กลุ่มมูมตรง กลุ่มมูมกลับ</p> <p>3.2 จากข้อ 3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเรียงลำดับขนาดของมูมที่กลุ่มตนได้รับกับกลุ่มเพื่อน โดยพิจารณาจากระยะห่างของแขนของมูมทั้งสองด้าน และนักเรียนที่เป็นตัวแทนแต่ละกลุ่มนำรูปมูมไปติดบนกระดาน แบ่งเป็น 2 กรณี (1) เรียงจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ (2) เรียงจากขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก</p> <p>3.3 จากข้อ 3.2 นักเรียนร่วมกันสรุปชนิดของมูม แบ่งได้ 5 ชนิด โดยเรียงลำดับขนาดของมูมจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ ดังนี้ มูมแหลม มูมฉาก มูมบ้าน มูมตรง มูมกลับ ได้ 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มมูมแหลม กลุ่มมูมฉาก กลุ่มมูมบ้าน กลุ่มมูมตรง กลุ่มมูมกลับ</p>	<p>- รูปมูมชนิดต่างๆ จำนวนเท่ากับ</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p>4.1 ให้นักเรียนแต่ละคนพับกระดาษรูปมูมฉาก และครูสาธิตการวัดขนาดของมูมฉากมีหน่วยเป็นองศา โดยใช้ไม้โพรแทรกเตอร์วัดขนาดได้ 90 องศา แล้วนักเรียนร่วมกันสรุปรูปขนาดของมูมฉากจะมีขนาดเท่ากับ 90 องศา</p> <p>4.2 ครูแจกรูปมูมทั้ง 5 ชนิดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้กระดาษรูปมูมฉากวัดขนาดของมูมทั้ง 5 ชนิด แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปรูปขนาดของมูมแต่ละชนิดให้ได้ว่า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) มูมแหลม เป็นมูมที่มีขนาดเล็กกว่ามูมฉาก</li> <li>(2) มูมฉาก เป็นมูมที่มีขนาด 90 องศา</li> <li>(3) มูมบ้าน เป็นมูมที่มีขนาดใหญ่กว่ามูมฉากแต่เล็กกว่ามูม</li> <li>(4) มูมตรง เป็นมูมที่มีขนาดเท่ากับ 180 องศา</li> <li>(5) มูมกลับ เป็นมูมที่มีขนาดใหญ่กว่าสองมูมฉากแต่ไม่ถึงสี่มูมฉาก</li> </ol>	<p>จำนวน นักเรียนใน ห้องเรียน</p> <p>-ไม้โพร แทรกเตอร์</p> <p>-รูปมูมชุดละ 5 ชนิด</p> <p>จำนวนชุด เท่ากับจำนวน กลุ่มนักเรียน ในห้องเรียน</p>
<p><b>ขั้นที่ 3: การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)</b></p> <p>5. ให้นักเรียนแต่ละคนวาดรูปสิ่งของที่ตนพบเห็นในชีวิตประจำวันซึ่งมีมุมเป็นส่วนประกอบมา 3 รูป พร้อมระบุชนิดของมุมโดยให้เหตุผลประกอบ และนำผลงานมาติดบนกระดาน แล้วสุ่มเลือกนักเรียนมานำเสนอ</p> <p>6. นักเรียนร่วมเล่นเกม “ถามปุ๊บตอบปั๊บ” เป็นเกมการแข่งขันรายคู่ นักเรียนจะออกมาแข่งขันที่ละคู่หน้าชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้กำหนดขนาดของมุมต่างๆ แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่แข่งขันตอบชนิดของมุมที่ถูกต้อง ถ้านักเรียนคนใดตอบถูกเป็นจำนวนข้อมากกว่าจะเป็นผู้ชนะ เช่น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 71 องศา เป็นมุมชนิดใด</li> <li>(2) 180 องศา เป็นมุมชนิดใด</li> <li>(3) 135 องศา เป็นมุมชนิดใด</li> <li>(4) 246 องศา เป็นมุมชนิดใด</li> <li>(5) 90 องศา เป็นมุมชนิดใด</li> </ol>	<p>-กระดาษA4</p> <p>-เกม “ถามปุ๊บ ตอบปั๊บ”</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p><b>ขั้นที่ 4: การตรวจสอบประสบการณ์ (Check Experience: C)</b></p> <p>7. ครูนำรูปภาพห้อง สถานที่ เพอร์นิเจอร์ บริเวณต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดแขนของมูมแสดงมูมชนิดต่างๆ ลงในรูปภาพ เขียน บอกจำนวนมูมแต่ละชนิดที่ปรากฏในรูปภาพ แล้วส่งตัวแทนมานำเสนอ พร้อมให้เหตุผลประกอบ</p>	<p>-รูปภาพห้อง สถานที่ เพอร์นิเจอร์ บริเวณต่างๆ ใน ชีวิตประจำวัน เท่ากับจำนวน กลุ่มนักเรียน ในห้องเรียน</p>
<p><b>ขั้นที่ 5: การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b></p> <p>8. นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์เรื่องชนิดของมูม และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริง ด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจ กระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป</p>	<p>- แบบบันทึก การเรียนรู้สู่ ชีวิตจริง</p>



## แผนการจัดการเรียนรู้

โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 5, 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

เรื่องที่ 3 การเขียนแผนภูมิแท่งย่อระยะ

เวลา 3 ชั่วโมง

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวชี้วัด ค 5.1 ป.5/1 เขียนแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะของเส้นแสดงจำนวน

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/1 ใช้วิธีการหลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

กับศาสตร์อื่นๆ

### 2. สาระสำคัญ

การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่งย่อระยะ

### 3. สาระการเรียนรู้

การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง มี 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ข้อมูลเพิ่มขึ้นช่วงละเท่ากัน ใช้เส้นแสดงจำนวนตามปกติ

2) ข้อมูลมีค่ามากหรือมีค่าใกล้เคียงกัน ใช้เส้นหยัก ( $\frac{1}{2}$ ) แสดงการย่อระยะของเส้นแสดงจำนวน เพื่อเป็นการลดการแสดงข้อมูลในช่วงนั้น

### 4. ความสามารถ

4.1 ด้านการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.2 ด้านการคิดคำนวณ

4.3 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.4 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

## 6. จุดประสงค์การเรียนรู้

6.1 ด้านความรู้ (Knowledge): นักเรียนมีองค์ความรู้ในเรื่องการเขียนแผนภูมิแท่ง

6.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

- 1) มีความสามารถทางการมีโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บอกองค์ประกอบของการเขียนแผนภูมิแท่ง
- 2) มีความสามารถทางการคิดคำนวณ ได้แก่ หาคำตอบจากการอ่านแผนภูมิแท่ง
- 3) มีความสามารถทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการหาคำตอบจากการอ่านแผนภูมิแท่ง
- 4) มีความสามารถทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ให้เหตุผลในการเก็บข้อมูลและการจำแนกข้อมูลเพื่อนำไปเขียนแผนภูมิแท่ง

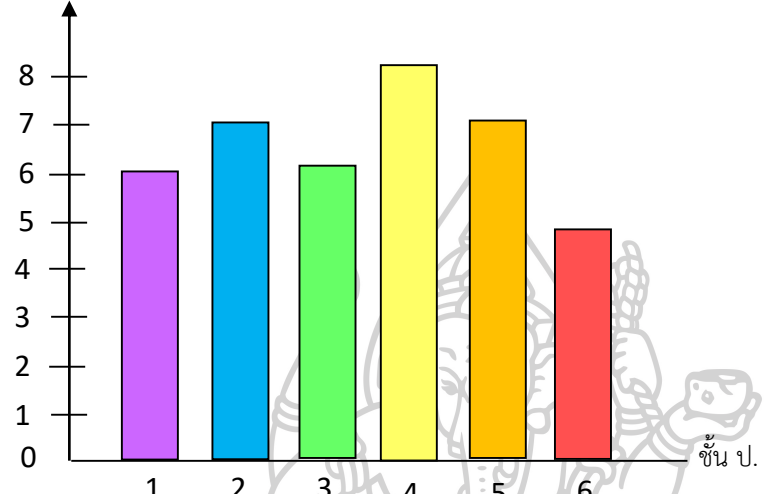
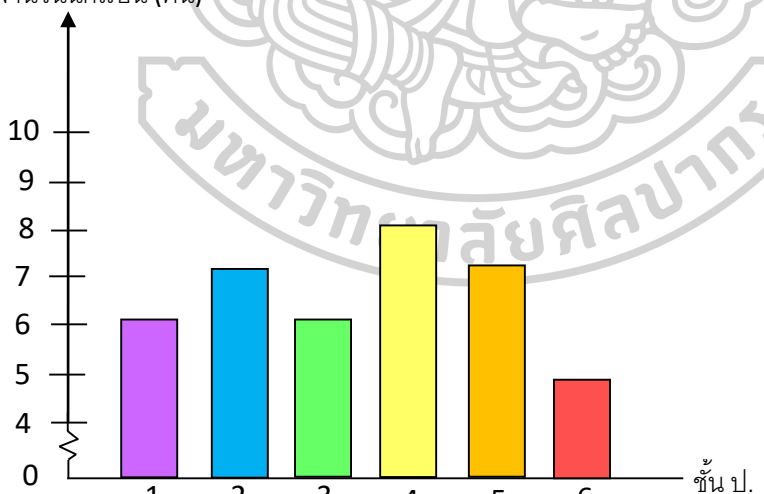
6.3 ด้านเจตคติ (Attitude)

- 1) มีวินัยในการเรียนรู้
- 2) ใฝ่เรียนรู้เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น
- 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 3 การเขียนแผนภูมิแท่งย่อระยะ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p><b>ขั้นที่ 1: การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)</b></p> <p>1. ครูเปิดคลิปเรื่องแผนภูมิแท่งที่มีการย่อระยะของเส้นแสดงจำนวนให้นักเรียนศึกษา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย</p> <p>2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนภูมิแท่งย่อระยะมีลักษณะอย่างไร ทำไมต้องมีการย่อระยะ</li> <li>- การย่อระยะของเส้นแสดงจำนวนใช้เมื่อไร</li> <li>- แผนภูมิแท่งย่อระยะใช้นำเสนอข้อมูลที่มีลักษณะอย่างไร</li> <li>- การนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิแท่งย่อระยะมีส่วนประกอบอะไรบ้าง</li> <li>- การนำเสนอข้อมูลแบบแผนภูมิแท่งย่อระยะมีประโยชน์อย่างไร</li> </ul>	<p>-คลิปเรื่อง แผนภูมิแท่งที่มี การย่อระยะ ของเส้นแสดง จำนวน (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=gpvLSa7T1LQ">https://www.youtube.com/watch?v=gpvLSa7T1LQ</a>)</p>
<p><b>ขั้นที่ 2: การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)</b></p> <p>3. ครูกำหนดแผนภูมิแท่ง และแผนภูมิแท่งย่อระยะแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่มาใช้สิทธิ์เลือกตั้งประธานนักเรียนปีการศึกษา 2559 แล้วให้นักเรียนพิจารณาแผนภูมิแท่ง และแผนภูมิแท่งย่อระยะ เพื่อหาความเหมือนและความแตกต่างของแผนภูมิแท่งทั้งสองนี้</p>	<p>- แผนภูมิแท่ง และแผนภูมิ แท่งย่อระยะ แสดงจำนวน นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปี ที่ 1-6 ที่มาใช้ สิทธิ์เลือกตั้ง ประธาน นักเรียน ปีการศึกษา 2559</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้																												
<p>3.1 แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่มาใช้สิทธิ์เลือกตั้งประธานนักเรียนปีการศึกษา 2559</p> <p>จำนวนนักเรียน (คน)</p>  <table border="1" data-bbox="319 560 1085 1052"> <thead> <tr> <th>ชั้น ป.</th> <th>จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>3.2 แผนภูมิแท่งแย่นระยะแสดงจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ที่มาใช้สิทธิ์เลือกตั้งประธานนักเรียนปีการศึกษา 2559</p> <p>จำนวนนักเรียน (คน)</p>  <table border="1" data-bbox="319 1232 1085 1724"> <thead> <tr> <th>ชั้น ป.</th> <th>จำนวนนักเรียน (คน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างของแผนภูมิแท่ง และแผนภูมิแท่งแย่นระยะ ได้ดังนี้ การเขียนแผนภูมิแท่งแย่นระยะจะมีลักษณะคล้ายกับแผนภูมิแท่งแต่ต่างกันตรงข้อมูลจะมีค่ามากและใกล้เคียงกัน อาจแก้ปัญหาโดยเน้นเฉพาะตอนปลายของรูป โดยละส่วนล่างไว้ และใช้เส้นหยัก ( <math>\int</math> ) แสดงถึง การแย่นระยะบนเส้นแสดงจำนวนตามแนวตั้ง</p>	ชั้น ป.	จำนวนนักเรียน (คน)	1	6	2	7	3	6	4	8	5	7	6	5	ชั้น ป.	จำนวนนักเรียน (คน)	1	6	2	7	3	6	4	8	5	7	6	5	
ชั้น ป.	จำนวนนักเรียน (คน)																												
1	6																												
2	7																												
3	6																												
4	8																												
5	7																												
6	5																												
ชั้น ป.	จำนวนนักเรียน (คน)																												
1	6																												
2	7																												
3	6																												
4	8																												
5	7																												
6	5																												

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้												
<p><b>ขั้นที่ 3: การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)</b></p> <p>5. ให้นักเรียนร่วมกันเขียนแผนภูมิแท่งย่านระยะแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประชากรในประเทศอาเซียน หน่วยต้นต่อคนต่อปี พ.ศ. 2555 มีข้อมูลดังตาราง โดยสุ่มเลือกนักเรียนมาช่วยเขียนแผนภูมิแท่งย่านระยะบนกระดานจนครบทุกองค์ประกอบ พร้อมบอกเหตุผลประกอบการเขียน</p> <table border="1" data-bbox="304 689 1150 1093"> <thead> <tr> <th>ประเทศ</th> <th>ไทย</th> <th>มาเลเซีย</th> <th>เวียดนาม</th> <th>ฟิลิปปินส์</th> <th>อินโดนีเซีย</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย 1,000 ต้น)</td> <td>295,282</td> <td>216,804</td> <td>150,230</td> <td>81,591</td> <td>433,989</td> </tr> </tbody> </table> <p>ที่มา : <a href="http://www.environnet.in.th">www.environnet.in.th</a></p> <p>6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเล่นเกม “ย่านระยะอยู่ตรงไหน” ครูแจกแผ่นข้อมูลเชิงปริมาณที่แตกต่างกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภูมิแท่งย่านระยะลงกระดาษปฐพีให้ครบทุกองค์ประกอบ ได้แก่ 1.ชื่อแผนภูมิ 2.แกนแนวตั้งและแนวนอน(จำนวนมีการย่านระยะ) 3.ตัวแท่งแสดงจำนวนข้อมูล ถ้านักเรียนกลุ่มใดเขียนเสร็จเรียบร้อยก่อนและถูกต้อง พร้อมบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการนำเสนอจะเป็นผู้ชนะ</p>	ประเทศ	ไทย	มาเลเซีย	เวียดนาม	ฟิลิปปินส์	อินโดนีเซีย	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย 1,000 ต้น)	295,282	216,804	150,230	81,591	433,989	<p>-ตารางแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประชากรในประเทศอาเซียน หน่วยต้นต่อคนต่อปี พ.ศ. 2555 (ที่มา: <a href="http://www.environnet.in.th">www.environnet.in.th</a>)</p> <p>-เกม “ย่านระยะอยู่ตรงไหน”</p> <p>- กระดาษปฐพี</p>
ประเทศ	ไทย	มาเลเซีย	เวียดนาม	ฟิลิปปินส์	อินโดนีเซีย								
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (หน่วย 1,000 ต้น)	295,282	216,804	150,230	81,591	433,989								
<p><b>ขั้นที่ 4: การตรวจสอบประสบการณ์ (Check Experience: C)</b></p> <p>7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บรวบรวมข้อมูลจากประเด็นที่กลุ่มของตนสนใจ ซึ่งเป็นข้อมูลของนักเรียนทุกคนในห้องเรียน แล้วนำข้อมูลมาเขียนแผนภูมิแท่งย่านระยะ โดยเขียนแสดงให้ครบทุกองค์ประกอบลงฟิวเจอร์บอร์ด ตกแต่งตามความเหมาะสม และนำเสนอผลงาน พร้อมตั้งคำถามจากข้อมูลในแผนภูมิแท่งย่านระยะให้เพื่อนร่วมกันตอบ แล้วให้เหตุผลประกอบการตอบคำถาม</p>	<p>-ฟิวเจอร์บอร์ด</p> <p>-เทปกาวสี</p> <p>-กรรไกร</p> <p>-ปากกาเคมี</p>												

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p><b>ขั้นที่ 5: การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b></p> <p>8. นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์เรื่องการเขียนแผนภูมิแท่งย่อระยะ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มี ความชัดเจนด้วย ความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป</p>	<p>- แบบบันทึกการ เรียนรู้สู่ชีวิตจริง</p>





## แผนการจัดการเรียนรู้

### โรงเรียนอนุบาลสามเสน (สำนักงานสลากกินแบ่งรัฐบาลอุปถัมภ์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 1, 6

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน

เรื่องที่ 1 การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง เวลา 2 ชั่วโมง

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

##### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 1.2 ป.5/1 บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

##### สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/1 ใช้วิธีการหลากหลายแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ตัวชี้วัด ค 6.1 ป.5/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

#### 2. สาระสำคัญ

การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง

#### 3. สาระการเรียนรู้

1. การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน โดยคูณตัวเศษและตัวส่วนด้วยจำนวนเดียวกัน แล้วจึงนำตัวเศษมาบวกหรือลบกัน

2. ในการตอบต้องเขียนคำตอบให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ได้แก่ เศษส่วนอย่างต่ำ เศษแท้หรือจำนวนคละ

#### 4. ความสามารถ

4.1 ด้านการมีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.2 ด้านการคิดคำนวณ

4.3 ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.4 ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

## 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 มีวินัย

5.2 ใฝ่เรียนรู้เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง

5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

## 6. จุดประสงค์การเรียนรู้

**6.1 ด้านความรู้ (Knowledge):** นักเรียนมีองค์ความรู้ในเรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง

### 6.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (Process)

- 1) มีความสามารถทางด้านการมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ บอกความหมายของการบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง
- 2) มีความสามารถทางด้านการคิดคำนวณ ได้แก่ บวกและลบเศษส่วน
- 3) มีความสามารถทางด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน
- 4) มีความสามารถทางด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ให้เหตุผลของคำตอบจากการบวกและลบเศษส่วน

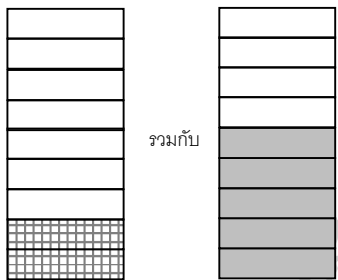
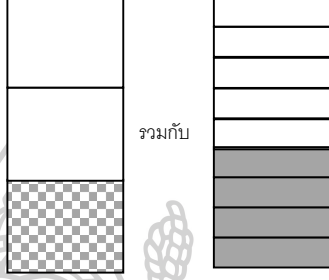
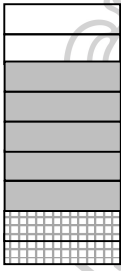

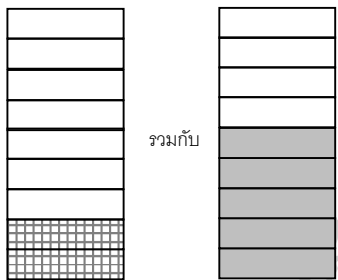
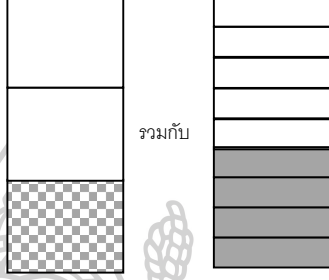
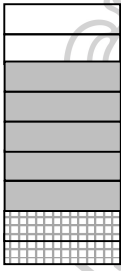

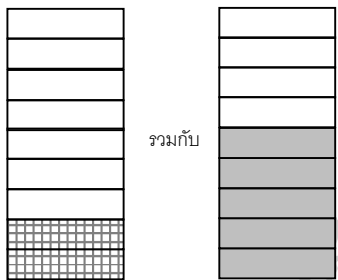
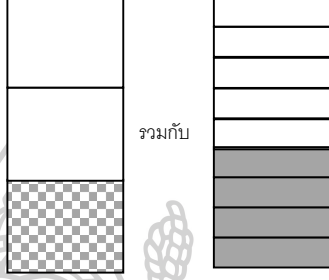
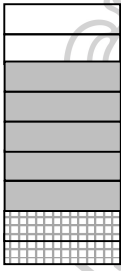

### 6.3 ด้านเจตคติ (Attitude)

- 1) มีวินัยในการเรียนรู้
- 2) ใฝ่เรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน
- 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. กิจกรรมการเรียนรู้

## เรื่องที่ 1 การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p><b>ขั้นที่ 1: การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)</b></p> <p>1. ครูเปิดคลิปเกี่ยวกับการบวก และการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ให้นักเรียนศึกษาแล้วร่วมกันอภิปราย</p> <p>2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน</p> <p>จากคลิปเกี่ยวกับการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ตัวอย่างคำถาม เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การบวกเศษส่วนมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย</li> <li>- การบวกเศษส่วนต้องมีตัวเศษหรือตัวส่วนเท่ากัน เพราะเหตุใด</li> </ul> <p>จากคลิปเกี่ยวกับการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ตัวอย่างคำถาม เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- การลบเศษส่วนมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย</li> <li>- การลบเศษส่วนต้องมีตัวเศษหรือตัวส่วนเท่ากัน เพราะเหตุใด</li> <li>- การบวก และการลบเศษส่วนมีวิธีการเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร</li> </ul>	<p>-คลิปเรื่องการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5SsRbFYn0uU">https://www.youtube.com/watch?v=5SsRbFYn0uU</a>)</p> <p>-คลิปเรื่องการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=5bw7XKxPh1A">https://www.youtube.com/watch?v=5bw7XKxPh1A</a>)</p>
<p><b>ขั้นที่ 2: การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)</b></p> <p>3.1 ครูกำหนดแผนภาพแสดงการบวกเศษส่วนให้ 2 แบบ ดังตาราง แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความแตกต่างของการบวกเศษส่วนในแบบที่ 1 และ 2</p>	<p>-แผนภาพแสดงเศษส่วน <math>\frac{2}{9}, \frac{5}{9}, \frac{1}{3}, \frac{4}{9}</math></p> <p>- เทปขาว</p> <p>- ดินสอสีไม้</p> <p>- กระดาษ A4</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th data-bbox="300 465 724 533">แบบที่ 1</th> <th data-bbox="724 465 1149 533">แบบที่ 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="300 533 724 922">  </td> <td data-bbox="724 533 1149 922">  </td> </tr> <tr> <td data-bbox="300 922 724 1075"> <b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน <math>\frac{2}{9} + \frac{5}{9}</math> </td> <td data-bbox="724 922 1149 1075"> <b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน <math>\frac{1}{3} + \frac{4}{9}</math> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="300 1075 724 1489"> <b>วิธีคิด</b>   <math>= \frac{7}{9}</math> </td> <td data-bbox="724 1075 1149 1489"> <b>วิธีคิด</b>   <math>= \frac{7}{9}</math> </td> </tr> </tbody> </table>	แบบที่ 1	แบบที่ 2			<b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน $\frac{2}{9} + \frac{5}{9}$	<b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน $\frac{1}{3} + \frac{4}{9}$	<b>วิธีคิด</b>  $= \frac{7}{9}$	<b>วิธีคิด</b>  $= \frac{7}{9}$	
แบบที่ 1	แบบที่ 2								
									
<b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน $\frac{2}{9} + \frac{5}{9}$	<b>อภิปราย</b> เขียนเป็นเศษส่วน $\frac{1}{3} + \frac{4}{9}$								
<b>วิธีคิด</b>  $= \frac{7}{9}$	<b>วิธีคิด</b>  $= \frac{7}{9}$								
<p>3.2 จากข้อ 3.1 ให้นักเรียนร่วมกันสรุปถึงความแตกต่างของการบวกเศษส่วนในแบบที่ 1 และ 2 ได้ดังนี้</p> <p>(1) การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน นำตัวเศษมาบวกกัน แล้วตัวส่วนคงเดิม</p> <p>วิธีทำ <math display="block">\frac{2}{9} + \frac{5}{9} = \frac{2+5}{9}</math><math display="block">= \frac{7}{9}</math></p>									

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
<p>(2) การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ทำตัวเศษให้เท่ากันก่อนโดย การคูณตัวเศษและตัวส่วนด้วยจำนวนเดียวกันแล้วนำตัวเศษมาบวกกัน</p> <p>วิธีทำ <math display="block">\frac{1}{3} + \frac{4}{9} = \left(\frac{1 \times 3}{3 \times 3}\right) + \frac{4}{9}</math> <math display="block">= \frac{3}{9} + \frac{4}{9}</math> <math display="block">= \frac{3+4}{9}</math> <math display="block">= \frac{7}{9}</math></p> <p>ในการตอบต้องเขียนคำตอบให้อยู่ในรูปอย่างง่าย ได้แก่ เศษส่วนอย่างต่ำ เศษแท้ หรือจำนวนคละ</p> <p>4. นักเรียนแต่ละกลุ่มมาสู่มหิบบัณฑิตการบวก การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง กลุ่มละ 1 ข้อ เช่น <math>\frac{7}{8} - \frac{1}{4}</math>, <math>\frac{3}{10} + \frac{1}{5}</math>, <math>\frac{3}{4} - \frac{11}{20}</math>, <math>\frac{5}{12} + \frac{2}{3}</math> เป็นต้น และแสดงวิธีคิดเป็นแผนภาพใช้ดินสอสีระบายกับแสดงวิธีทำลงในกระดาษ A4 แล้วส่งตัวแทนนำเสนอ</p>	
<p><b>ขั้นที่ 3: การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)</b></p> <p>5. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างโจทย์การบวก การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง ขนาดใหญ่ ชัดเจนลงในกระดาษ A4 และเขียนแสดงวิธีการหาคำตอบลงในกระดาษ A4 อีกแผ่น แล้วนำเสนอ</p> <p>6.1 นักเรียนเล่นเกม “วังวนเศษส่วน” โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางกระดาษโจทย์การบวกหรือการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่งที่กลุ่มตนเองสร้างขึ้นไว้บนโต๊ะกลุ่มละ 1 ข้อ มีกติกาการเล่นคือ ให้กลุ่ม 1 วนไปกลุ่ม 2, กลุ่ม 2 วนไปกลุ่ม 3, กลุ่ม 3 วนไปกลุ่ม 4, กลุ่ม 4 วนไปกลุ่ม 1 เพื่อแสดงวิธีทำหาคำตอบของโจทย์ที่วางไว้บนโต๊ะลงในกระดาษ นักเรียนจะต้องวนจนครบทุกกลุ่ม (โต๊ะ) ซึ่งครูจะเป็นผู้ควบคุมเวลาในการวน</p>	<p>-เกม “วังวนเศษส่วน”</p> <p>-กระดาษ A4</p>

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้	สื่อการจัด การเรียนรู้
6.2 ครูแสดงเฉลยของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบคำตอบของกลุ่มตนเอง ถ้านักเรียนกลุ่มใดตอบมีจำนวนข้อถูกมากที่สุดจะเป็นผู้ชนะ	
<b>ขั้นที่ 4: การตรวจสอบประสบการณ์ (Check Experience: E)</b> 7. นักเรียนแต่ละคนสร้างโจทย์การบวก การลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง แสดงวิธีหาคำตอบแบบแผนภาพ และวิธีทำลงในกระดาษ A4 ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบาย	-กระดาษ A4
<b>ขั้นที่ 5: การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b> 8. นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป	-บันทึกการเรียนรู้ สู่ชีวิตจริง

## 8. การวัดและประเมินผล

จากกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนสามารถวัดและประเมินผลโดยการสังเกต การถาม-ตอบ การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การทำงานเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม แบบทดสอบระหว่างเรียนและการเขียนบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงของนักเรียน ซึ่งบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงมีการพิจารณาประเมินผลตามตารางเกณฑ์การประเมินบันทึกการเรียนรู้ และมีการแปลความหมายของบันทึกการเรียนรู้ตามตารางเกณฑ์การแปลความหมายของบันทึกการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้



## แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้รับหลังจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่อง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

หน่วยการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

\*\*\*\*\*

นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่อะไรบ้าง



นักเรียนจะใช้องค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างไร

- ▶ การคิดคำนวณ
- ▶ การแก้ปัญหา
- ▶ การให้เหตุผล



ผลการประเมินนักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ดีมาก    ดี    ปานกลาง    พอใช้    ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน



### ตารางแสดงเกณฑ์การแปลความหมายของการบันทึกการเรียนรู้

ระดับคะแนน	ความหมายของการบันทึกการเรียนรู้
9 – 10	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก
7 – 8	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับดี
5 – 6	มีความสามารถคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง
3 – 4	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้
2	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับควรปรับปรุง

นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ทั้งหมด 18 เรื่อง ได้แก่

- การเรียกชื่อมุม และเขียนสัญลักษณ์แทนมุม
- การจำแนกชนิดของมุม
- การวัดขนาดของมุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม
- การวัดขนาดของมุมโดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์ชนิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- การสร้างมุมที่มีขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์
- การสร้างมุมที่มีขนาดเกิน 180 องศา แต่น้อยกว่า 360 องศา โดยใช้ไม้โปรแทรกเตอร์
- การเก็บรวบรวมข้อมูลและการจำแนกข้อมูล
- การเขียนแผนภูมิแท่ง
- การเขียนแผนภูมิแท่งย่อระยะ
- การอ่านแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ
- การคาดคะเนเกี่ยวกับการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่างๆ
- การบวกและการลบเศษส่วนที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของตัวส่วนอีกตัวหนึ่ง
- โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน
- การคูณเศษส่วน
- โจทย์ปัญหาการคูณเศษส่วน
- การหารเศษส่วน
- โจทย์ปัญหาการหารเศษส่วน
- โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณระคนของเศษส่วน

## 9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### 9.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

### 9.2 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

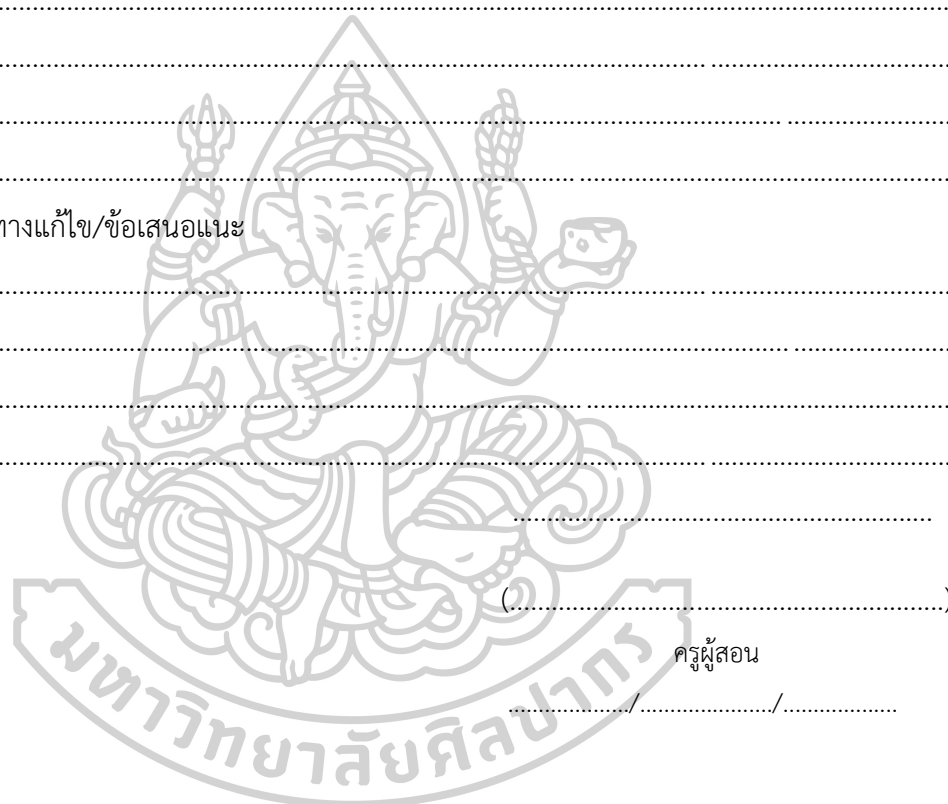
.....

### 9.3 แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....



## 5. ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผล

การวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

5.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ

5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ระหว่างใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เป็นแบบอัตนัยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด ใช้หลังจากการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จสิ้น ได้แก่ มุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน หน่วยการเรียนรู้ละ 1 ฉบับ รวมจำนวน 3 ฉบับ

5.3 แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ใช้บันทึกหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง



**แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลังเรียน**  
**ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

\*\*\*\*\*

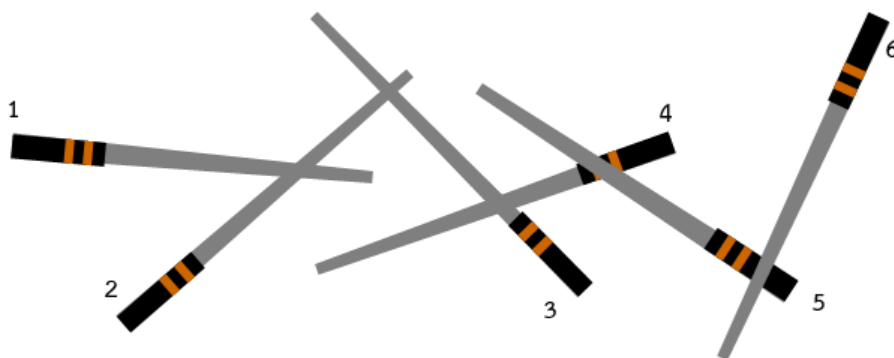
**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยมีจำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง มุม สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น และการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย x ลงในช่องตัวอักษร ก, ข, ค, ง ในกระดาษคำตอบ

2. นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

\*\*\*\*\*

1. ปฐพีวางตะเกียบไม้จำนวน 3 คู่ แล้วนำไปวางตากแดดเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราดังรูป



จากภาพอยากทราบว่าปฐพีวางตะเกียบไม้อันใดที่ทับกันเป็นมุมฉาก

ก. ตะเกียบอันที่ 1 กับ 2

ข. ตะเกียบอันที่ 2 กับ 3

ค. ตะเกียบอันที่ 4 กับ 5

ง. ตะเกียบอันที่ 5 กับ 6

2. อัญมณีเริ่มใช้ไม้ตบุงคเพื่อพิมพ์งานส่งคุณครูเป็นครั้งแรก อัญมณีต้องเปิดจอไม้ตบุงคทำมุมขนาดเท่าใดกับคีย์บอร์ดถึงจะมองตัวหนังสือบนจอได้ชัดเจน

ก. 45 องศา

ข. 90 องศา

ค. 110 องศา

ง. 175 องศา



3. แผนที่เส้นทางบริเวณสามแยกสนามบินน้ำ



จากแผนที่เส้นทางบริเวณสามแยกสนามบินน้ำ ห้างเทสโก้โลตัสอยู่บริเวณหัวมุมทำมุม  $127^\circ$  ระหว่างถนนติวานนท์กับถนนที่ไปสนามบินน้ำ 7-ELEVEN อยู่บริเวณหัวมุมถนนทำมุมกึ่งศรระหว่างถนนติวานนท์กับถนนที่ไปสนามบินน้ำ

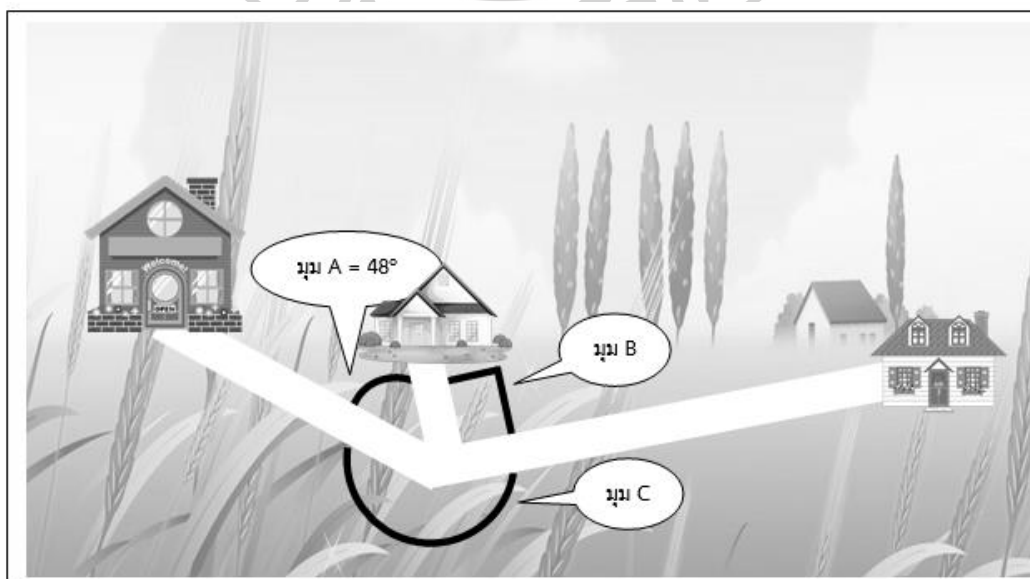
ก.  $233^\circ$

ข.  $67^\circ$

ค.  $53^\circ$

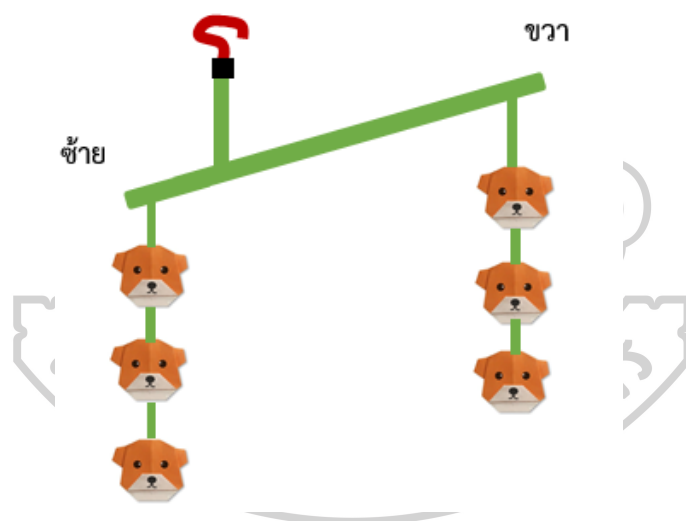
ง.  $33^\circ$

4. จากรูปแสดงเส้นทางเดินในหมู่บ้านเสริมสุข ข้อใดสมเหตุสมผลที่สุด



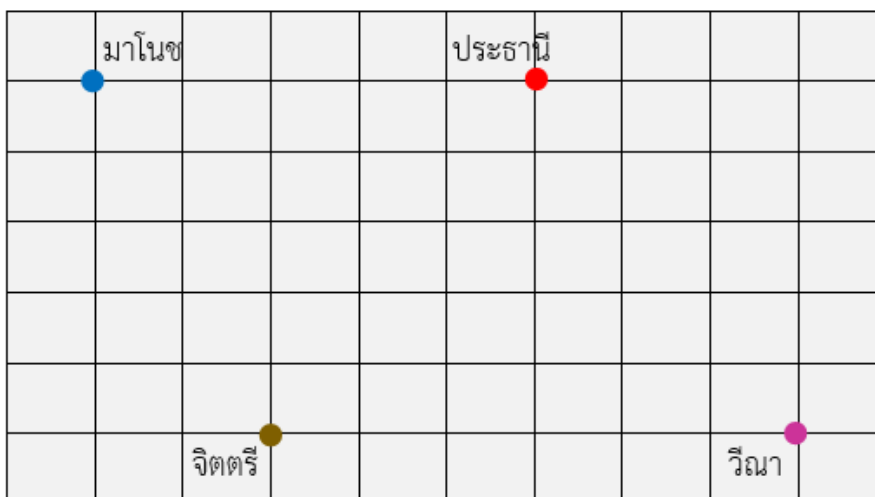
- ก. มุม B มีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของมุมตรง ดังนั้นจะมีขนาดเท่ากับ 100 องศา
- ข. มุม C มีขนาด 232 องศา เพราะมุมรอบจุดศูนย์กลางมีขนาด 360 องศา  
ดังนั้น มุม C =  $360^\circ - 128^\circ = 232^\circ$
- ค. สองเท่าขนาดมุม A มีขนาดของมุมเป็นมุมแหลม เพราะ  $2 \times 48^\circ = 96^\circ$   
ซึ่ง 96 มีค่าน้อยกว่า 180 จึงเป็นมุมแหลม
- ง. ขนาดของมุม A รวมกับขนาดของมุม C มีขนาดมากกว่า 180 องศา  
เพราะมุม A มีขนาดน้อยกว่า 90 องศา รวมกับมุม C ที่มีขนาดน้อยกว่า 180 องศา  
ดังนั้นผลรวมขนาดของมุมจะมากกว่า 180 องศา

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์โมบายจากกระดาษที่พับเป็นรูปสัตว์ต่างๆ กลุ่มของณัฐรดาเกิดปัญหา คือ แขนของโมบายทั้งสองข้างไม่สมดุลดังรูป สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันแก้ปัญหาอย่างไร และแขนของโมบายต้องทำมุมอย่างไรกับเชือกแกนกลางที่ใช้แขวนเพื่อให้โมบายอยู่ในสภาพสมดุล



- ก. เลื่อนเชือกแกนกลางไปทางด้านซ้ายของแขนโมบาย และแขนของโมบายจะทำมุมป้านกับเชือกแกนกลาง
- ข. เลื่อนเชือกแกนกลางไปทางด้านขวาของแขนโมบาย และแขนของโมบายจะทำมุมป้านกับเชือกแกนกลาง
- ค. เลื่อนเชือกแกนกลางไว้ที่กึ่งกลางของแขนโมบาย และแขนของโมบายจะทำมุมแหลมกับเชือกแกนกลาง
- ง. เลื่อนเชือกแกนกลางไว้ที่กึ่งกลางของแขนโมบาย และแขนของโมบายจะทำมุมฉากกับเชือกแกนกลาง

6. ในการแสดงพิธีเปิดกีฬาสีของโรงเรียนปัญญวิทยาการมีการจัดตำแหน่งของนักแสดง ซึ่งนักแสดงทั้งสี่คนต้องยืนประจำตำแหน่งดังรูป



ในการแสดงมาโนชและประธานีต้องเคลื่อนไหว โดยมาโนชต้องเดินเคลื่อนไหวยังไงเพื่อตนเองจะได้เป็นจุดยอดมุมของมุมฉาก และประธานีจะต้องเดินเคลื่อนไหวยังไงเพื่อตนเองจะได้เป็นจุดยอดมุมของมุมแหลม

- ก. มาโนชต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow$  และประธานีต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$
- ข. มาโนชต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow$  และประธานีต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$
- ค. มาโนชต้องเดิน  $\leftarrow$  และประธานีต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow$
- ง. มาโนชต้องเดิน  $\rightarrow$  และประธานีต้องเดิน  $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$

7. กำหนดสถานการณ์ให้ ดังนี้

ลำดับ	สถานการณ์
A	บริษัทบีเวอร์เป็นบริษัทที่ผลิตเซรามิกผิวหน้า เสียค่าน้ำประปาสูงเป็นระยะเวลา 5 เดือนติดต่อกัน
B	ร้านพลอริต้าเปิดขายดอกไม้ทุกวัน ซึ่งธาริณีเป็นผู้ทำบัญชีรายรับ-รายจ่ายของร้าน
C	บ้านมนัญชัยเลี้ยงแมวจำนวน 20 ตัว มีหลากหลายสายพันธุ์ ได้แก่ เปอร์เซีย อเมริกันชอร์ตแฮร์ วิเชียรมาศ ขวามณี และโคราช
D	ญาติเปิดร้านรับดูแลสุนัข ซึ่งในร้านมีสุนัขหลากหลายแบบ ได้แก่ น่ารัก ขนปุย ตัวนุ่ม ขายาว คล่องแคล่ว ฉลาด ร่าเริง อึดทนสูง และขี้เล่น

ข้อใดไม่สามารถนำข้อมูลมาเขียนเป็นแผนภูมิแท่งได้

ก. A

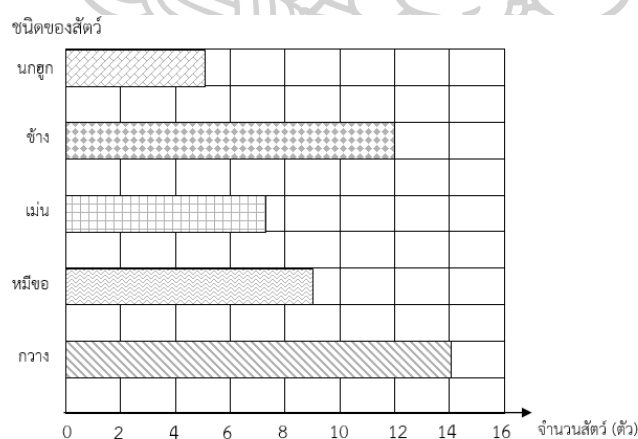
ข. B

ค. C

ง. D

8. ชุมชนคนรักธรรมชาติพานักเรียนไปเข้าค่ายคนรักธรรมชาติเป็นเวลา 3 วัน 2 คืน ที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยคืนแรกมีกิจกรรมส่องสัตว์ยามค่ำคืน ซึ่งนักเรียนนำจำนวนสัตว์แต่ละชนิดที่ส่องเห็นมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่ง ได้ดังนี้

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนสัตว์แต่ละชนิดที่ส่องเห็นในกิจกรรมส่องสัตว์ยามค่ำคืน



ข้อใดมีความสอดคล้องกับแผนภูมิแท่งในข้างต้น

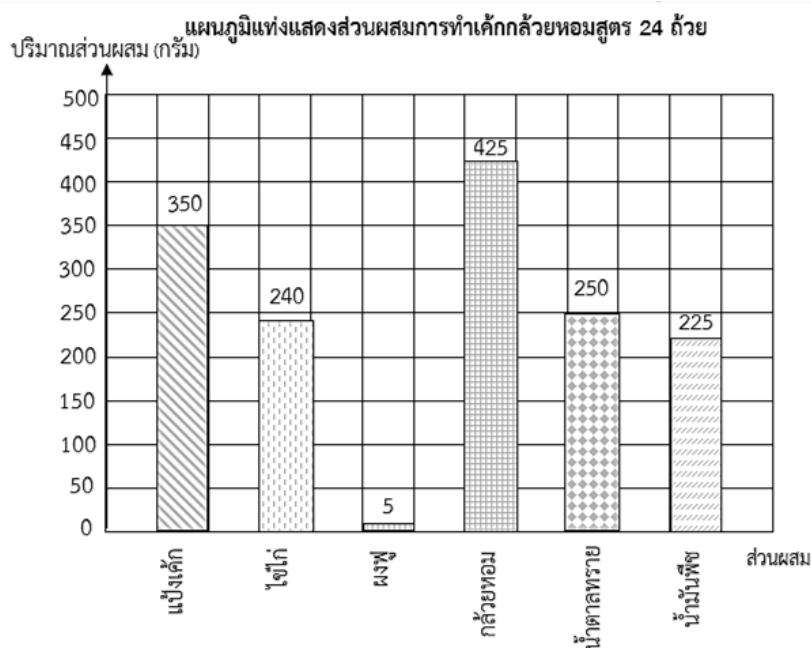
ก. จำนวนหมีขอต่างกับจำนวนช้างอยู่ 4

ข. จำนวนเม่นเป็นสองเท่าของจำนวนกวาง

ค. จำนวนนกฮูกรวมกับจำนวนเม่นจะเท่ากับจำนวนช้าง

ง. จำนวนหมีขอรวมกับจำนวนนกฮูกมีค่าน้อยกว่าจำนวนกวาง

9. เข้าวันอาทิตย์ธรรมดาเตรียมส่วนผสมเพื่อทำเค้กกล้วยหอมตามที่แสดงในแผนภูมิแท่งข้างล่างนี้



ถ้าธรรมดาต้องการทำเค้กกล้วยหอมทั้งหมด 48 ถ้วย เพื่อนำไปแจกเพื่อนๆ ที่โรงเรียนในวันเกิดของตน

ข้อมูลในข้อใดไม่สมเหตุสมผลกับแผนภูมิแท่งแสดงส่วนผสมการทำเค้กกล้วยหอมสูตร 24 ถ้วย

- เค้กกล้วยหอมสูตร 48 ถ้วย ต้องเตรียมแป้งเค้กปริมาณ 700 กรัม
- เค้กกล้วยหอมสูตร 48 ถ้วย ต้องเตรียมน้ำตาลทรายปริมาณมากกว่าไข่ไก่ 10 กรัม
- เค้กกล้วยหอมสูตร 48 ถ้วย ต้องเตรียมน้ำมันพืชปริมาณน้อยกว่ากล้วยหอม 400 กรัม
- เค้กกล้วยหอมสูตร 24 ถ้วย ใช้ผงฟู 5 กรัม ดังนั้น เค้กกล้วยหอม 48 ถ้วย ใช้ผงฟู 10 กรัม

10. พิจารณาข้อความในเรื่องสถิติดังนี้

ที่	ข้อความ
1	การสัมภาษณ์ การสังเกต การสำรวจ การสอบถาม และการบรรยายเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล
2	ข้อมูลที่มีค่าแสดงจำนวนมากและใกล้เคียงกัน จะเน้นเฉพาะตอนปลายของรูป โดยละส่วนล่างไว้ โดยใช้เส้นหยัก ( $\frown$ ) บนเส้นแสดงจำนวน
3	ความสูงของแท่งรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากแต่ละแท่งขึ้นอยู่กับผู้เขียนแผนภูมิเป็นผู้กำหนด
4	แผนภูมิแท่งกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแตกต่างกันตรงข้อกำหนดของแท่งรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ข้อใดถูกต้อง

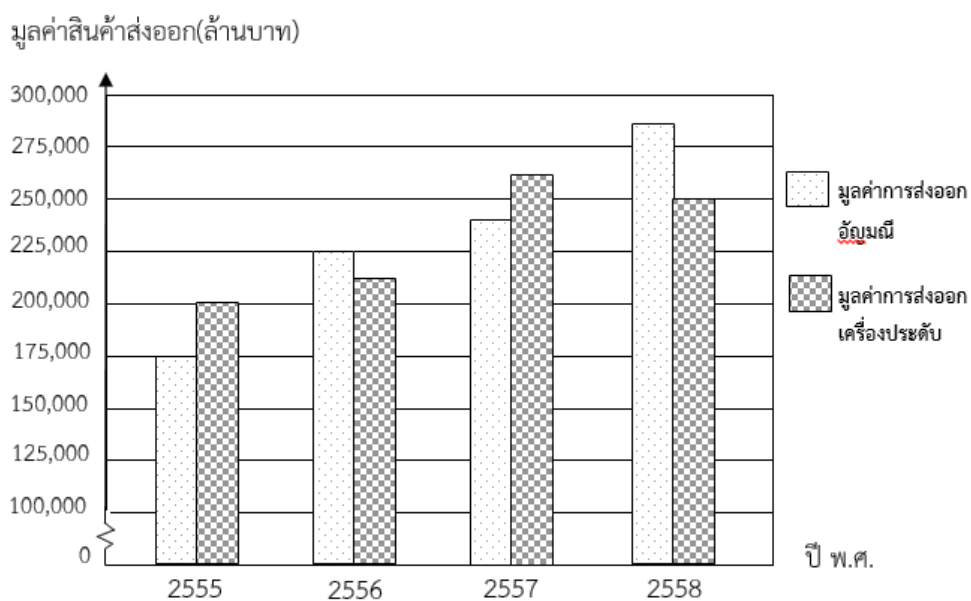
ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 3 และ 4

ง. 2 และ 4

11. แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงมูลค่าการส่งออกอัญมณีและเครื่องประดับ  
ในปี พ.ศ. 2555 – 2558



จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบในปี พ.ศ. ใดที่มูลค่าการส่งออกเครื่องประดับมากกว่าอัญมณี  
เพราะเหตุใด

ก. พ.ศ. 2556 เพราะมูลค่าการส่งออกเครื่องประดับน้อยกว่าอัญมณี 12,500 ล้านบาท

ข. พ.ศ. 2557 เพราะมูลค่าการส่งออกอัญมณีน้อยกว่าเครื่องประดับ 25,000 ล้านบาท

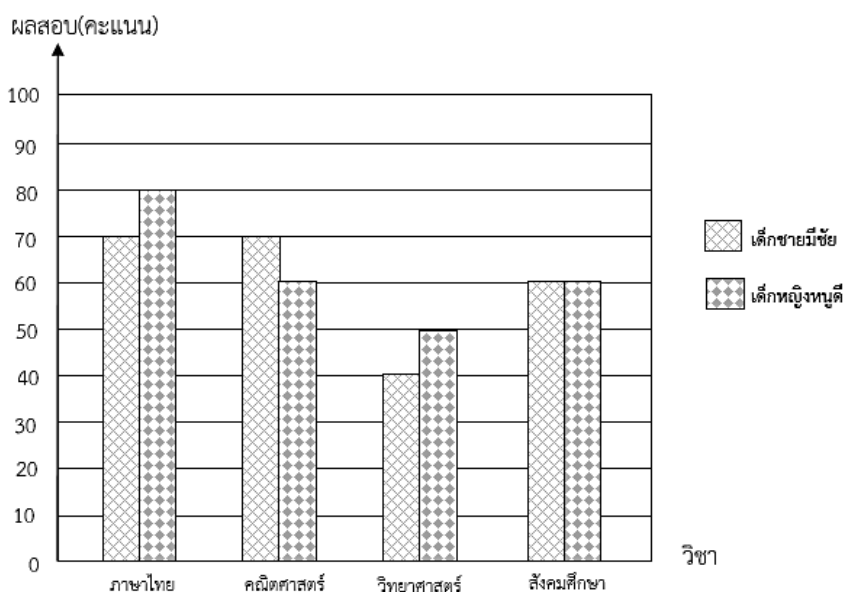
ค. พ.ศ. 2555 เพราะมูลค่าการส่งออกเครื่องประดับมีมูลค่าการส่งออก 175,000 ล้านบาท  
แต่อัญมณีมีมูลค่า การส่งออก 200,000 ล้านบาท

ง. พ.ศ. 2558 เพราะมูลค่าการส่งออกเครื่องประดับใน พ.ศ. 2558 มีมูลค่ามากกว่าอัญมณี  
ใน พ.ศ. 2557 เป็นมูลค่า 12,500 ล้านบาท



12. ในปีการศึกษา 2559 เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดี เป็นพี่น้อง(ฝาแฝด) ต้องย้ายโรงเรียนไปศึกษาต่อในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่โรงเรียนอนุบาลสามเสนฯ ทางโรงเรียนจัดสอบทั้งหมด 5 วิชา ต้องได้คะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่ 60 คะแนนขึ้นไป จึงสามารถเข้าศึกษาต่อได้ ซึ่งเด็กทั้งสองทำคะแนนสอบไปแล้ว 4 วิชา ดังแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบต่อไปนี้ แต่ขาดอีกหนึ่งวิชา คือ ภาษาอังกฤษ

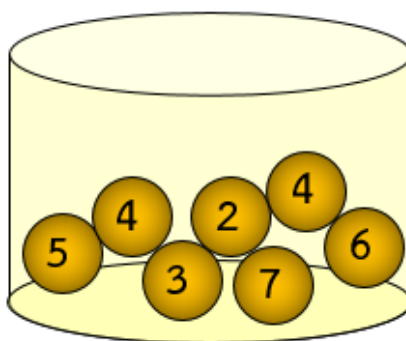
แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงผลสอบเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 4 วิชา ของเด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดี



เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดีจะต้องสอบวิชาภาษาอังกฤษให้ได้คะแนนเท่าไร จึงจะเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่โรงเรียนอนุบาลสามเสนฯ ได้

- ก. เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดีต้องทำคะแนนวิชาภาษาอังกฤษ 60 , 50 คะแนน ตามลำดับ
- ข. เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดีต้องทำคะแนนวิชาภาษาอังกฤษ 55 , 40 คะแนน ตามลำดับ
- ค. เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดีต้องทำคะแนนวิชาภาษาอังกฤษ 50 , 50 คะแนน ตามลำดับ
- ง. เด็กชายมีชัย และเด็กหญิงหนูดีต้องทำคะแนนวิชาภาษาอังกฤษ 50 , 55 คะแนน ตามลำดับ

13. มีลูกบอลตีหมายเลขอยู่ในกล่องจำนวน 7 ลูก ดังรูป ปณิธิสู่มหยิบลูกบอลขึ้นมา 2 ลูก โอกาสของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นอย่างแน่นอนในการหยิบตรงกับข้อใด



- ก. ผลรวมของหมายเลขที่ได้ทุกครั้งต้องมากกว่า 5 เพราะมีลูกบอลที่ตีหมายเลขน้อยที่สุดที่เรียงต่อกัน คือ 2 และ 3  
 ข. ผลรวมของหมายเลขที่ได้ต้องไม่น้อยกว่า 5 ทุกครั้ง เพราะมีลูกบอลที่ตีหมายเลขน้อยที่สุดที่เรียงต่อกัน คือ 2 และ 3  
 ค. ผลรวมของหมายเลขที่ได้มากที่สุดต้องไม่เกิน 12 เพราะหยิบได้ลูกบอลหมายเลข 7 และหมายเลข 5  
 ง. ต้องได้ผลรวมของหมายเลขเท่ากับ 8 ทุกครั้ง เพราะมีลูกบอลที่ตีหมายเลข 4 อยู่ 2 ลูก

14. การหาค่าตอบของ  $\frac{18}{10} \times \left( \frac{11}{15} - \frac{3}{5} \right)$  ควรดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนอย่างไร

ที่	วิธีการดำเนินการ
A	หาค่าตอบของ $\frac{11}{15} - \frac{9}{15}$
B	ทำผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปอย่างง่าย
C	นำ 3 มาคูณกับ $\frac{3}{5}$ ทั้งเศษและส่วน
D	หาผลคูณระหว่าง $\frac{18}{10}$ กับค่าตอบของ $\frac{11}{15} - \frac{9}{15}$

ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการหาค่าตอบได้ถูกต้อง

- ก. A, D, C, B  
 ข. A, C, D, B  
 ค. C, A, B, D  
 ง. C, A, D, B

15. ข้อใดต่อไปนี้มีผลลัพธ์ไม่เท่ากับ 1

ก.  $\left(\frac{9}{8} - \frac{3}{4}\right) \times \frac{8}{3}$

ข.  $\frac{22}{25} \times \left(\frac{6}{11} + \frac{13}{22}\right)$

ค.  $\frac{5}{10} - \left(\frac{1}{5} + \frac{3}{10}\right)$

ง.  $\left(\frac{5}{7} \times \frac{14}{15}\right) + \frac{3}{9}$

16. กำหนดให้  $N = \left(\frac{6}{7} \times \frac{7}{6}\right) - \frac{4}{5}$

และ  $K = \frac{6}{20} + \frac{7}{10}$

แล้ว  $K \div N$  มีค่าเท่าไร

ก.  $\frac{1}{5}$

ข.  $\frac{2}{5}$

ค. 5

ง. 10

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเท็จ

ข้อ	โจทย์	การหาคำตอบ
ก	$3 - \frac{5}{8}$	ทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน ซึ่งตัวส่วนของ 3 มีค่าเป็น 1 ดังนั้นต้องเปลี่ยน 1 เป็น 8 โดย $\frac{3 \times 8}{1 \times 8}$
ข	$\frac{6}{15} \times \frac{2}{3}$	ทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน ซึ่งตัวส่วนเป็น 15 และ 3 ต้องเปลี่ยน 3 เป็น 15 นำให้ $\frac{2 \times 5}{3 \times 5}$
ค	$\frac{7}{10} + \frac{11}{20}$	คำตอบมีค่าเท่ากับ $\frac{25}{20}$ ซึ่งยังไม่สามารถตอบคำตอบนี้ได้ ต้องทำให้อยู่ในรูปอย่างง่ายก่อน
ง	$\frac{5}{9} \div \frac{10}{3}$	คูณ $\frac{5}{9}$ ด้วยส่วนกลับของ $\frac{10}{3}$

18. ใครแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบของ  $\frac{15}{4} \times \left( \frac{11}{12} - \frac{5}{6} \right)$  ได้ถูกต้องที่สุด

ข้อ	ชื่อ	เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ก	ชนิษฐา	เอาวงเล็บออก แล้วนำ $\frac{15}{4} \times \frac{11}{12}$ แล้วนำผลคูณที่ได้ไปลบกับ $\frac{5}{6}$
ข	ณัชชา	หาผลลบของเศษส่วนในวงเล็บก่อน โดยนำ $\frac{11-5}{12}$ แล้วจึงนำผลลบที่ได้ไปคูณกับ $\frac{15}{4}$
ค	มานพ	หาผลลบของเศษส่วนในวงเล็บก่อน โดยนำ $\frac{5 \times 2}{6 \times 2}$ เพื่อให้ตัวส่วนมี ค่าเท่ากับ 12 แล้วจึงนำผลลบที่ได้ไปคูณกับ $\frac{15}{4}$ ซึ่งมีคำตอบเท่ากับ $\frac{5}{16}$
ง	มณิรัตน์	ทำตัวส่วนของเศษส่วนทุกตัวให้มีค่าเท่ากัน เท่ากับ 12 โดยนำ $\frac{15 \times 3}{4 \times 3}$ และ $\frac{5 \times 2}{6 \times 2}$ แล้วนำตัวเศษของผลคูณที่ได้มาคูณและลบตามลำดับ ซึ่งมีคำตอบเท่ากับ $\frac{5}{12}$

19. คุณยายทองดีมีฝีมือทำน้ำพริกเผารสชาติอร่อยมาก โจจึงขอร้องคุณยายให้ทำน้ำพริก  
ซึ่งคุณยายเขียนสูตรน้ำพริกเผา เพื่อให้โจไปจัดเตรียมเครื่องปรุงดังนี้

สูตรน้ำพริกเผาคุณยายทองดี สำหรับรับประทาน 3 คน					
พริกชี้หนูแห้ง	$\frac{5}{8}$	ถ้วยตวง	น้ำปลา	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง
กุ้งสด	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง	น้ำตาลปีบ	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง
หอมแดง	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง	น้ำมะขามเปียก	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง
กระเทียม	$\frac{5}{4}$	ถ้วยตวง	น้ำมันพืช	$\frac{1}{4}$	ถ้วยตวง
กุ้งแห้ง	$\frac{5}{8}$	ถ้วยตวง			

วันนี้มีญาติ พี่น้องมาร่วมรับประทานอาหารเย็นจำนวน 6 คน ดังนั้นในการเตรียมเครื่องปรุงทำน้ำพริกเผาคุณยายทองดี โจทย์ต้องจัดเตรียมกุ้งสดและกุ้งแห้งกี่ถ้วยตวง

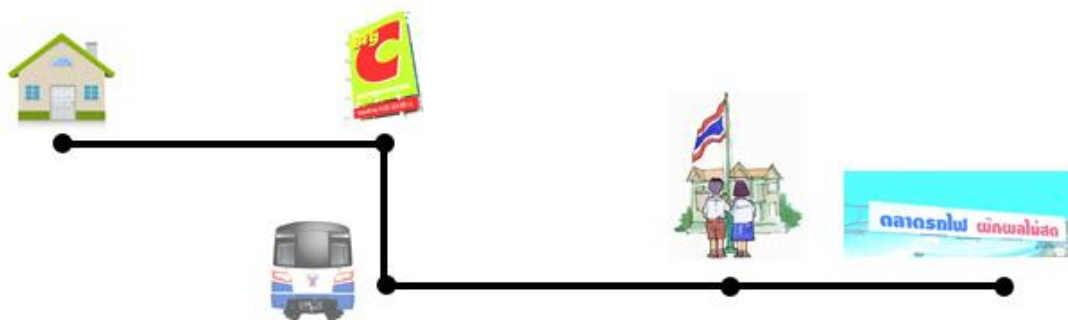
ก.  $1\frac{1}{4}$

ข.  $1\frac{3}{8}$

ค.  $2\frac{1}{4}$

ง.  $3\frac{3}{4}$

20. วนิดาสามารถเดินทางไปสถานที่ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องนั่งรถ ซึ่งระยะทางจากบ้านวนิดาถึงตลาดยิ่งเจริญ 735 เมตร ตอนเช้าวนิดาเดินไปโรงเรียนเป็น  $\frac{5}{7}$  ของระยะทางทั้งหมด ก่อนมาโรงเรียนคุณแม่สั่งวนิดาว่า “หลังเลิกเรียนให้ลูกไปซื้อผักทอง 1 ลูกที่ตลาดรถไฟ แม่จะทำผัดผักทองให้รับประทานนะ” วนิดาต้องเดินจากโรงเรียนไปตลาดยิ่งเจริญและกลับบ้านเป็นระยะทางเท่าไร



ก. 815 เมตร

ข. 875 เมตร

ค. 910 เมตร

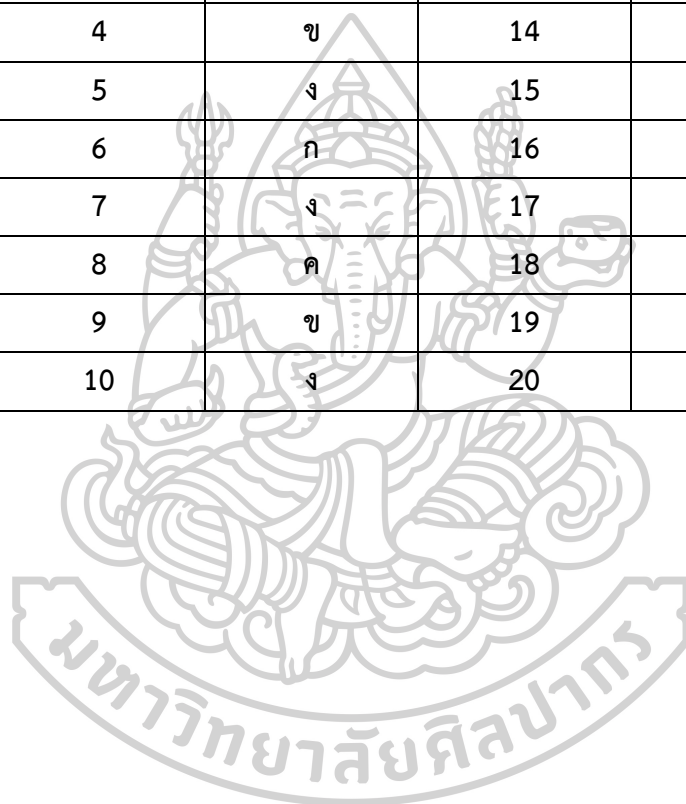
ง. 945 เมตร

\*\*\*\*\*

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ก่อน/หลังเรียน

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ข	11	ข
2	ค	12	ก
3	ค	13	ข
4	ข	14	ง
5	ง	15	ค
6	ก	16	ค
7	ง	17	ก
8	ค	18	ค
9	ข	19	ง
10	ง	20	ง





## แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### เรื่อง มุม

ชื่อ.....ชั้น ป. 5/.....เลขที่.....

\*\*\*\*\*

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยมีจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน แต่ละข้อมีลักษณะเป็นสถานการณ์ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องมุม ให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวน 4 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ของแบบทดสอบจะวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ได้แก่ ความสามารถทางการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการคิดคำนวณ ความสามารถทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที และต้องเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุม และสร้างมุมดังนี้ ไมโครแทรกเตอร์ชนิดครึ่งวงกลม หรือไมโครแทรกเตอร์ชนิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

\*\*\*\*\*



### สถานการณ์ที่ 1 ความจริงของหลอด : วัดความสามารถด้านการมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ในช่วงปิดภาคเรียน น้องนีโอไปช่วยคุณแม่ขายน้ำผลไม้ที่โรงงานทอผ้า วันหนึ่งน้องนีโอ ตักน้ำผลไม้ใส่แก้วเรียงไว้รอพนักงานมาซื้อตอนพักเที่ยง เขานั่งดูแก้วน้ำผลไม้ที่วางเรียงรายอยู่ และเกิดคำถาม...ถ้าเอาหลอดใส่ลงในแก้ว หลอดจะตั้งตรง หรือเอียงทำมุมชนิดใดกับก้นแก้ว



เมื่อนำหลอดใส่ลงในแก้ว ให้นักเรียนวาดภาพหลอดทำมุมกับก้นแก้ว วัดขนาดของมุม บอกชนิดของมุม โดยนำประสบการณ์ในการเรียนรู้มาอธิบายการบอกชนิดของมุม พร้อมทั้ง กำหนด ชื่อมุมและเขียนสัญลักษณ์แทนมุม แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 กำหนดมุมชื่ออะไร

.....

1.2 เขียนสัญลักษณ์แทนมุมได้อย่างไร

.....

1.3 วัดขนาดของมุมได้เท่าไร

.....

1.4 มุมที่วัดได้เป็นมุมชนิดใด

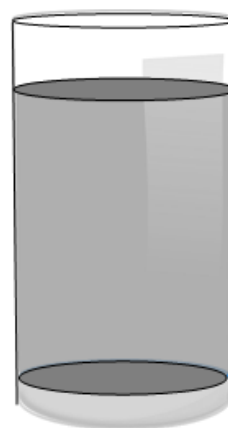
.....

เพราะเหตุใดจึงเป็นมุมชนิดนั้น

.....

.....

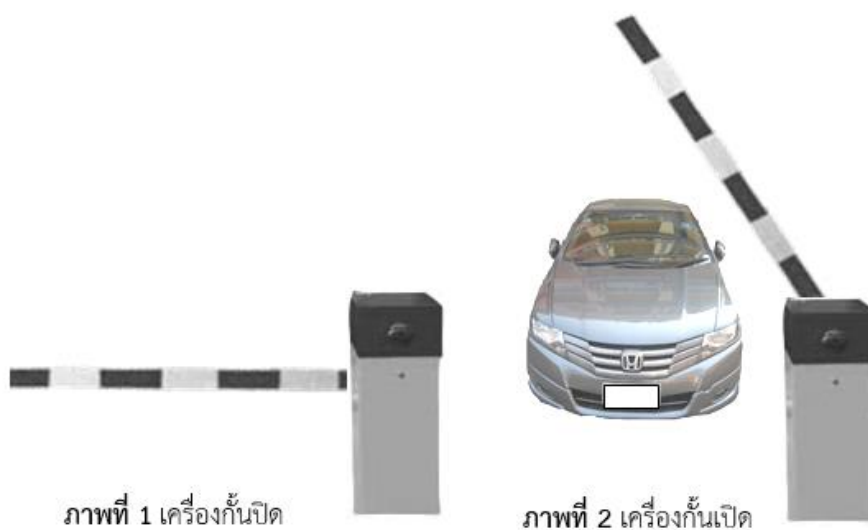
.....



วาดภาพหลอดทำมุมกับก้นแก้ว

## สถานการณ์ที่ 2 เครื่องกั้นชวนคิด: วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ

ประตูหน้าหมู่บ้านของบุญญามีเครื่องกั้นหยุดรถ เพื่อตรวจสอบความปลอดภัย ก่อนเข้าหมู่บ้าน ตอนเย็นขณะขับรถกลับเข้าหมู่บ้าน ไม้กั้นจะเปิดขึ้นจากระดับเดิม 65 องศา บุญญาพิจารณาที่เครื่องกั้น อยากทราบว่าขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุม กับเสามีขนาดกี่องศา



ให้นักเรียนหาขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกั้นเปิด พร้อมแสดงเหตุผล

ในการคิดคำนวณหาคำตอบ

2.1 ให้อธิบายวิธีการคิดคำนวณหาขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกั้นเปิด

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกั้นเปิดมีขนาดเท่าใด

.....

### สถานการณ์ที่ 3 สนุกกับไม้กระดก: วัดความสามารถด้านการปัญหาทางคณิตศาสตร์

จ้อยส์ชวนปลานิลไปเล่นไม้กระดกที่สนามเด็กเล่นแถวบ้านหลังกลับจากโรงเรียน  
จ้อยส์สะพายกระเป๋าเป้ไปด้วย กระเป๋าเป้หนัก 5 กิโลกรัม ถ้าจ้อยส์สะพายกระเป๋าเป้ นั่งบน  
ไม้กระดกกับปลานิลพร้อมกันแล้วยกขาขึ้น ไม้กระดกจะอยู่ในระดับสมดุลพอดี ซึ่งปลานิล  
หนัก 43 กิโลกรัม

ถ้าจ้อยส์กับปลานิลนั่งอยู่บนไม้กระดกและจ้อยส์ถอดกระเป๋าเป้ ออก อยากทราบว่า  
ไม้กระดกจะกระดกอย่างไร อยู่ในลักษณะใดกับพื้นและทำมุมชนิดใดกับพื้น



ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนการประยุกต์ความรู้เรื่องมุมไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา  
แล้วบอกได้ว่าไม้กระดกจะกระดกอย่างไร อยู่ในลักษณะใดกับพื้นและทำมุมชนิดใดกับ  
พื้นโดยวาดภาพประกอบ

3.1 ให้อธิบายขั้นตอนการประยุกต์ความรู้เรื่องมุมไปใช้ใน  
กระบวนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 ไม้กระดกจะกระดกอย่างไร อยู่ในลักษณะใดกับพื้น  
และทำมุมชนิดใดกับพื้น

.....

.....

วาดภาพไม้กระดกเมื่อจ้อยส์กับปลานิล  
นั่งอยู่บนไม้กระดกและจ้อยส์ถอดกระเป๋าเป้ ออก

สถานการณ์ที่ 4 สปริงเกอร์ช่วยฟื้นฟูแรง: วัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

พรชัยไปเที่ยวที่บ้านสวนของคุณตา คุณตา  
ปลูกต้นมะละกอไว้หนึ่งร้อยต้น พรชัยสงสัยว่า  
คุณตาจะรดน้ำอย่างไร คุณตาพาพรชัยเข้าไป  
ดูในสวนมะละกอพบว่า คุณตามีสปริงเกอร์รด  
น้ำติดตั้งไว้ทุกระยะ พรชัยอยากทราบว่า...  
เมื่อสปริงเกอร์ทำงาน มันจะทำให้น้ำกระจาย  
ออกเป็นมุมชนิดใดถึงจะกระจายน้ำไปที่  
ต้นมะละกอได้อย่างทั่วถึง



ให้นักเรียนวาดภาพมุมของการกระจายน้ำเมื่อสปริงเกอร์ทำงาน โดยอธิบายวิธีการสร้างมุมของ  
การกระจายน้ำอย่างครอบคลุมและชัดเจน แล้วบอกชนิดของมุม พร้อมให้เหตุผลประกอบ  
อย่างเหมาะสม



4.1 ให้อธิบายวิธีการสร้างมุมของการกระจายน้ำ  
อย่างครอบคลุมและชัดเจน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วาดภาพสปริงเกอร์ทำงานแสดง  
มุมของการกระจายน้ำ

4.2 ให้บอกชนิดของมุม พร้อมให้เหตุผลประกอบ  
อย่างเหมาะสม

.....

.....

.....

.....

### เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

การพิจารณาให้คะแนนคำตอบของนักเรียนจากสถานการณ์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  ตามระดับคะแนนแบบ SOLO ที่ตรงตามความคิดเห็นของผู้ตรวจมากที่สุด เขียนผลคะแนนที่ได้ แล้วหาผลรวมของคะแนนที่ได้รับ

ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	คะแนนที่ได้
1. ความสามารถ ด้านโน้ตศัพท์ทาง คณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมาย และสรุป รวมเกี่ยวกับ การเรียกชื่อ มุม การ เขียน สัญลักษณ์ แทนมุม ชนิดของมุม การวัด ขนาดของ มุมและการ สร้างมุมที่มี ขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ ไม้โปร แทรกเตอร์ ได้อย่าง ถูกต้อง -มีการ ประยุกต์ และนำ ประสบการณ์ ในการ เรียนรู้ไป ใช้ได้ถูกต้อง และสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมาย และสรุปรวม เกี่ยวกับการ เรียกชื่อมุม การเขียน สัญลักษณ์ แทนมุม ชนิด ของมุม การ วัดขนาดของ มุมและการ สร้างมุมที่มี ขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปร แทรกเตอร์ -มีการ ประยุกต์และ นำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ ไปใช้ได้	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายและ สรุปรวมเกี่ยวกับ การเรียกชื่อมุม การเขียน สัญลักษณ์แทน มุม ชนิดของมุม การวัดขนาดของ มุมและการสร้าง มุมที่มีขนาดไม่ เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปร แทรกเตอร์ ถูกต้อง 3 ประเด็น -มีการประยุกต์ และนำ ประสบการณ์ใน การเรียนรู้ไป ใช้ได้	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมาย และสรุปรวม เกี่ยวกับการ เรียกชื่อมุม การเขียน สัญลักษณ์ แทนมุม ชนิด ของมุม การ วัดขนาดของ มุมและการ สร้างมุมที่มี ขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปร แทรกเตอร์ ถูกต้อง 2 ประเด็น -ไม่มีการ ประยุกต์และ ไม่สามารถนำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ ไปใช้ได้	<input type="checkbox"/> -ไม่บอก ความหมาย และสรุปรวม เกี่ยวกับการ เรียกชื่อมุม การ เขียน สัญลักษณ์ แทนมุม ชนิด ของมุม การ วัดขนาดของ มุมและการ สร้างมุมที่มี ขนาดไม่เกิน 180 องศา โดยใช้ไม้โปร แทรกเตอร์ไม่ ถูกต้อง -ไม่มีการ ประยุกต์และ ไม่สามารถนำ ประสบการณ์ ในการเรียนรู้ ไปใช้ได้	



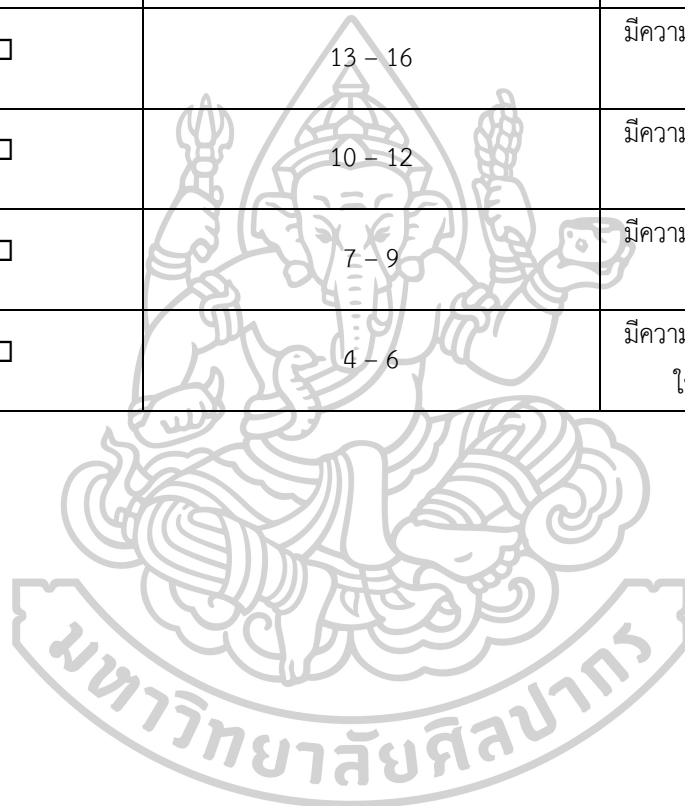
ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	คะแนนที่ได้
2. ความสามารถ ด้านการคิด คำนวณ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการ หาขนาดมุม ที่โจทย์ ต้องการโดย ใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวน นับ ได้ครบทุก ขั้นตอน ถูกต้อง และ ชัดเจน - สามารถ หาขนาดมุม ที่โจทย์ ต้องการโดย ใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวน นับ ได้ถูกต้อง และแม่นยำ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหา ขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวนนับ ได้ครบทุก ขั้นตอนและ ถูกต้อง - สามารถหา ขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวนนับ ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหา ขนาดมุมที่โจทย์ ต้องการโดยใช้ การบวก การลบ การคูณและการ หารจำนวนนับ ได้ครบทุก ขั้นตอนแต่ไม่ ถูกต้อง - ไม่สามารถหา ขนาดมุมที่โจทย์ ต้องการโดยใช้ การบวก การลบ การคูณและการ หารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - อธิบาย ขั้นตอนการหา ขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวนนับ ได้แต่ไม่ครบ ทุกขั้นตอน และไม่ถูกต้อง - ไม่สามารถ หาขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวนนับ	<input type="checkbox"/> - ไม่ สามารถ อธิบาย ขั้นตอนการหา ขนาดมุมที่ โจทย์ต้องการ โดยใช้การบวก การลบ การ คูณและการ หารจำนวนนับ ได้ถูกต้อง และ แม่นยำ	
3. ความสามารถ ด้านการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถ ประยุกต์ ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสบการณ์ การเรียนรู้ มาใช้ แก้ปัญหา โดยอธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหา	<input type="checkbox"/> -สามารถ ประยุกต์ ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสบการณ์ การเรียนรู้ มาใช้แก้ปัญหา โดยอธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้ ถูกต้องและ	<input type="checkbox"/> -สามารถ ประยุกต์ความรู้ เรื่องชนิดของมุม และ ประสบการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหาโดย อธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้ ถูกต้องและบอก	<input type="checkbox"/> - สามารถ ประยุกต์ ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสบการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหาได้ กระบวนการ แก้ปัญหาได้ แต่ไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่ สามารถ ประยุกต์ ความรู้เรื่อง ชนิดของมุม และ ประสบการณ์ การเรียนรู้มาใช้ แก้ปัญหา โดยอธิบาย กระบวนการ แก้ปัญหาได้	

ความสามารถ ทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	คะแนนที่ได้
	ได้เป็น ขั้นตอนได้ ถูกต้อง และ บอกชนิด ของมุม ถูกต้อง -สามารถ วาดภาพ ประกอบกา รแก้ปัญหา เพื่อบอก ชนิดของมุม ได้ถูกต้อง	บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง -สามารถวาด ภาพ ประกอบการ แก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของ มุมได้ แต่ไม่ ถูกต้อง	ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง -ไม่สามารถวาด ภาพ ประกอบการ แก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของมุม ได้ถูกต้อง	และบอกชนิด ของมุมไม่ ถูกต้อง -ไม่สามารถ วาดภาพ ประกอบการ แก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง	เป็นขั้นตอน และบอกชนิด ของมุมถูกต้อง -สามารถวาด ภาพ ประกอบการ แก้ปัญหาเพื่อ บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง	
4. ความสามารถ ด้านการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับ การสร้างมุม ได้ถูกต้อง และ ครบถ้วน -สามารถ บอกชนิด ของมุมได้ ถูกต้อง พร้อม อธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ได้อย่างสม เหตุสม ผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง และ ครบถ้วน -สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถ อธิบาย เหตุผล ทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้เหตุผล อย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน -สามารถบอก ชนิดของมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ สามารถอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน -ไม่สามารถ บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง พร้อมอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	<input type="checkbox"/> -ไม่ สามารถ อธิบายให้ เหตุผลอย่าง สมเหตุสมผล เกี่ยวกับการ สร้างมุมได้ ถูกต้อง และ ครบถ้วน -ไม่สามารถ บอกชนิดของ มุมได้ถูกต้อง พร้อมอธิบาย เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ได้ อย่าง สมเหตุสมผล	
<b>รวมคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์</b>						

### เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์

การพิจารณาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  ตามคะแนนรวมที่ได้ แล้วแปลผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ในช่องความหมาย

คะแนนรวมที่ได้	ความสามารถทางคณิตศาสตร์	ความหมาย
<input type="checkbox"/>	17 – 20	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูงมาก
<input type="checkbox"/>	13 – 16	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง
<input type="checkbox"/>	10 – 12	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง
<input type="checkbox"/>	7 – 9	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับพอใช้
<input type="checkbox"/>	4 – 6	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับควรปรับปรุง



เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง มุม

สถานการณ์ที่ 1 ความจริงของหลอด: วัดความสามารถด้านการมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์

1.1 กำหนดมุมชื่ออะไร

- มุม มปพ หรือ มุม พปม

1.2 เขียนสัญลักษณ์แทนมุมได้อย่างไร

-  $\angle$  มปพ หรือ  $\angle$  พปม

1.3 วัดขนาดของมุมได้เท่าไร

- มุม มปพ มีขนาด  $60^\circ$

1.4 มุมที่วัดได้เป็นมุมชนิดใด

- มุม มปพ เป็นมุมแหลม

เพราะเหตุใดจึงเป็นมุมชนิดนั้น

- เพราะเมื่อใส่หลอดลงไปในแก้ว หลอดจะเอียงจากก้นแก้ว

พาดไปที่ปากแก้วอีกด้านหนึ่ง มุม มปพ เป็นมุมแหลม

เนื่องจากมุมแหลมมีขนาดน้อยกว่า  $90^\circ$



วาดภาพหลอดทำมุมกับก้นแก้ว

สถานการณ์ที่ 2 เครื่องกันขวนคิด : วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ

2.1 ให้อธิบายวิธีการคิดคำนวณหาขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกันเปิด

- ก่อนที่เครื่องกันจะเปิดขึ้น ไม้กั้นทำมุมกับเสาเป็นมุมฉาก มีขนาด 90 องศา

เมื่อเครื่องกันเปิดขึ้น ไม้กั้นจะเปิดขึ้นจากระดับเดิม 65 องศา

จะได้ว่า เมื่อเครื่องกันเปิดขึ้น มุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสา =  $90 + 65$  องศา

$$= 155 \text{ องศา}$$

ดังนั้น มุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกันเปิดมีขนาด 155 องศา

2.2 ขนาดของมุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสาเมื่อเครื่องกันเปิดมีขนาดเท่าใด

- มุมที่ไม้กั้นทำมุมกับเสา มีขนาด 155 องศา

### สถานการณ์ที่ 3 สนุกกับไม้กระดก: วัดความสามารถด้านการปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ให้อธิบายขั้นตอนการประยุกต์ความรู้เรื่องมุมไปใช้ใน

กระบวนการแก้ปัญหา

- น้ำหนักปลานิลเท่ากับ 43 กิโลกรัม

ถ้าจ้อยส์สะพานกระเป่าเป็นนั่งบนไม้กระดกกับปลานิล

พร้อมกันแล้วยกขาขึ้น ไม้กระดกจะอยู่ในระดับสมดุลพอดี

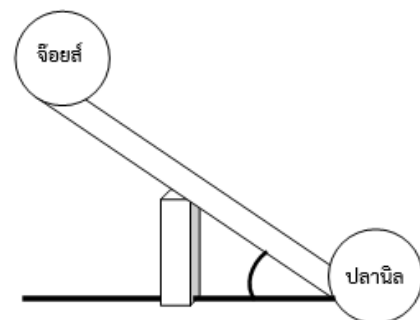
ซึ่งน้ำหนักจ้อยส์รวมกับกระเป่าเป้เท่ากับ 43 กิโลกรัม

ถ้ากระเป่าเป้หนัก 5 กิโลกรัม จะได้ว่า  $38 + 5 = 43$

แสดงว่าจ้อยส์หนัก 38 กิโลกรัม ดังนั้นจ้อยส์มีน้ำหนัก

น้อยกว่าปลานิล เมื่อทั้งสองคนนั่งไม้กระดกพร้อมกัน

โดยจ้อยส์ถอดกระเป่าออก จึงทำให้ไม้กระดกเกิดมุม



วาดภาพไม้กระดก

เมื่อจ้อยส์กับปลานิล

นั่งอยู่บนไม้กระดกและจ้อยส์

ถอดกระเป่าเป้ออก

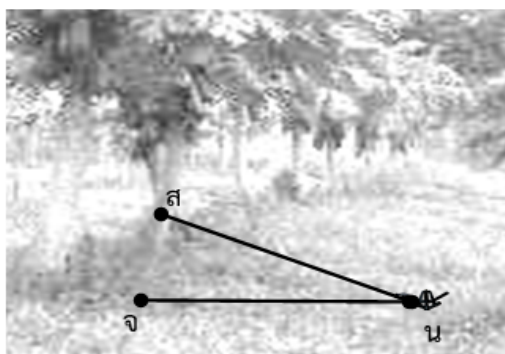
3.2 ไม้กระดกจะกระดกอย่างไร อยู่ในลักษณะใดกับพื้น และ

ทำมุมชนิดใดกับพื้น

- ไม้กระดกจะกระดกขึ้น โดยจ้อยส์จะลอย ส่วนปลานิล

จะอยู่ที่พื้น ซึ่งไม้กระดกด้านปลานิลจะทำมุมแหลมกับพื้น

### สถานการณ์ที่ 4 สปริงเกอร์ช่วยทუნแรง: วัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์



วาดภาพสปริงเกอร์ทำงานแสดงมุมของการกระจายน้ำ

4.2 ให้อธิบายชนิดของมุม พร้อมให้เหตุผลประกอบอย่างเหมาะสม

- มุม จนส เป็นมุมแหลม เนื่องจากสปริงเกอร์ทำงานโดยน้ำกระจายไปที่ต้นมะละกอเป็นมุมที่มีขนาด 20 องศา ซึ่งมุมแหลม ทำให้น้ำโดนต้นมะละกอมากที่สุด

4.1 ให้อธิบายวิธีการสร้างมุมของการกระจายน้ำอย่างครอบคลุมและชัดเจน

- ลากส่วนของเส้นตรง จน ยาวพอสมควร

- สร้างมุมที่จุด น โดยให้ทำมุมไป

ต้นมะละกอที่จุด ส

- วางไม้โปรแทรกเตอร์ ให้จุดกึ่งกลางทับ

ที่จุด น จาก 0 องศา ไม้โปรแทรกเตอร์ ที่

ทับส่วนของเส้นตรง จน ไปถึงจุด ส

ที่อยู่ตรงต้นมะละกอ มีขนาด 20 องศา

- ลากส่วนของเส้นตรง นส

แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

ชื่อ.....ชั้น ป. 5/.....เลขที่.....

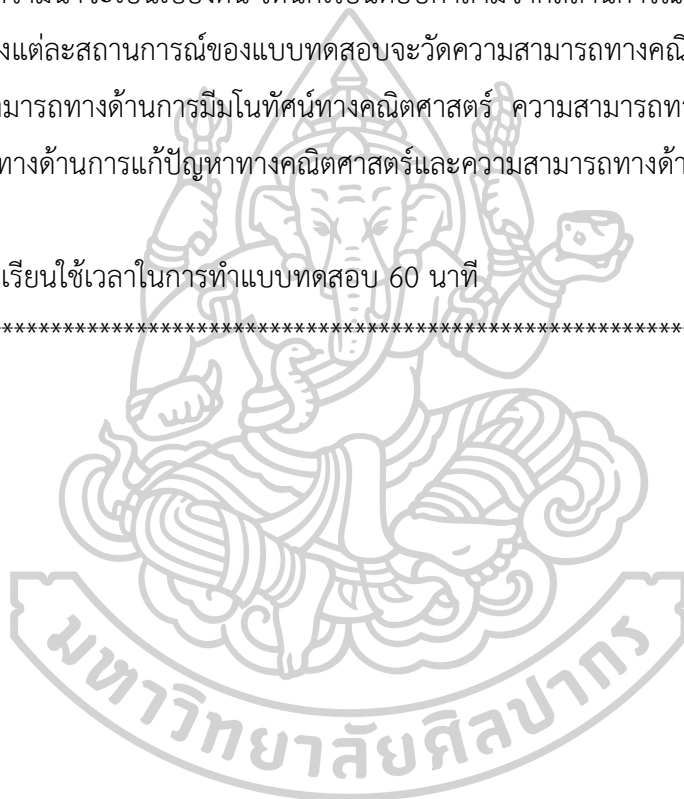
\*\*\*\*\*

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบอัตนัยมีจำนวน 4 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 20 คะแนน แต่ละข้อมีลักษณะเป็นสถานการณ์ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น ให้นักเรียนตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้จำนวน 4 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ของแบบทดสอบจะวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน ได้แก่ ความสามารถทางการมีโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถทางการคิดคำนวณ ความสามารถทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

\*\*\*\*\*





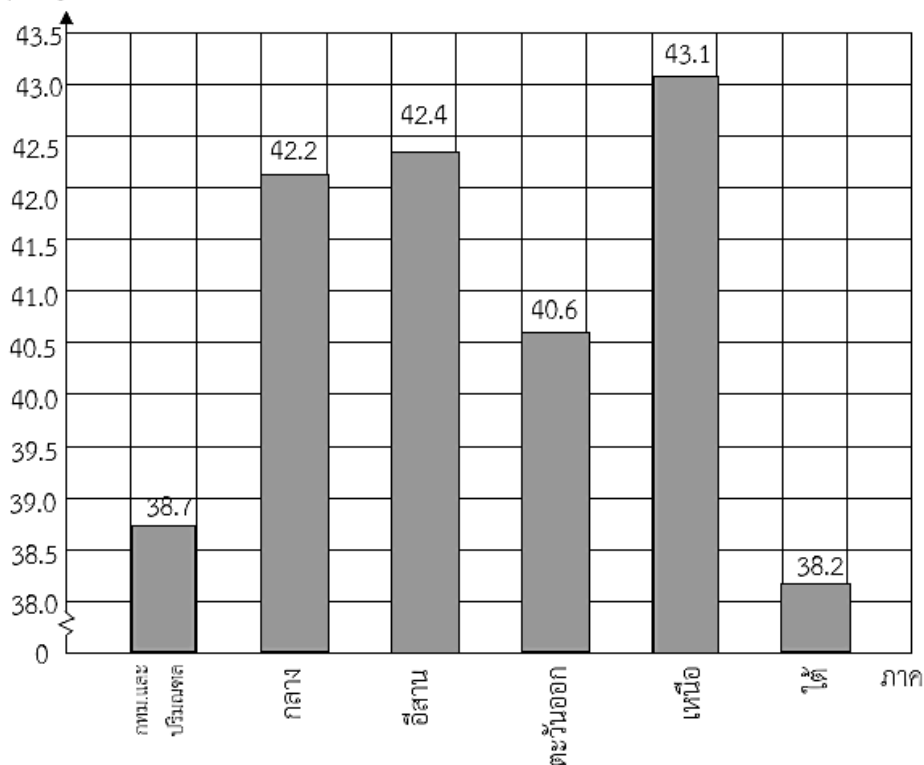


## สถานการณ์ที่ 2 ฤดูร้อนเมืองไทย: วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ

เดือนเมษายนเป็นเดือนที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนที่สุด จากการเก็บข้อมูลพบว่าในวันที่ 20 เมษายน 2558 แต่ละภาคมีอุณหภูมิสูงสุด ดังแผนภูมิต่อไปนี้

**แผนภูมิแท่งแสดงอุณหภูมิแต่ละภาคของประเทศไทยในวันที่ 20 เมษายน 2558**

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



2.1 อุณหภูมิของภาคใดแตกต่างกันมากที่สุด กี่องศาเซลเซียส เพราะเหตุใดจึงแตกต่างกันมากที่สุด ให้แสดงวิธีการคิดหาคำตอบ

.....

.....

2.2 ในวันที่ 20 เมษายน 2558 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นกี่องศาเซลเซียส พร้อมแสดงวิธีการคิดหาคำตอบ

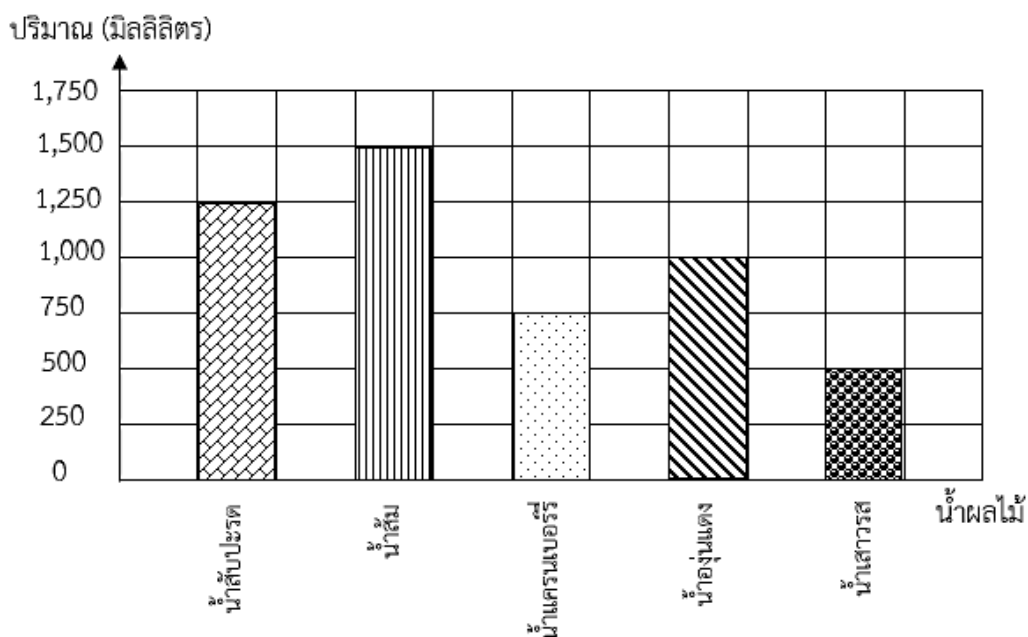
.....

.....

สถานการณ์ที่ 3 น้ำดื่มเพื่อสุขภาพ: วัดความสามารถด้านการปัญหาทางคณิตศาสตร์

ทุกปีครอบครัวปิตุสุขจะนำอาหารและเครื่องดื่มไปเลี้ยงเด็กๆ ที่สถานเลี้ยงเด็กกำพร้า ซึ่งมีเด็กๆ ทั้งหมด 40 คน ในปีนี้ทางครอบครัวเตรียมน้ำดื่มที่อุดมไปด้วยวิตามินเพื่อสุขภาพให้เด็กๆ มีร่างกายที่แข็งแรง โดยมีอัตราส่วนผสมตามที่แสดงในแผนภูมิแท่งข้างล่างนี้

แผนภูมิแท่งแสดงส่วนผสมของน้ำดื่มเพื่อสุขภาพที่นำไปเลี้ยงเด็กกำพร้า



3.1 จากแผนภูมิแท่งเด็กๆ ในสถานเลี้ยงเด็กกำพร้าจะได้รับน้ำดื่มคนละกี่มิลลิลิตร  
ให้อธิบายวิธีการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

3.2 ถ้าในปีนี้เด็กกำพร้าเพิ่มจำนวนเป็น 80 คน ครอบครัวปิตุสุขต้องการเตรียมน้ำส้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นปริมาณเท่าไร พร้อมทั้งอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

#### สถานการณ์ที่ 4 ลุ้นรับรางวัลต้อนรับปีใหม่: วัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

งานเลี้ยงวันปีใหม่ปี 2559 บริษัทจริงใจทัวร์จัดกิจกรรมจับสลากลุ้นรับรางวัลต้อนรับปีใหม่นี้ของรางวัลหลากหลายชนิด ได้แก่ ตู้เย็น 1 เครื่อง, โทรทัศน์ 2 เครื่อง, เต้าไมโครเวฟ 3 เครื่อง, กระจกน้ำร้อน 7 ใบ และกระทะไฟฟ้า 7 ใบ หลังจากเสร็จกิจกรรมพนักงานทุกคนจะได้รับรางวัลคนละ 1 ชิ้น



ในขวดโหลมีสลากของรางวัลจำนวน 20 ใบ พนักงานทุกคนต้องสุ่มจับสลากขึ้นมา 1 ใบ

4.1 งานเลี้ยงวันปีใหม่ปี 2559 รัชนกเป็นพนักงานบริษัทจริงใจทัวร์คนแรกที่สุ่มจับสลาก โอกาสที่จะจับได้เต้าไมโครเวฟเป็นอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

4.2 เมธาพรจับสลากได้ตู้เย็นในงานเลี้ยงปีใหม่ปี 2559 พรธีรอยากจับได้ตู้เย็นเหมือนเมธาพร โอกาสที่พรธีรจะจับได้ตู้เย็นเป็นอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

### เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

การพิจารณาให้คะแนนคำตอบของนักเรียนจากสถานการณ์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  ตามระดับคะแนนแบบ SOLO ที่ตรงตามความคิดเห็นของผู้ตรวจมากที่สุด เขียนผลคะแนนที่ได้ แล้วหาผลรวมของคะแนนที่ได้รับ

ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
1. ความสามารถด้านโน้ตศัพท์ทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้องทั้งหมด และสมบูรณ์ -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบได้ ถูกต้อง และองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 3 ประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์ -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ มาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ได้ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 2 ประเด็น -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ มาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ได้ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ถูกต้อง 1 ประเด็น -นำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ มาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ได้ไม่ถูกต้อง	<input type="checkbox"/> -ไม่บอก ความหมายเกี่ยวกับแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และองค์ประกอบของแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ (1.ชื่อแผนภูมิ 2.ตัวแผนภูมิ 3.การกำหนดความแตกต่างของแต่ละข้อมูล) ไม่สามารถนำความรู้เรื่องแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบมาประยุกต์โดยใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ สร้างแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ ได้ถูกต้อง	



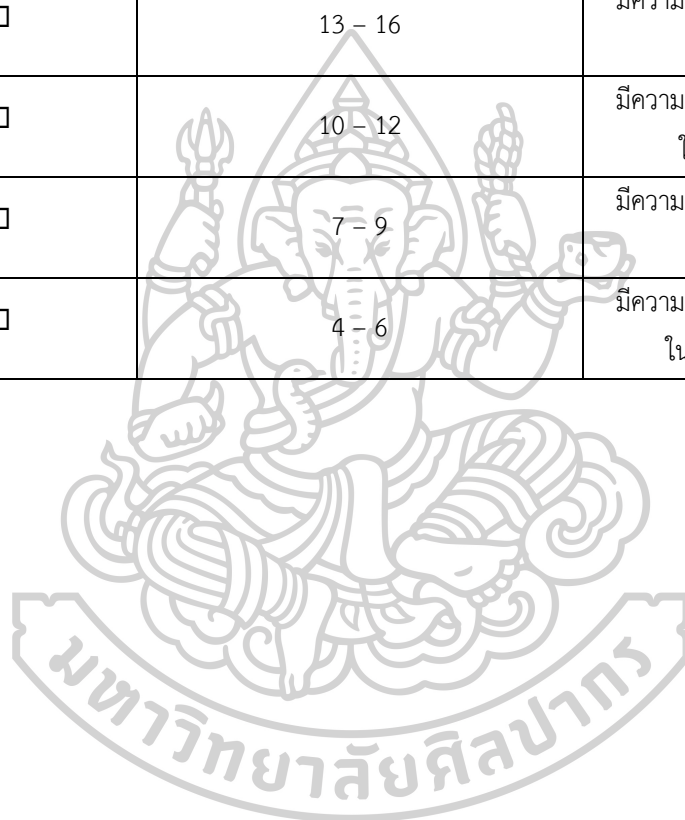


ความสามารถทางคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์					คะแนนที่ได้
	ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	
	ปัญหาโดยการบวก ลบ คูณหารได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	-สามารถหาคำตอบของปัญหาโดยการบวก ลบ คูณหารได้ถูกต้อง 1 ข้อ	-สามารถหาคำตอบของปัญหาโดยการบวก ลบ คูณหารได้ถูกต้อง 1 ข้อ	-ไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาโดยการบวก ลบ คูณหารได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	และถูกต้องทั้ง 2 ข้อ -ไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาโดยการบวก ลบ คูณหารได้ถูกต้องทั้ง 2 ข้อ	
4. ความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	<input type="checkbox"/> -สามารถตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์ -สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบการตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้อง 2 เหตุการณ์ -สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบการตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์ -สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบการตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -สามารถตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้อง 1 เหตุการณ์ -ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบการตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	<input type="checkbox"/> -ไม่สามารถตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์ -ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลประกอบการตอบโอกาสที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้ถูกต้องทั้ง 2 เหตุการณ์	
<b>รวมคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์</b>						

### เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนความสามารถทางคณิตศาสตร์

การพิจารณาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้ทำเครื่องหมาย  ลงใน  ตามคะแนนรวมที่ได้ แล้วแปลผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ในช่องความหมาย

คะแนนรวมที่ได้	ความสามารถทางคณิตศาสตร์	ความหมาย
<input type="checkbox"/>	17 - 20	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูงมาก
<input type="checkbox"/>	13 - 16	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง
<input type="checkbox"/>	10 - 12	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง
<input type="checkbox"/>	7 - 9	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับพอใช้
<input type="checkbox"/>	4 - 6	มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในระดับควรปรับปรุง



เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์  
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องสถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น

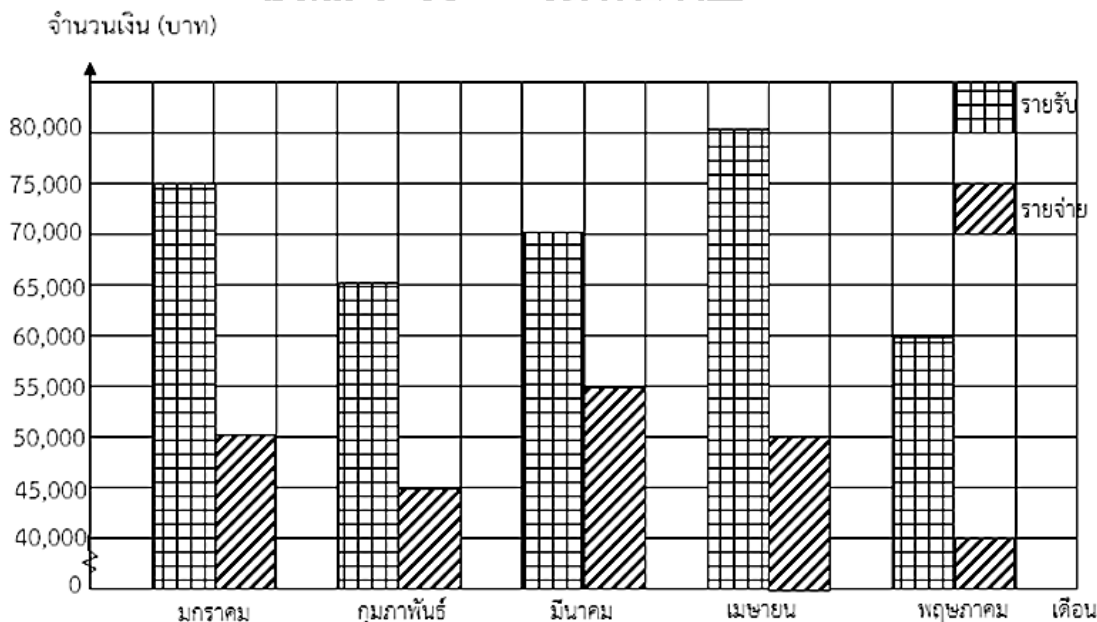
สถานการณ์ที่ 1 ร้าน Coffee Fun: วัดความสามารถด้านการมีโน้ตส์ทางคณิตศาสตร์

1.1 จากข้อมูลในข้างต้นสามารถนำไปเขียนแผนภูมิแท่งหรือแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะเหตุใด

- จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำไปเขียนเป็นแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจะเหมาะสมที่สุด เพราะข้อมูลกำหนดรายได้ในแต่ละเดือนมาให้ ซึ่งแต่ละเดือนจะมีรายรับและรายจ่าย ซึ่งการเขียนแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบจะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างรายรับและรายจ่ายที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.2 นำข้อมูลในข้างต้นมาเขียนแผนภูมิที่เลือกตอบในข้อ 1.1 โดยเขียนองค์ประกอบของแผนภูมิให้ครบถ้วน

แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบแสดงรายรับและรายจ่ายของร้าน Coffee Fun  
ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงพฤษภาคม



สถานการณ์ที่ 2 ฤดูร้อนเมืองไทย: วัดความสามารถด้านการคิดคำนวณ

2.1 อุณหภูมิของภาคใดแตกต่างกันมากที่สุด กิ่งคาเซลเซียส เพราะเหตุใดจึงแตกต่างกันมากที่สุดให้แสดงวิธีการคิดหาคำตอบ

-อุณหภูมิของภาคเหนือและภาคใต้แตกต่างกันมากที่สุด เพราะภาคเหนือมีอุณหภูมิสูงที่สุด

43.1 องศาเซลเซียส และภาคใต้มีอุณหภูมิต่ำที่สุด 38.1 องศาเซลเซียส

ดังนั้น อุณหภูมิของภาคเหนือและภาคใต้แตกต่างกัน  $43.1 - 38.1 = 4.9$  องศาเซลเซียส

2.2 ในวันที่ 20 เมษายน 2558 ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นกิ่งคาเซลเซียส พร้อม

แสดงวิธีการคิดหาคำตอบ

-ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ย =  $(38.7+42.2+42.4+40.6+43.1+38.2) \div 6$  องศาเซลเซียส

$$= 245.2 \div 6 \text{ องศาเซลเซียส}$$

$$= 40.9 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ดังนั้น ประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ย 40.9 องศาเซลเซียส

สถานการณ์ที่ 3 น้ำดื่มเพื่อสุขภาพ: วัดความสามารถด้านการปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 จากแผนภูมิแท่งเด็กๆ ในสถานเลี้ยงเด็กกำพร้าจะได้รับน้ำดื่มคนละกี่มิลลิลิตร ให้อธิบาย

วิธีการคิดแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

- ส่วนผสมของน้ำดื่มประกอบด้วย น้ำสับปะรด น้ำส้ม น้ำแครนเบอร์รี่ น้ำองุ่นแดง และน้ำเสาวรส จะหาปริมาณน้ำดื่มที่เด็กๆ แต่ละคนได้รับ โดยหาปริมาณน้ำดื่มจาก

การนำส่วนผสมทั้งหมดมารวมกันแล้วนำปริมาณน้ำดื่มที่ได้ไปแบ่งเด็กๆ จำนวน 40 คน

โดยการหารด้วย 40

เด็กๆ จะได้รับน้ำดื่มคนละ =  $(1,250+1,500+750+1,000+500) \div 40$  มิลลิลิตร

$$= 5,000 \div 40 \text{ มิลลิลิตร}$$

$$= 125 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้น เด็กๆ จะได้รับน้ำดื่มคนละ 125 มิลลิลิตร

3.2 ถ้าในปีนี้ได้กำพร้าเพิ่มจำนวนเป็น 80 คน ครอบครัวปิตุสต้องการเตรียมน้ำส้มเพิ่มขึ้น

หรือลดลงเป็นปริมาณเท่าไร พร้อมทั้งอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

- เด็กจำนวน 40 คน ใช้น้ำส้มปริมาณ 1,500 มิลลิลิตร

ถ้ามีเด็กเพิ่มจำนวนเป็น 80 คน ซึ่งจำนวนเด็กเพิ่มขึ้นจากเดิม 2 เท่า

ครอบครัวปิตุสต้องเตรียมน้ำส้มเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เพื่อให้ได้ส่วนผสมตามอัตราส่วน

ปริมาณน้ำส้มสำหรับเด็กจำนวน 80 คน =  $2 \times 1,500$  มิลลิลิตร

$$= 3,000 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้น ครอบครัวปิตุสต้องเตรียมน้ำส้มเพิ่มขึ้นเป็น 3,000 มิลลิลิตร

สถานการณ์ที่ 4 ลุ้นรับรางวัลต้อนรับปีใหม่: วัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.1 งานเลี้ยงวันปีใหม่ปี 2559 รัชนกเป็นพนักงานบริษัทจริงใจที่र्वคนแรกที่สู่มจับสลาก โอกาสที่จะจับได้เตาไมโครเวฟเป็นอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

-โอกาสที่รัชนกจะจับได้เตาไมโครเวฟอาจจะเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นก็ได้ เพราะสลากของรางวัลจำนวน 20 ใบ มีสลากที่เป็นเตาไมโครเวฟจำนวน 3 ใบ ซึ่งอาจจะจับได้หรือจับไม่ได้

4.2 เมธาพรจับสลากได้ตู้เย็นในงานเลี้ยงปีใหม่ปี 2559 พรธีราอยากจับได้ตู้เย็นเหมือนเมธาพร โอกาสที่พรธีราจะจับได้ตู้เย็นเป็นอย่างไร พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ

-โอกาสที่พรธีราจะจับได้ตู้เย็นไม่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน เพราะสลากของรางวัลจำนวน 20 ใบ มีสลากที่เป็นตู้เย็นจำนวน 1 ใบ ซึ่งเมธาพรจับสลากได้ตู้เย็นไปแล้ว ดังนั้นพรธีราจึงไม่มีโอกาสจับได้ตู้เย็นอีก









รายการความต้องการ	สภาพที่เป็นจริง					สภาพที่คาดหวัง				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9. นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน										
10. นักเรียนมีความคิด และเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในด้านจำนวน สัญลักษณ์ หรือการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์										
11. นักเรียนจัดกระทำจำนวนต่างๆ ในลักษณะของการบวก ลบ คูณ หารจำนวนตามที่โจทย์กำหนดได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ รวดเร็วและถูกต้อง										
12. นักเรียนแสดงแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด และการสรุปที่สมเหตุสมผลตามแนวคิด										
13. นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์										
14. นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่ตนมีอยู่ เพื่อสร้างความเข้าใจ จนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง										
15. นักเรียนนำความรู้ใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับไปปรับกระบวนการคิดค้น หาวิธีการต่างๆ เพื่อสร้างความเข้าใจจนเกิดเป็นความรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง										

\*\*\*\*\*

**แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา**  
**การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism**  
**เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง**

1. แบบสัมภาษณ์การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ข้อมูลเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. ความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ถือเป็นความลับ ผู้วิจัยจะไม่นำไปเปิดเผยในที่ใดๆ จะใช้เป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

**ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์**

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....  
 ตำแหน่ง.....  
 วุฒิการศึกษา.....  
 สถานที่ทำงาน.....  
 วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .... เวลา..... น.  
 สถานที่สัมภาษณ์.....

**ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism**  
**เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา**

**ประเด็นการสัมภาษณ์**

**ประเด็นที่ 1** ท่านคิดว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ควรได้รับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์) ด้านใดบ้าง เพราะเหตุใด

.....  
 .....  
 .....

**ประเด็นที่ 2** ท่านใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใน  
วิชาคณิตศาสตร์แบบใดบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 3** ท่านคิดว่าครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากใช้รูปแบบใดในการจัดการเรียนรู้ และใช้  
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 4** ท่านคิดว่าในวิชาคณิตศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้แบบใดที่จะส่งเสริมความสามารถทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 5** ท่านคิดว่าสิ่งใดที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้  
นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 6** ท่านคิดว่าสภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 7** ท่านคิดว่านักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ตนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจและมีความหมายได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 8** ท่านคิดว่านักเรียนนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนไปใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

\*\*\*\*\*

**ตารางที่ 34** ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อสภาพการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา

ประเด็น สัมภาษณ์	1.ท่านคิดว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ควรได้รับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์) ด้านใดบ้าง เพราะเหตุใด
ผลการ สัมภาษณ์	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ควรส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยมอย่างมีความหมาย เพราะนักเรียนหาคำตอบจากการคิดคำนวณตามสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยไม่รู้ความหมายที่แท้จริง จึงไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยมได้
	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2 ควรส่งเสริมการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา เพราะนักเรียนอ่านโจทย์แล้วมองไม่เห็นภาพว่าจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร นักเรียนไม่มีความคิดรวบยอดในเรื่องการเปรียบเทียบหน่วยการวัด การชั่ง และการตวง แยกแยะความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดไม่แม่นยำ และทักษะการคิดคำนวณ นักเรียนขาดความรอบคอบ ขาดความแม่นยำในการบวก การลบ และเติมเครื่องหมายผิดในขั้นตอนการแสดงวิธีทำ สำหรับการคูณและการหาร นักเรียนท่องสูตรคูณไม่ได้ นักเรียนจะนำไปคูณ เช่น $12 \div 6 = 72$ นักเรียนลืมนิยามหรือการดำเนินการ เช่น นักเรียนไม่แม่นยำในขั้นตอนการหาผลคูณ การหาผลหาร
	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถคิดคำนวณด้วยการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยมได้แม่นยำ เป็นเหตุผลให้เมื่อนักเรียนไปดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จึงไม่สามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง
	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4 ควรส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และเข้าใจถึงความหมายของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สิ่งนี้นักเรียนเข้าใจผิดพลาด และนำไปใช้ผิด เช่น เรื่องความหมายของการคูณ นักเรียนเข้าใจว่า $2 \times 3$ มีความหมายเหมือนกับ $3 \times 2$ สิ่งที่ต้อง $2 \times 3$ และ $3 \times 2$ มีความหมายไม่เหมือนกันแต่มีค่าเท่ากัน ซึ่ง $2 \times 3$ หมายถึง $3 + 3$ แต่ $3 \times 2$ หมายถึง $2 + 2 + 2$ , เรื่องการบวก การลบเศษส่วน นักเรียนไม่เข้าใจ ความหมายของการบวก การลบ เศษส่วน จึงนำเศษมาบวกกับเศษ และนำส่วนมาบวกกับส่วน อีกทั้งครูเป็นบุคคลสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนข้อมูลจากประสบการณ์เดิมออกมาให้มากที่สุด



ประเด็น สัมภาษณ์	1.ท่านคิดว่านักเรียนในระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ควรได้รับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ (ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์) ด้านใดบ้าง เพราะเหตุใด
ผลการ สัมภาษณ์	<p>ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนถูกต้องและเป็นปัจจุบันหรือไม่ตามการสอนแบบ KWL</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ควรส่งเสริมให้นักเรียนสื่อสาร/นำเสนอเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ อธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา เป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม เพื่อย้อนกลับหรือสะท้อนองค์ความรู้/ความคิดรวบยอดของนักเรียนในเรื่องนั้นๆ</p>
สรุปผล การ สัมภาษณ์	<p>นักเรียนในระดับประถมศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ควรได้รับการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยเริ่มจากการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย การเข้าใจถึงความหมาย หลักการ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งครูเป็นบุคคลสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนข้อมูลจากประสบการณ์เดิมออกมาให้มากที่สุด เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ของนักเรียนถูกต้องและเป็นปัจจุบันหรือไม่ตามการสอนแบบ KWL การคิดคำนวณด้วยการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยมได้ถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ เป็นการเพิ่มความมั่นใจในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ จึงควรส่งเสริมให้นักเรียนอ่านโจทย์ ฝึกวิเคราะห์ และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีขั้นตอน และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เช่น การบอกลองคิดความรู้ หลักการ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องต่างๆ ที่ใช้เพื่อประกอบการอธิบาย เป็นการยืนยันถึงความเข้าใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	2. ท่านใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แบบใดบ้าง
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1</b> ใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จากอินเทอร์เน็ต หรือ YouTube เพื่อเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้ที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน และทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2</b> แต่ละเนื้อหาจะเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เช่น เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหาร ครูจะสอนเนื้อหาให้นักเรียนเข้าใจวิธีการบวก ลบ คูณ หารก่อน แล้วให้นักเรียนจับคู่เล่นเกมโดยใช้เพื่อนช่วยเพื่อน ซึ่งครูเป็นผู้กำหนดโจทย์ ให้ทำเสร็จหนึ่งข้อแล้วเฉลยเลย และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อสอนการบวก ลบ คูณ หารที่ยากขึ้น เรื่องการวัด การชั่ง และการตวง สอนโดยใช้สถานการณ์จริง อุปกรณ์จริงเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ และทดลองใช้ แล้วสอนเนื้อหาเพื่อสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ เรื่องเงิน สอนโดยใช้สถานการณ์จริง จัดห้องเรียนเป็นตลาดนัดแล้วให้ใช้เงิน(สำหรับการเรียน)ไปใช้จ่ายจริง เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหาร สอนโดยให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ เขียนประโยคสัญลักษณ์ และแสดงวิธีทำเป็นกลุ่ม</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3</b> ใช้เพลงหรือเกมเป็นสื่อการจัดการเรียนรู้ในการเริ่มต้นและสรุปบทเรียนหรือเนื้อหา โดยจะหาบทเพลงที่เกี่ยวข้องและเหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้จาก YouTube ส่วนเกม ครูเป็นผู้สร้างเอง มีทั้งแบบคู่และแบบกลุ่ม</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> ใช้การกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกัน ให้นักเรียนหาความเหมือนและความแตกต่างโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เดิมที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาคิดวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบ Think Pair Share เพื่อให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ด้วยตนเอง</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5</b> สอนให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางคณิตศาสตร์ และยกตัวอย่างการนำหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้วให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนในชั่วโมง และหลังจากสอนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้นักเรียนทำชิ้นงานจากกระดาษเปล่าเพื่อรวบรวมองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดในบทเรียน มาถ่ายทอดลงในชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเน้นการนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่ม</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	2. ท่านใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์แบบใดบ้าง
สรุปผล การ สัมภาษณ์	วิธีการจัดการเรียนรู้ เทคนิคการจัดการเรียนรู้ หรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์มีความหลากหลาย โดยแต่ละเนื้อหาจะเลือกใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เช่น การใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้จากอินเทอร์เน็ต หรือ YouTube เพื่อเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้ที่นอกเหนือจากหนังสือเรียน และทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น การใช้เกมหรือกิจกรรม ซึ่งแบ่งเป็นรายคู่ และรายกลุ่มโดยใช้เพื่อนช่วยเพื่อน การใช้การกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกัน ให้นักเรียนหาความเหมือนและความแตกต่างโดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์เดิมที่นักเรียนได้เคยเรียนรู้มาคิดวิเคราะห์ เพื่อให้นักเรียนสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ด้วยตนเอง และการทำชิ้นงานจากกระดาษเปล่าเพื่อรวบรวมองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดในบทเรียน มาถ่ายทอดลงในชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเน้นการนำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
ประเด็น สัมภาษณ์	3. ท่านคิดว่าครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากใช้รูปแบบใดในการจัดการเรียนรู้ และใช้อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1</b> ให้นักเรียนเรียนรู้แบบเป็นกลุ่ม ฝึกคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2</b> ครูยืดหยุ่นการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหา ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ตามสภาพและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยให้นักเรียนที่เรียนเข้าใจคอยให้คำแนะนำเพื่อน หรือเพื่อนช่วยเพื่อน ใช้สถานการณ์จริงในการกำหนดโจทย์ปัญหา</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3</b> ใช้สื่อเทคโนโลยีทางอินเทอร์เน็ตเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพราะปัจจุบันมีสื่อคณิตศาสตร์มากมาย เช่น ใช้เพลงคณิตศาสตร์ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนและขั้นสรุป ใช้บทเรียนออนไลน์และเกมคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของชั้นสอน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> ให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดคำนวณทุกชั่วโมง เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่อไป</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5</b> ครูสอนและจัดการเรียนรู้ตามหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน ใช้หนังสือเรียนและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน เพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณให้แม่นยำ</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	3. ท่านคิดว่าครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ส่วนมากใช้รูปแบบใดในการจัดการเรียนรู้ และใช้อย่างไร
สรุปผล การ สัมภาษณ์	ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การจัดการ เรียนรู้ตามเนื้อหา ปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ตามสภาพและปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน การฝึกทักษะการคิด คำนวณทุกชั่วโมง เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ใน เรื่องต่อไป การใช้สถานการณ์จริงในการกำหนดโจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ ปัญหาด้วยวิธีเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายกลุ่ม และการใช้สื่อเทคโนโลยีทางอินเทอร์เน็ต เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้
ประเด็น สัมภาษณ์	4. ท่านคิดว่าในวิชาคณิตศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้แบบใดที่จะส่งเสริม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เพราะเหตุใด
ผลการ สัมภาษณ์	<p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ใช้รูปภาพประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น เรื่องการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เศษส่วน และทศนิยม เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน และนำไปสู่การคิดแปลความหมายจาก รูปภาพเป็นการเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2 ใช้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของ นักเรียน ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายทาง คณิตศาสตร์</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ใช้สื่อเทคโนโลยีเข้ามาช่วยสอน เพราะนักเรียนในยุคนี้ มีความใกล้ชิดกับสื่อเทคโนโลยี โดยเฉพาะสื่อออนไลน์ทางอินเทอร์เน็ต มีสีสันสดใส มี เสียงประกอบน่าสนใจ นักเรียนจะให้ความสนใจและเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4 ใช้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความหลากหลาย และเป็นโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการ นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริง</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ใช้สถานการณ์จริง ออกแบบในลักษณะเกมทาง คณิตศาสตร์ ให้นักเรียนร่วมเล่นเป็นรายคู่ หรือรายกลุ่ม เมื่อตนเองได้มีส่วนร่วมกับ เพื่อนๆ นักเรียนจะสนุกสนาน ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้ และสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	4. ท่านคิดว่าในวิชาคณิตศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้แบบใดที่จะส่งเสริม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา เพราะเหตุใด
สรุปผล การ สัมภาษณ์	วิชาคณิตศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้แบบหลากหลายเพื่อส่งเสริมความสามารถทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา ได้แก่ การใช้รูปภาพประกอบการ จัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม และนำไปสู่การคิดแปล ความหมายจากรูปภาพเป็นการเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์สถานการณ์จริง การใช้เกม ทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนร่วมเล่นเป็นรายคู่ หรือรายกลุ่ม การใช้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสำคัญของการนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้จริง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือ ปฏิบัติจริง เพื่อสร้างความเข้าใจในความหมายทางคณิตศาสตร์และการใช้สื่อ เทคโนโลยีเข้ามาช่วยสอน เพราะนักเรียนในยุคนี้มีความใกล้ชิดกับสื่อเทคโนโลยี นักเรียนจะให้ความสนใจและเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น
ประเด็น สัมภาษณ์	5. ท่านคิดว่าสิ่งใดที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชา คณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพราะเหตุใด
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1</b> ครูควรออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม กับวัยของนักเรียน ซึ่งนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่เรียนรู้ได้จากภาพ ต้อง เห็นจริง ลงมือกระทำจริง หรือเป็นวัยที่เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ดังนั้นครูต้อง ออกแบบกิจกรรมที่มีความชัดเจน เน้นเป็นภาพมากกว่าการเขียนหรือแสดงเป็น สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนเข้าใจความหมายทางคณิตศาสตร์จากภาพ แล้ว จึงนำไปสู่ข้อสรุปที่เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2</b> ครูต้องจัดการเรียนรู้ให้สนุกสนาน ให้นักเรียนยอมรับ ในความสามารถของตนเอง เช่น ถ้านักเรียนทำถูก ครูต้องให้คำชมหรือให้รางวัล ถ้า นักเรียนที่ทำไม่ได้ ต้องเรียกมาสอนอีกครั้งแบบค่อยเป็นค่อยไป</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3</b> ครูต้องศึกษาการใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อนำมาใช้ เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่ อยู่ใกล้ชิดกับสื่อเหล่านี้ ดังนั้นการนำสื่อเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ น่าจะ ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ชัดเจน ให้ภาพของหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> ครูต้องจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความทำ ทหายที่จะเรียนรู้ เช่น การยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ทำทหาย ชวนให้นักเรียน คิดตาม และอยากมีส่วนร่วมในการหาคำตอบ</p>



ประเด็น สัมภาษณ์	5. ท่านคิดว่าสิ่งใดที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพราะเหตุใด
	ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5 ครูควรจัดกิจกรรมที่เสริมแรงให้กับนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แข่งขัน และใช้เกมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพื่อกระตุ้นความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน
สรุปผล การ สัมภาษณ์	สิ่งที่จะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ซึ่งนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่เรียนรู้ได้จากภาพ ต้องเห็นจริง ลงมือกระทำจริง หรือเป็นวัยที่เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม การจัดการเรียนรู้ให้สนุกสนาน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความท้าทายที่จะเรียนรู้ เสริมแรงให้กับนักเรียน และให้นักเรียนยอมรับในความสามารถของตนเอง การใช้สื่อเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ เพราะนักเรียนในระดับประถมศึกษาเป็นวัยที่อยู่ใกล้ชิดกับสื่อเหล่านี้
ประเด็น สัมภาษณ์	6. ท่านคิดว่าสภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นอย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1 ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะตั้งใจฟังครูอธิบาย และร่วมตอบคำถาม แต่มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจในความหมายทางคณิตศาสตร์ของเรื่องนั้นๆ อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตอบคำถามได้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน สำหรับการทำกิจกรรมเป็นคู่ นักเรียนจะให้ความช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ให้คำอธิบายกับคู่เพื่อนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหานั้นๆ ส่วนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะสนุกสนาน ช่วยกันคิด โดยครูจะต้องกำหนดเงื่อนไขในการทำกิจกรรมกลุ่มให้ชัดเจน</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2 ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะสนุกและตื่นเต้นกับกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมให้ ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ในช่วงแรกนักเรียนจะไม่ยอมรับเพื่อนที่ไม่เก่งให้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม แต่ช่วงหลังนักเรียนยอมรับเพื่อนทุกคน และสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี</p> <p>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3 ในระดับประถมศึกษา นักเรียนค่อนข้างที่จะเชื่อฟังครู ดังนั้นการจัดการกิจกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะตั้งใจและให้ความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดี และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ถ้าเป็น</p>



ประเด็น สัมภาษณ์	6. ท่านคิดว่าสภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครู กับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเป็นอย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p>กิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะเลือกเพื่อนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งมาอยู่ร่วมกลุ่มด้วย ดังนั้น ในการเลือกเพื่อนเข้ากลุ่ม ครูจะเป็นคนกำหนดเงื่อนไขให้ เพื่อแก้ปัญหา</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนให้ความสนใจกับสิ่งที่ครู จัดเตรียมมา โดยเฉพาะสื่อการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสัมผัส หรือจับต้องได้ จริง และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนให้ความร่วมมือเต็มที่กับกิจกรรมที่ ปฏิบัติ นักเรียนจะตื่นตัวมากกับกิจกรรมที่มีการเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์มาแลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อน</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5</b> ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะให้ความสนใจกับ กิจกรรมที่ครูจัดเตรียมให้ มีนักเรียนบางคนรอยยิ้ม สักถามครูว่า วันนี้จะมีกิจกรรม หรือเกมอะไรมาให้ทำบ้าง และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนสนุกสนานกับ การทำงานเป็นคู่ ทำงานเป็นกลุ่มมากกว่าการทำงานเป็นรายบุคคล เพราะนักเรียนได้ มีโอกาสสนุกสนาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ รอบห้อง</p>
สรุปผล การ สัมภาษณ์	<p>สภาพบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนจะตั้งใจฟังครูอธิบาย ร่วมตอบคำถาม สนุกและตื่นตัวกับกิจกรรมที่ครู จัดเตรียมให้ โดยเฉพาะสื่อการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถสัมผัส หรือจับต้องได้ จริง นักเรียนจะให้ความสนใจมาก แต่มีนักเรียนบางคนไม่สามารถตอบคำถาม เกี่ยวกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจใน ความหมายทางคณิตศาสตร์ของเรื่องนั้นๆ อย่างชัดเจน จึงไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ กับการตอบคำถามได้ และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน การทำกิจกรรมเป็นคู่ นักเรียนจะให้ความช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ให้คำอธิบายกับคู่เพื่อนที่ไม่เข้าใจใน เนื้อหานั้นๆ ส่วนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนจะสนุกสนาน ช่วยกันคิด โดยครู จะต้องกำหนดเงื่อนไขในการทำกิจกรรมกลุ่มให้ ชัดเจน ในช่วงแรกนักเรียนจะไม่ ยอมรับเพื่อนที่ไม่เก่งให้เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม แต่ช่วงหลังนักเรียนยอมรับเพื่อนทุกคน และสามารถทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี นักเรียนให้ความร่วมมือเต็มที่กับกิจกรรมที่ ปฏิบัติ นักเรียนจะตื่นตัวมากกับกิจกรรมที่มีการเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์มาแลกเปลี่ยน เรียนรู้กับเพื่อน</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	7. ท่านคิดว่านักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ตนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจและมีความหมายได้หรือไม่ อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1</b> นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงวิธีทำ และคิดคำนวณจากโจทย์ในหนังสือเรียนหรือแบบฝึกหัดได้ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะไม่สามารถบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนได้ ส่วนมากจำคำหรือประโยคที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา แล้วสรุปว่าเป็นวิธีการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2</b> นักเรียนส่วนมากไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้อย่างมีความหมาย เช่น เรื่องมุม นักเรียนเข้าใจลักษณะของมุมชนิดต่างๆ แต่เมื่อให้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนคิดไม่ออก จินตนาการไม่ได้ว่าสิ่งของใดที่มีลักษณะของมุมชนิดต่างๆ</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3</b> นักเรียนเรียนรู้หลักการทางคณิตศาสตร์จากเนื้อหาในบทเรียนหรือหนังสือ แบบจดจำเนื้อหา แต่เมื่อถามเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ นักเรียนส่วนมากไม่สามารถให้เหตุผลประกอบการนำไปใช้ได้</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปปรับกระบวนการคิดในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายเท่าที่ควร เช่น การคูณ <math>478 \times 24</math> นักเรียนบางคนจำหลักการคูณได้ว่า ต้องเติม 0 ในการนำ 2 ไปคูณกับ 478 แต่ไม่สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจนได้ว่าทำไมต้องเติม 0</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5</b> นักเรียนเรียนรู้แบบจดจำหลักการ นำไปใช้ได้ แต่ไม่สามารถบอก หรืออธิบายความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้ได้อย่างมีความหมาย เช่น การบวก การลบเศษส่วน นักเรียนสามารถบอกได้ว่า การบวกหรือการลบเศษส่วนต้องทำตัวส่วนให้เท่ากันก่อน แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมต้องทำตัวส่วนให้เท่ากัน</p>
สรุปผล การ สัมภาษณ์	นักเรียนยังไม่สามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้ตนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเข้าใจและมีความหมายได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนมีปัญหาทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดังนี้ นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงวิธีทำ และคิดคำนวณได้ดีเท่าที่ควร ส่วนมากจำคำหรือประโยคที่ปรากฏในโจทย์ปัญหา แล้วสรุปว่าเป็นวิธีการบวก การลบ การคูณหรือการหาร โดยไม่สามารถบอกเหตุผล

ประเด็น สัมภาษณ์	7. ท่านคิดว่านักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในการ ปรับกระบวนการคิด เชื่อมโยงหาวิธีการต่างๆ เพื่อทำให้ตนเรียนรู้คณิตศาสตร์ อย่างเข้าใจและมีความหมายได้หรือไม่ อย่างไร
สรุปผล การ สัมภาษณ์	ประกอบการนำใช้ได้ นักเรียนเรียนรู้หลักการทางคณิตศาสตร์จากเนื้อหาในบทเรียน หรือหนังสือ แบบจดจำเนื้อหา และนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีความหมาย
ประเด็น สัมภาษณ์	8. ท่านคิดว่านักเรียนนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนไปใช้ในการ แก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 1</b> นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร เรียนรู้แบบจำรูปแบบของประโยคโจทย์ปัญหา เช่น ทั้งหมด รวมต้องนำมาบวก, ต่างกัน มากกว่า น้อยกว่าต้องนำมาลบ เป็นต้น เมื่อ นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีโจทย์ปัญหาและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ หลากหลาย นักเรียนจะสับสนบ้าง เพราะนักเรียนยึดติดอยู่กับคำที่จะแสดงในโจทย์ ปัญหา</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 2</b> นักเรียนเรียนรู้ วิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตอบคำถาม ร่วมกันกับเพื่อนและครูในห้องเรียนได้ดี แต่เมื่อนักเรียนทำ แบบฝึกหัดด้วยตนเอง นักเรียนจะสับสนในการเลือกการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนบางคนยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาด้วยตนเองได้</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 3</b> นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ ง่ายๆ ได้ แต่เมื่อพบโจทย์ปัญหาที่ซับซ้อน หรือตัดแปลงจากหนังสือเรียนเล็กน้อย นักเรียนจะสับสน ไม่สามารถหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตนเอง ต้องให้ครูแนะนำ</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 4</b> นักเรียนเรียนรู้หลักการทางคณิตศาสตร์จากเนื้อหาใน บทเรียนหรือหนังสือ เมื่อถามการคิดแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนมากไม่สามารถวิเคราะห์ อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจนได้</p> <p><b>ครูผู้สอนคณิตศาสตร์คนที่ 5</b> เมื่อนักเรียนพบสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ นอกเหนือจากหนังสือเรียน นักเรียนจะใช้เวลาค่อนข้างนานในการวิเคราะห์ แก้โจทย์ ปัญหานั้นๆ ซึ่งนักเรียนบางคนก็ไม่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบได้ด้วยตนเอง ต้อง ถามเพื่อน หรือครู</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	8. ท่านคิดว่านักเรียนนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนไปใช้ในการ แก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร
สรุปผล การ สัมภาษณ์	นักเรียนยังไม่สามารถนำความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนไปใช้ในการแก้ปัญหา หาคำตอบทางคณิตศาสตร์ และใช้ในชีวิตประจำวันได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียน ยึดติดอยู่กับคำที่จะแสดงในโจทย์ปัญหา เช่น รวม ทั้งหมด นำมาบวก, น้อยกว่า แตกต่าง นำมาลบ แต่เมื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันมีโจทย์ปัญหาและ สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย นักเรียนจะสับสนในการเลือกการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนบางคนยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ด้วยตนเองได้ ต้องได้รับคำแนะนำจากเพื่อนหรือครู และนักเรียนส่วนมากไม่สามารถ วิเคราะห์ อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจนได้





**ประเด็นที่ 2** ครูใช้สื่อและเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาอะไรบ้างและใช้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 3** นักเรียนคิดว่าแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ประเด็นที่ 4** นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านใดเพิ่มขึ้นบ้าง อย่งไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

\*\*\*\*\*



ตารางที่ 35 ผลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

<p>ประเด็น สัมภาษณ์</p>	<p>1.ครูจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาอย่างไรบ้าง</p>
<p>ผลการ สัมภาษณ์</p>	<p>นักเรียนคนที่ 1 ครูอธิบายให้ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ แล้วยกตัวอย่างสิ่งของที่อยู่กับใกล้ตัวมาประกอบการอธิบาย มีกิจกรรมที่ทำทลายความสามารถของนักเรียน ให้ทำโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ไม่เครียด ครูอธิบายเนื้อหาทีละขั้นตอน ถ้าไม่เข้าใจครูจะอธิบายซ้ำๆ และให้ทำชิ้นงานที่นำความรู้ที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ได้จริง สำหรับแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงไป การสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไป และเห็นแนวทางการนำความรู้ไปใช้</p> <p>นักเรียนคนที่ 2 ครูอธิบายได้เข้าใจและชัดเจน สอนเป็นขั้นตอน มีกิจกรรมและเกมเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น มีช่วงแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ตนเองพบเจอในชีวิตประจำวัน มีการยกตัวอย่างที่เกี่ยวกับประสบการณ์ของตนเอง และครอบครัว ให้ประเมินผลในตอนสุดท้ายของแต่ละเนื้อหาด้วยการทำแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงเป็นการสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไป เป็นการทบทวนความรู้ที่ตนเองมี และการนำไปใช้ในชีวิตจริง</p> <p>นักเรียนคนที่ 3 ครูมีวิธีการสอนที่ทำให้นักเรียนสนุกสนานเพลิดเพลินไปกับการเรียนการสอน มีการทำบันทึกเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง เป็นการเตือนความจำและอธิบายการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น วิศวกรต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่แม่นยำ เป็นการฝึกความขยันในการเขียน อีกทั้งแสดงถึงองค์ความรู้ที่ตนเองได้รับหลังจากการเรียนรู้ได้แต่ละเรื่อง เป็นการฝึกความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน ครูฝึกให้นักเรียนฝึกการสังเกตการนำความรู้ไปใช้ ครูถามหลักการอยู่บ่อยๆ เพื่อให้ให้นักเรียนแม่นยำในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และฝึกคิดคำนวณซ้ำๆ เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่ว แม่นยำ</p>

<p>ประเด็น สัมภาษณ์</p>	<p>1.ครูจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้น ประถมศึกษาอย่างไรบ้าง</p>
<p>ผลการ สัมภาษณ์</p>	<p><b>นักเรียนคนที่ 4</b> ครูอธิบายเพื่อสร้างความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และฝึกฝน ด้วยกิจกรรม หรือเกมเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักเรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ ประสพการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และสามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองสร้างได้ ในการเรียนคณิตศาสตร์รู้สึกสนุกสนาน และมีความสุขกับการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ บางครั้งบางเนื้อหา ถ้ายังไม่ค่อยเข้าใจ ก็ไปศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต เช่น YouTube เป็นคลิปการสอน หนังสืออื่นๆ เป็นต้น</p> <p><b>นักเรียนคนที่ 5</b> ครูใช้เพลงให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน ครูใช้คลิปจากอินเทอร์เน็ตที่มีเนื้อหาเข้าใจง่าย ดูน่าสนใจ ครูให้ทำกิจกรรมหรือเกมที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่องเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาให้มากขึ้น ครูสอนให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหาและแก้ปัญหาคำตอบด้วยตนเอง เช่น ในเรื่อง เศษส่วน จะใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เป็นตัวนำในการสร้างและแก้โจทย์ปัญหา ถ้า บางเนื้อหาไม่เข้าใจได้ไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทางอินเทอร์เน็ตจากคลิปการสอน และให้ทำแบบบันทึกสู่ชีวิตจริงที่มีประโยชน์มาก เป็นการสรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียน ไปในแต่ละเนื้อหา และแนวทางในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้</p>
<p>สรุปผลการ สัมภาษณ์</p>	<p>ครูใช้เพลงให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน ใช้คลิปจากอินเทอร์เน็ตที่มี เนื้อหาเข้าใจง่าย ดูน่าสนใจ ครูสอนเป็นขั้นตอน ครูอธิบายให้ความรู้ทางด้าน คณิตศาสตร์อย่างชัดเจน แล้วยกตัวอย่างสิ่งของที่อยู่กับตัวที่สามารถเห็นเป็นภาพได้ ชัดมาประกอบการอธิบาย มีกิจกรรมและเกมเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ฝึกการคำนวณ นักเรียนสามารถ สร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเองจากสถานการณ์ ประสพการณ์ที่พบ เจอในชีวิตประจำวัน และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองสร้างได้ โดยให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้โจทย์ปัญหา และให้ทำชิ้นงานที่นำความรู้ที่ เรียนมาไปประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งนักเรียนสามารถไปศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต หรือหนังสืออื่นๆ ตอนสุดท้ายของการ</p>

ประเด็น สัมภาษณ์	1.ครูจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้น ประถมศึกษาอย่างไรบ้าง
สรุปผลการ สัมภาษณ์	จัดการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหา ครูจะให้ทำแบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงเป็นการสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไป และเขียนแนวทางการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้
ประเด็น สัมภาษณ์	2.ครูใช้สื่อและเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้น ประถมศึกษาอะไรบ้างและใช้อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p>นักเรียนคนที่ 1 สอนโดยใช้คลิป วิดีโอจากอินเทอร์เน็ต มีเกมถามตอบอย่างรวดเร็ว ฝึกความชำนาญ สื่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นภาพได้ชัดเจน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น เช่น เรื่องเศษส่วนที่เท่ากัน ครูนำสื่ออุปกรณ์ที่มองเห็น เปรียบเทียบได้ชัดเจนมาประกอบการอธิบาย ครูใช้คลิปการสอนเป็นเพลง เป็นหลักการ มีเนื้อหาที่น่าสนใจ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น รู้สึกสนุกสนานกับการเรียน</p> <p>นักเรียนคนที่ 2 ใช้เครื่องมือสื่ออุปกรณ์ที่จับต้องได้จริงมาใช้ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ มองเห็นภาพจริงไม่ใช่ในจินตนาการ</p> <p>นักเรียนคนที่ 3 ใช้เครื่องมือสื่ออุปกรณ์ที่นักเรียนสามารถสร้างทำได้ด้วยตนเอง ใช้เพลงที่ครูสร้างขึ้น สร้างความสนใจให้กับนักเรียน ใช้คลิปการเรียนการสอนที่น่าสนใจ มีการ์ตูน สีสดใสสวยงาม</p> <p>นักเรียนคนที่ 4 ครูใช้สื่ออุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น ใช้สื่อที่สามารถจับต้องได้ ใช้สื่อที่เป็นคลิป ซึ่งสื่อมีตัวอักษร มีเสียง มีสีสันที่น่าสนใจ ใช้กิจกรรมและเกมที่หลากหลาย ตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน</p> <p>นักเรียนคนที่ 5 ครูใช้คลิปจากอินเทอร์เน็ต มีเสียงบรรยายและภาพที่น่าสนใจ ใช้สื่อที่สามารถจับ สัมผัสได้ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำสื่อ แล้วมานำเสนอให้เพื่อนๆ ดู เช่น การสร้างแผนภูมิแท่งที่แสดงข้อมูลของนักเรียนทั้งห้องเป็นรายกลุ่ม</p>
สรุปผลการ สัมภาษณ์	ครูใช้สื่ออุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น ใช้สื่อที่สามารถจับต้องได้ ใช้สื่อที่เป็นคลิปจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งสื่อมีตัวอักษร มีเสียง มีสีสันที่น่าสนใจ ใช้กิจกรรม เกมและเพลงที่หลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่เรียน ให้นักเรียนสร้างสื่ออุปกรณ์ที่ทำได้ด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ประเด็น สัมภาษณ์	3. นักเรียนคิดว่าแบบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	นักเรียนคนที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่ดัดแปลงมาจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เน้นการให้เหตุผลว่าทำไมถึงตอบแบบนี้ ให้เขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีทำ เพื่อแสดงการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	นักเรียนคนที่ 2 เป็นแบบทดสอบที่ฝึกให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง การตอบคำถามของโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์รองรับเสมอ
	นักเรียนคนที่ 3 เป็นแบบทดสอบที่ฝึกใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดคำนวณ การแก้โจทย์ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง
	นักเรียนคนที่ 4 เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริง สามารถนำไปใช้ได้จริง และสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการหาคำตอบในแต่ละข้อ
	นักเรียนคนที่ 5 เป็นแบบทดสอบที่ฝึกการคิดหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเป็นโจทย์หรือสถานการณ์ที่สามารถพบเจอได้ในชีวิตจริง
สรุปผลการ สัมภาษณ์	เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ฝึกใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดคำนวณ การแก้โจทย์ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งนักเรียนต้องใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์แต่ละเนื้อหาในการทำแบบทดสอบ
ประเด็น สัมภาษณ์	4. นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านใดเพิ่มขึ้นบ้าง อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	นักเรียนคนที่ 1 ทำให้เป็นคนมีเหตุผลในการคิด สามารถสร้างโจทย์ปัญหาด้วยตนเอง และแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มี
	นักเรียนคนที่ 2 เรียนรู้สัญลักษณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมมากขึ้น ฝึกการคิดคำนวณ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และฝึกความสามัคคี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ประเด็น สัมภาษณ์	4. นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านใดเพิ่มขึ้นบ้าง อย่างไร
ผลการ สัมภาษณ์	<p><b>นักเรียนคนที่ 3</b> สามารถต่อยอดความรู้จากองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มี มีความคิดที่หลากหลาย สามารถคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้คล่องแคล่วมากขึ้น สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหามathematics</p> <p><b>นักเรียนคนที่ 4</b> สามารถอธิบายคำตอบ หรือวิธีการแก้โจทย์ปัญหามathematics โดยใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาอธิบายประกอบ สามารถคิดคำนวณหาคำตอบของโจทย์ปัญหามathematics ได้ถูกต้องมากขึ้น แต่บางครั้งก็ทำผิด เพราะไม่รอบคอบ</p> <p><b>นักเรียนคนที่ 5</b> มีความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น การคิดคำนวณสามารถหาคำตอบได้รวดเร็วมากขึ้น แต่บางครั้งผิดพลาดเพราะลืมหาคำตอบ โจทย์ปัญหามathematics ได้ดีขึ้น เพราะสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้ และโจทย์ต้องการอะไร โดยบอกเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหามathematics</p>
สรุปผลการ สัมภาษณ์	มีความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น เรียนรู้สัญลักษณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมมากขึ้น สามารถคิดคำนวณหาคำตอบได้รวดเร็วมากขึ้น สามารถต่อยอดความรู้จากองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มี ทำให้มีความคิดที่หลากหลาย สามารถแก้โจทย์ปัญหาและคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้คล่องแคล่วมากขึ้น สามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหามathematics





**แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มขยายผล**  
**รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism**  
**เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา**

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง**

1. แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ข้อมูลเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของปริญญาโทระดับปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร

2. ความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ถือเป็นความลับ ผู้วิจัยจะไม่นำไปเปิดเผยในที่ใดๆ จะใช้เป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

**ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์**

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....  
 ตำแหน่ง.....  
 วุฒิการศึกษา.....  
 สถานที่ทำงาน.....  
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....น.  
 สถานที่สัมภาษณ์.....

**ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism**

**เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา**

**ประเด็นการสัมภาษณ์**

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
<b>ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)</b>	
1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วีดิทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่อง ที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้ นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน	..... ..... ..... .....





กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทาง คณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม คณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็น รายการ รายการกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่ม ความสามารถทางคณิตศาสตร์	..... ..... ..... ..... ..... .....
<b>ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience: C)</b>	
7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่ นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาและ คำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดย ตรวจสอบ ความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการ เรียนรู้ที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet)	..... ..... ..... ..... ..... .....
<b>ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b>	
8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และ การนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงด้าน การคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้องค์ความรู้เดิม ผสมผสานสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่มีความ ชัดเจนด้วยความเข้าใจกระจ่างแจ้งจาก กิจกรรมหรือประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/ เรียนรู้ไป	..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....

**ตารางที่ 36** ผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ขยายผลรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism (JOICE Model) เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
<p><b>ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อมอย่างสนุกสนาน (Joyful Preparation: J)</b></p> <p>1) ครูใช้สื่อการเรียนรู้จากสื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลง หรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอยู่บนอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างสนุกสนาน</p> <p>2) ครูตั้งคำถาม ถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสื่อเหล่านั้น</p>	<p>1) การใช้สื่อทำมือ วิดีทัศน์ เพลงหรือบทเรียนทางคณิตศาสตร์ในการเตรียมความพร้อมของนักเรียน นักเรียนให้ความสนใจ ตื่นเต้นกับสื่อที่ครูเตรียมมาให้ ซึ่งสื่อเนื้อหาที่ใช้รูปภาพในการสื่อความหมาย มีสีสันสวยงาม มีตัวการ์ตูนน่ารักกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนสนุกกับสื่อและอยากที่จะเรียนรู้คณิตศาสตร์</p> <p>2) การตั้งคำถามถามนักเรียนทำให้นักเรียนตื่นตัวตลอดเวลา อยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้</p>
<p><b>ขั้นที่ 2 การทำความรู้ให้ชัดเจน (Obvious Knowledge: O)</b></p> <p>3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนเปรียบเทียบหาลักษณะที่เหมือนกันและลักษณะที่ต่างกัน เพื่อนำไปสู่สมโนทัศน์ (ความคิดรวบยอด) หรือคำจำกัดความของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์นั้นๆ</p> <p>4) ครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มี พร้อมทั้งให้เหตุผลทาง</p>	<p>3) ครูกำหนด 2 กลุ่มสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน นักเรียนมีความท้าทายและแข่งขันกัน ตอบลักษณะที่เหมือนกัน/ลักษณะที่แตกต่างกัน นักเรียนก็ช่วยกันตอบเป็นอย่างดี ซึ่งครูจะคอยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนคิด แสดงเหตุผล หรือแสดงองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้มา ประกอบการอธิบายจนนักเรียนสามารถสรุปเป็นความรู้ใหม่ตามเนื้อหานั้นๆ ได้ด้วยตนเอง นักเรียนแสดงความรู้สึกลึกซึ้งใจเป็นอย่างมาก</p> <p>4) เมื่อครูกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาในแต่ละเรื่องนั้น โดยปัญหาหรือสถานการณ์จะเป็นเรื่องราวที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
คณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหา	<p>นักเรียนแต่ละคนช่วยกันสร้างสถานการณ์หรือปัญหาทางที่ตนเองได้พบเห็นในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนสนใจที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้คำตอบ โดยนักเรียนใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์(มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์) มาดำเนินการแก้ปัญหามีขั้นตอนได้แก่ การวิเคราะห์โจทย์ปัญหา(โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการหาอะไร) การเลือกใช้ความรู้ หรือ องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการหาคำตอบ และนักเรียนสามารถอธิบายหรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนได้ค่อนข้างชัดเจน เช่น การหาความแตกต่างของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กับประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มาใช้สิทธิ์เลือกตั้งประธานนักเรียนปีการศึกษา 2559 โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง : จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และประถมศึกษาปีที่ 6 โจทย์ต้องการหาอะไร : ความแตกต่างของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1กับประถมศึกษาปีที่ 6 วิเคราะห์โจทย์ : การหาความแตกต่างของจำนวนสองจำนวนใช้วิธีการลบ ซึ่งการลบจะต้องนำจำนวนที่มีค่ามากเป็นตัวตั้ง</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
<p><b>ขั้นที่ 3 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย (Infinite Activities: I)</b></p> <p>5) นักเรียนฝึกสร้างปัญหา และแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบ</p> <p>6) นักเรียนฝึกฝนความสามารถทางคณิตศาสตร์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เล่นเกมคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือเกมที่แข่งขันอาจจัดเป็นรายคู่ รายกลุ่ม หรือเล่นสนุกๆ เพื่อเพิ่มความสามารถทางคณิตศาสตร์</p>	<p>5) นักเรียนให้ความร่วมมือในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปเป็นอย่างดี เป็นโจทย์ที่มีลักษณะเรื่องราวที่ใกล้ตัวนักเรียน จึงเป็นการท้าทายให้นักเรียนต้องการที่จะหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ และเขียนอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการหาคำตอบได้ชัดเจน</p> <p>6) นักเรียนส่วนมากให้ความสนใจ ตื่นเต้นกับกิจกรรมหรือเกมทางคณิตศาสตร์ที่ครูได้จัดเตรียมมา จะฝึกฝนให้นักเรียนเกิดความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้าน การมีมติเห็นทางคณิตศาสตร์ การคิดคำนวณ การแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร่วมกิจกรรมหรือเกมอย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน ซึ่งบางกิจกรรมหรือบางเกมมีนักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจ เพื่อนที่เล่นด้วยกันจะคอยให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนเกิดความเข้าใจและเล่นร่วมกับเพื่อนได้อย่างสนุกสนาน ในแต่ละกิจกรรมหรือเกม</p>
<p><b>ขั้นที่ 4 การตรวจสอบประสบการณ์การเรียนรู้ (Check Learning Experience : C)</b></p> <p>7) นักเรียนกำหนดปัญหา สถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง หรือเกิดจากประสบการณ์ที่นักเรียนเคยเผชิญมา มาแก้ปัญหาคำถามและคำนวณหาคำตอบของปัญหา ที่กำหนด โดยตรวจสอบความถูกต้องจากเพื่อน สื่อจัดการเรียนรู้ที่อยู่</p>	<p>7) นักเรียนสร้างเรื่องราวของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันของนักเรียน จากประสบการณ์ใกล้ตัวนักเรียน และจากประสบการณ์ของครอบครัวนักเรียน ทำให้นักเรียนตื่นเต้นกับการดำเนินการแก้ปัญหามาเพื่อให้ได้คำตอบ นักเรียนพยายามใช้องค์ความรู้ที่ได้เรียนมาในการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบการแก้ปัญหาคำถาม ซึ่งนักเรียนบางคนสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p>

กระบวนการจัดการเรียนรู้	ผลการสัมภาษณ์
บนอินเทอร์เน็ต (Internet) หรือผู้รู้	แล้วสับสน จึงต้องให้ครูแนะนำเพิ่มเติม หรือบางคนไปหาข้อมูลเพิ่มเติมที่จะช่วยแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากอินเทอร์เน็ต หนังสืออื่นๆ เป็นต้น
<p><b>ขั้นที่ 5 การประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluate Learning: E)</b></p> <p>8) นักเรียนทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง เพื่อประเมินองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ใน ชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ องค์ความรู้เดิมผสมผสานสรุปเป็น องค์ความรู้ใหม่ที่มีความชัดเจนด้วยความ เข้าใจกระจ่างแจ้งจากกิจกรรมหรือ ประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ/เรียนรู้ไป</p>	<p>8) นักเรียนพยายามเขียนบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง ในแต่ละเนื้อหา โดยเขียนอธิบายความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ตนเองได้เรียนรู้ให้ได้ครบถ้วนที่สุด นักเรียนแต่ละคนเขียนอธิบายในรูปแบบที่ หลากหลาย มีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น เขียนเป็น Mind Mapping เขียนเป็นคำบรรยาย เขียนโดยใช้ รูปภาพประกอบ และเขียนยกตัวอย่างการนำ องค์ความรู้ที่ตนเองได้รับไปใช้ใน สถานการณ์ในชีวิตจริงด้านการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา และการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์</p>







ภาคผนวก ง

ผลการหาประสิทธิภาพ (E1 / E2) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism  
เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา

ตารางที่ 37 ผลการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/ E_2$ ) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) กับกลุ่มทดลองใช้รูปแบบ (Field Tryout) ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนา (Design & Development)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน(20)	คนที่	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน(20)	คะแนนหลังเรียน(20)	
	หมู่(20)	สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น(20)	การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน(20)			หมู่(20)	สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น(20)	การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน(20)			
1	14	15	16	15	16	21	18	17	16	17	16
2	14	13	16	14	14	22	15	15	17	16	16
3	10	12	12	11	11	23	18	17	16	17	16
4	14	17	14	15	15	24	18	14	18	17	17
5	13	16	12	14	14	25	19	17	18	18	17
6	15	14	16	15	16	26	15	15	13	14	16
7	19	15	16	17	17	27	12	15	14	14	16
8	12	16	16	15	16	28	17	16	14	16	17
9	16	14	17	16	16	29	15	14	18	16	16
10	15	17	16	16	16	30	14	15	19	16	17
11	18	14	17	16	17	31	17	15	18	17	16
12	16	14	17	16	17	32	18	19	16	18	17
13	13	16	15	15	16	33	17	18	17	17	17
14	14	17	14	15	15	34	15	19	17	17	18
15	15	17	16	16	17	35	17	18	18	18	14
16	14	18	15	16	18	36	14	17	15	15	16
17	19	18	17	18	18	37	15	17	15	16	17
18	18	17	18	18	19	38	18	19	17	18	17
19	16	15	19	17	17	39	18	17	17	17	17
20	16	15	18	16	16	40	15	16	15	15	16

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ
$E_1$	20	16.00	80.00	$E_1/E_2$
$E_2$	20	16.25	81.25	80.00/81.25



ตารางที่ 38 ผลการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/ E_2$ ) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา (JOICE Model) กับกลุ่มตัวอย่างการวิจัยในขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation)

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน(20)	คะแนนหลังเรียน(20)	คนที่	คะแนนระหว่างเรียน			คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน(20)	คะแนนหลังเรียน(20)
	มุม(20)	สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น(20)	การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน(20)				มุม(20)	สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น(20)	การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน(20)		
1	15	13	16	15	16	21	17	18	17	17	16
2	14	13	15	14	14	22	15	17	16	16	16
3	12	10	11	11	11	23	18	17	16	17	17
4	16	13	15	15	15	24	18	16	17	17	18
5	12	15	14	14	14	25	19	18	19	18	18
6	14	16	15	15	16	26	14	16	13	14	16
7	17	18	16	17	17	27	16	15	17	16	17
8	14	15	15	15	16	28	15	17	15	16	18
9	14	17	16	16	16	29	16	18	17	17	17
10	16	15	17	16	16	30	15	16	17	16	17
11	18	15	16	16	17	31	18	18	16	17	17
12	15	14	19	16	17	32	17	15	17	16	17
13	15	15	15	15	16	33	18	15	17	17	18
14	13	16	15	15	15	34	19	15	17	17	18
15	15	17	15	16	17	35	18	19	17	18	19
16	16	15	15	16	18	36	14	15	16	15	16
17	16	19	16	18	18	37	17	15	16	16	17
18	17	19	18	18	19	38	18	18	19	18	19
19	16	15	19	17	17	39	17	18	16	17	18
20	16	17	15	16	17	40	14	15	16	15	16

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ
$E_1$	20	16.03	80.13	$E_1/E_2$
$E_2$	20	16.68	83.38	80.13/83.38







แผนภาพที่ 22 การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในชั้นเรียน

เรื่อง มุม



เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น



เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน



### แผนภาพที่ 23 การทำบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง



### เรื่อง มุม

**แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการเรียนรู้นักคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่อง  
วันที่ 23 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559  
หน่วยการเรียนรู้ มุม เรื่อง วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

**นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่อะไรบ้าง**

- วางเลข 3 ตามจุดยอดมุม
- วางเลข 0 ใต้ตรงกึ่ง ข้างของมุม
- เขียนเลข 0 ใต้ที่อีกแขนของมุม

**นักเรียนจะนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร**

ใช้สร้างสิ่งของต่างๆ      ไรแทนไม้ท่อนหรือกระดาษ แบบตามจริง

ผลการประเมินนักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ต่ำมาก    ต่ำ    ปานกลาง    พอใช้    ปรียบปรุง

ลงชื่อ อนุวิไล ครูผู้สอน

---

**แบบบันทึกการเรียนรู้สู่ชีวิตจริง**

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการเรียนรู้นักคณิตศาสตร์ในแต่ละเรื่อง  
วันที่ 27 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559  
หน่วยการเรียนรู้ มุม เรื่อง วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

**นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่อะไรบ้าง**

- วางจุดศูนย์กลางของโคมไฟหรือหลอดตาม
- ตั้งเลข 0 ใต้แขนของมุม และอยู่กึ่งกลาง
- แล้ววัดจากเลข 0 ไปที่ปลายเข็ม แล้วขีดเส้น

**นักเรียนจะนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร**

ใช้สร้างสิ่งของต่างๆ      ใช้ออกแบบสิ่งของต่างๆ

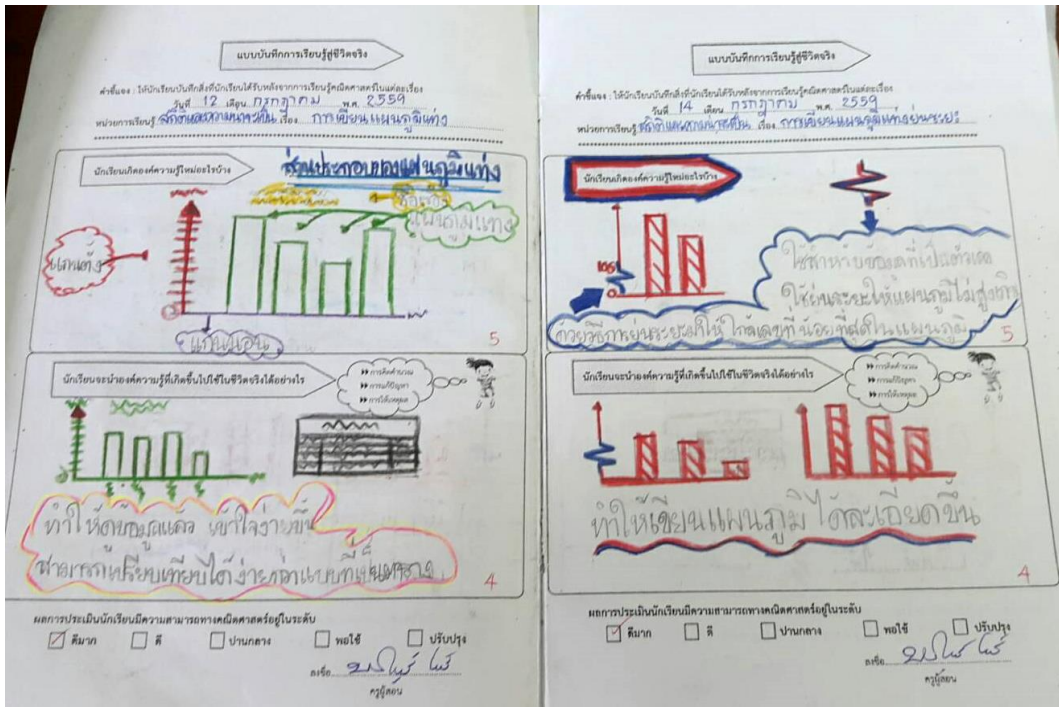
ผลการประเมินนักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ

ต่ำมาก    ต่ำ    ปานกลาง    พอใช้    ปรียบปรุง

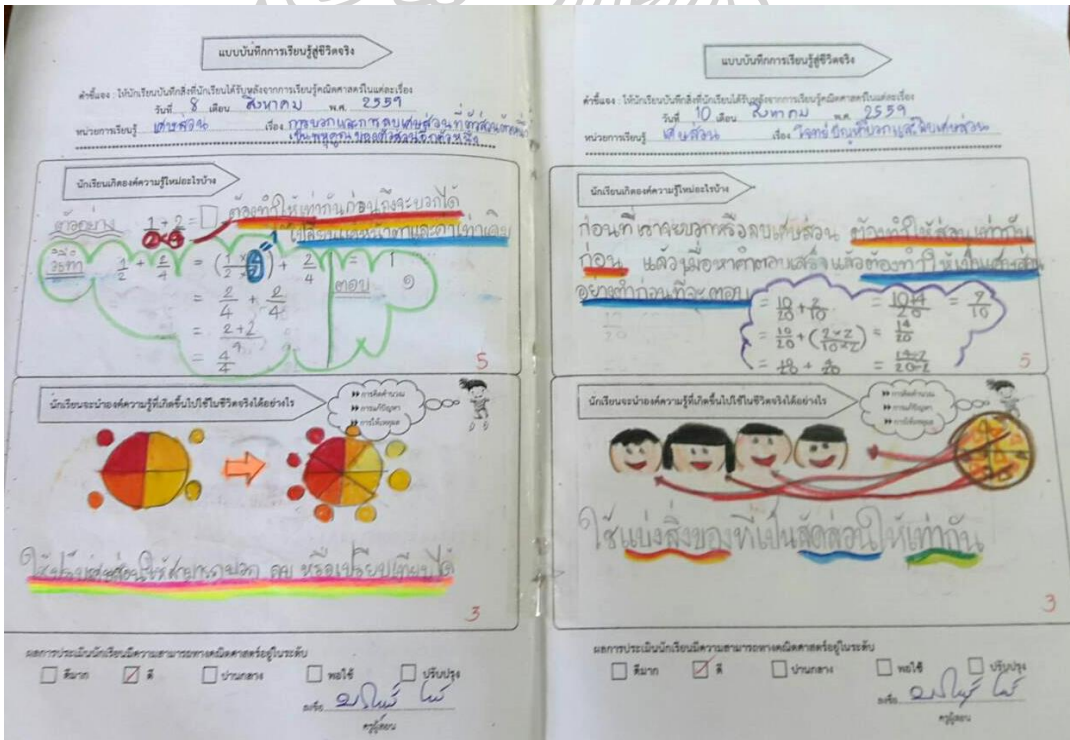
ลงชื่อ อนุวิไล ครูผู้สอน



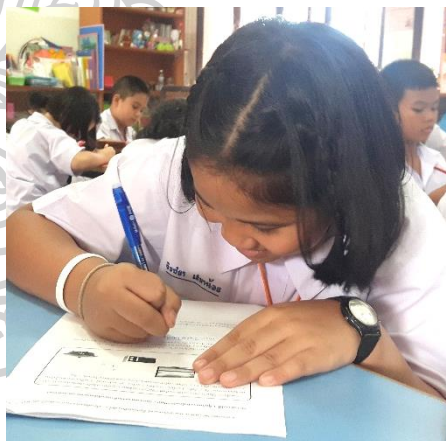
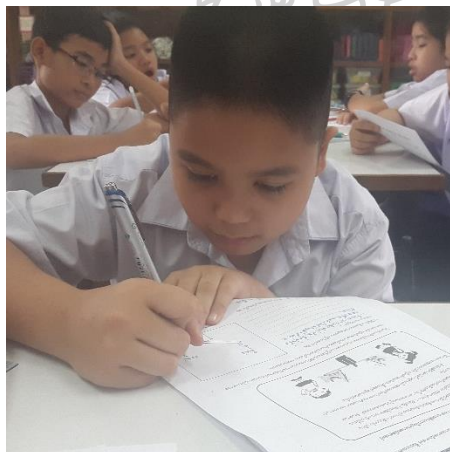
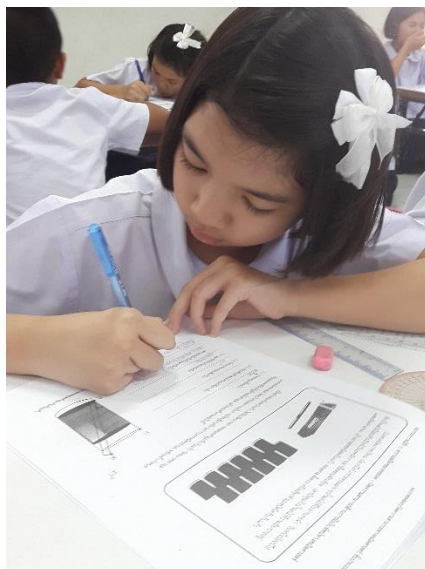
เรื่อง สถิติและความน่าจะเป็นเบื้องต้น



เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน



แผนภาพที่ 24 การทดสอบหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในชั้นเรียน



## รายการอ้างอิง

- (NCTM), N. C. o. T. o. M. (2000). *Principles and Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Adams, S. (1977). *Teaching Mathematics*. New York: Harper & Raw.
- Arends, R. I. (1998). *Learning to teach*. Singapore: McGraw-Hill.
- Ausubel, D. P. (1969). Some Psychological and Education Limitations of Learning by Discovery. In *Reading in Science Education for the Secondary School*, 97-113.
- Bell, F. H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics in Secondary School*. Dubuque, Iowa: WM.C. Brown Company Publishers
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington DC: ASCD.
- Biggs, J. B. (2003). *Teaching of Quality Learning at University*. Maidenhead: Open University Press.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning*. New York: Academic Press.
- Bradley, G. (1995). *Problem Solving with Creative Mathematics*. California: Book/Cole Publishing.
- Bridges, E. M. (1992). *Problem - Based Learning for Administrators*. Eugeng: ERIC Clearinghouse on Educational Management.
- Brooks, J. G. (1990). Teachers and Students: Constructivists Forging New Connections. *Educational Leadership*, 47(5), 68–71.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. (1993). *In Search of Understanding: The case for constructivist classrooms*. Virginia: ASCD.
- Brown, J. W., Lewis, R. B., & Harclerod, F. F. (1985). *AV Instruction: Technology, Media and Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Bruner, J. S. (1963). *The Process of Education*. New York: Harvard University Press Vintage.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J., & Austin, G. A. (1957). *A Study of Thinking*. New York John, Wiley and Sons, Inc.



- Carin, A. A. (1992). *Teaching science through discovery*. Columbus: Macmillan.
- Carter, V. G. (1959). Attitude. from <http://www.novabizz.Ace/Attitude.htm>
- Cast. (2008). *Universal Design for Learning*. MA: CAST Professional Publishing.
- Cockburn, A., & Littler, G. H. (2010). The Upper Students Conceptions and Misconceptions About Photosynthesis in Khon Kaen. *SEAMEORECSAM*, 84(4)(February), 3-6.
- Confrey, J. (1991). *Learning to listen; a student's understanding of powers of ten : dans Radical constructivism in Mathematics Education*. Netherlands: Kluwer Academic.
- Cooney, T. J., Davis, E. J., & Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- De Cecco, J. P. (1968). *The Psychology of Learning and Instruction : Educational Psychology Englewood*: Pentice – Hall.
- Devrics, R., & Zan, B. Study compares teachers and classroom atmospheres. *The Constructivist* 6, Spring 1992, 925-927.
- Dossey, J., et al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Driver, R. B. (1986). Students thinking and the learning of science : A Constructivist View *The School Science* 67, 443-456.
- Fruyer, D., Frederick, W. C., & Klausmeier, H. J. (1969). *A Schema for Testing the Level of Cognitive Mastery*. Madison, WI: Wisconsin Center for Education Research.
- Gagne, R. M. (1970). *The Conditional of Learning*. New York: Holt Rinehart and Winstin.
- Gagne, R. M., & Briggs, L. J. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gardner, H. (1983). Theory of Multiple Intelligences. from [Run.ku.ac.th/~g521460099/files/ทฤษฎีการเรียนรู้พหุปัญญา.doc](http://Run.ku.ac.th/~g521460099/files/ทฤษฎีการเรียนรู้พหุปัญญา.doc).
- Gerlach, V. S., & Ely, D. P. (1980). *Teaching and media: A systematic approach*. NJ: Prentice Hall.
- Glasser, W. (1998). *Choice Theory: A New Psychology of Personal Freedom*. New York: Harper.



- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: Teacher College Press.
- Grady, J. B. (2008). Authentic Assessment and Task: Helping Students Demonstrate Their Abilities NASSP Bulletin. from <http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/login/jhtml>
- Greenwood, J. J. (1993). On the Nature of Teaching and Assessing. (November), 144–152.
- Hannafin, M. J., & Peck, K. L. (1988). *The design, development, and evaluation of Instruction software*. New York: Macmillan.
- Jonassen, D. H. (1992). Evaluating constructivist learning. *In constructivism and technology of instruction*, 55-62.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (1996). *Model of Teaching*. London: Allyn and Bacon.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Model of teaching*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kemp, J. E. (1985). *The instructional design process*. New York: Harper and Row.
- Kennedy, L. M., & Steve, T. (1994). *Guiding Children Learning of Mathematics*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Kenneth, J. S. (2012). Instructional Design Theory. from <http://www.ic.arizona.edu/ic/edp511/isd1/html>
- Klausmeier, H. J. (1985). *Education psychology*. New York: Harper and Row.
- Klausmeier, H. J., & Ripple, R. E. (1971). *Learning and Human Abilities*. New York: Harper & Row, Publishers, Inc.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem solving in School Mathematics: National Council of Teacher of Mathematics, 1980 Year Book*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Krulik, S., & Rudnick, A. J. (1993). *Reasoning and Problem Solving: A Handbook for elementary school teachers*. USA: Allyn and Bacon A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Marsh, C. J. (2007). Outside-in curriculum development: Promises and problems. *British Journal of Educational Studies*, 32, 18–26.
- Montague, M., & Applegate, B. (1996). Cognition, Perception and Mathematical Problem Solving. *Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, April*.

- O'Daffer, P. G., & Thornquist, B. A. (1993). *Critical Thinking, Mathematical Reasoning and proof, In Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (1993). *Curriculum-Foundations, Principles, and Issues*. Boston: USA.
- Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday and Company Garden City.
- Polya, G. (1985). *How to Solve It*. New York: Pricaton University Press.
- Reigeluth, C. M. (1997). *Instructional Theory Practitioner Needs and New Directions: Some Reflections: Educational Technology*.
- Reiser, R. A., & Dick, W. (1996). *Instructional Planning*. Boston: Allyn and Bacon.
- Sarver, M. E. (2009). Metacognition and Mathematical Problem Solving: Case Studies of Six Seventh-Grade Students. from <http://proquest.umi.com/pqdweb>
- Saylor. (1981). *Curriculum Planning for Better Teaching and Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Schmidt, D. L. (2001). *The Effect of Instructional Approaches for Teaching Computational Skills on Student Achievement a Measured by the Florida Comprehensive Achievement Test (FACT)*. Florida.
- Seels, B., & Glasgow, Z. (1990). *Exercises in instructional Technology*. Columbus OH: Merrill Publishing Co.
- Smith, B. A. (1997). *A Meta – Analysis of Outcomes from the Use of Calculators in Mathematics Education*.
- Son, J.-W., & Senk, S. L. (2010). How Reform Curricula in the USA and Korea Present Multiplication and Division of Fraction. *Education Students in Mathematics*, 74(2), 117-142.
- Steedman, P. H. (1991). There is no more safty in numbers: a new conception of Mathematics teaching. *Radica constructivism in Mathematics education*, 1-11.
- Tripp, S., & Bichelmeyer, B. (1990). Rapid Prototyping: An Alternative Instructional Design Strategy. *Educational Technology Research and Development*, 38(1), 31-44.
- Underhill, R. G. (1991). Two layers of constructivist curriculum interaction. *Radical constructivism in mathematics education*, 229-248.

- Usiskin, Z. (2001). Document for Conference Titled ,Trends in Mathematics Education. *Trends in Mathematics Education*(Dec 13), 14-20.
- Vygotsky, L. S. (1997). *Education psychology*. Florida: CRC Press LLC.
- Walder, R. H. (1997). *Common Core Computational Skills Used by Manufacturing Technicians in West Central Ohio (Mathematics)*.
- Wilson, G. (1997). Thoughts on Theory in Educational Technology Educational Technology. 37(1), 22-27.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics In Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. U.S.A.: McGraw-Hill.
- กนกวลี อุษณกรกุล. (2551). คู่มือเตรียมสอบ คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิตการพิมพ์.
- กรมวิชาการ. (2545 ). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 : คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2533). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิตติมา ปัทมาวิไล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างทักษะการให้เหตุผล การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสาร *Veridian E-Journal* ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 9(3)(กันยายน – ธันวาคม), 377-391.
- กุลนิดา วรสารนันท์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ค.ม.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). การคิดเชิงสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- จักรพันธ์ ชาญสมร. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ นเรศวรวิจัย 12.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2545). การพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- ชมนาด เชื้อสุวรรณทิว. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2539). เอกสารประกอบการสอน การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (*Mathematics Activities in Schools*). กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาค่ายคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ณัฐภูมิปัญชา พิษญาชมชื่น. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร *Veridian E-Journal* ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ 8(2)(พฤษภาคม-สิงหาคม), 76-91.
- ดนุ จีระเดชากุล. (2541). นันทนาการสำหรับเด็ก. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ดวงเดือน พันธมนาวิน. (2528). จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทิตินา แคมมณี. (2545). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2547). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ทิตินา แคมมณี. (2555). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย ชิวปรีชา และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2529). เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 3. กรุงเทพฯ: นักร้องการพิมพ์.
- ธัญสินี ฐานา. (2546). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องทักษะการคิดคำนวณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์. (2535). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติสำหรับครูวิชาอาชีพ. (ศศ.ด.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นาคยา ปิสนันธนา. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่คือ.
- นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์. (2553). ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- บริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ. (2554). ผลการใช้ชุดกิจกรรมชุมชนคณิตศาสตร์โดยใช้เกมผ่านการละเล่นไทย เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). พัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). การเรียนรู้แบบการสร้างความคิดรวบยอด. วารสารประชาศึกษา, 31 (กุมภาพันธ์ 2523), 6-17.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรุ่งนี้.
- ประยูร อาษานาม. (2537). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ประกายพริก.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2533). รายงานการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการฝึก. มหาสารคาม: โรงพิมพ์อภิชาติ.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประมวลสาระัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปรียาพร วงศ์อนุการโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี.
- ปิยวรรณ ไกรนรา. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2โรงเรียนบ้านกาลิซา อำเภอระแงะ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชวาส เขต 3. วารสารมหาวิทยาลัยราชวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 1(1), 55-66.
- พรธิดา สุขกรม. (2557). การศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 และเขต 2. (ค.ม.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- พรรณณี ชูทัย เจนจิต. (2528). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: วราวุฒิกิจการพิมพ์.
- พรรณณี ชูทัย เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: คอมแพคพริ้นท์.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร. (2553). คู่มือคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.



- พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2555). คู่มือปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้สู่ห้องเรียน  
คุณภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน  
สอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสาร  
อิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 9(3), 16-30.
- พีระพงษ์ บุญศิริ. (2539). เกม GAMES. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เพ็ญจันทร์ เจียบประเสริฐ. (2542). คณิตศาสตร์สำหรับเด็กปฐมวัย. ภูเก็ต: สถาบันราชภัฏภูเก็ต.  
ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิธีวิจัยทางการศึกษา. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มาลินี จุฑารพ. (2537). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: อักษราพิพัฒน์.
- เมธี ลิ้มอักษร. (2521). คณิตศาสตร์เบื้องต้น. สงขลา: ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ยุพิน พิพิธกุล. (2536). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- วชิราภรณ์ ชำนิ. (2555). ผลของการใช้แบบฝึกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
เรื่อง โจทย์สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรี  
นครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2532). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู.  
กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.
- วาสนา ภูมิ. (2555). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(*Problem-Based Learning*) เรื่อง  
อัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ  
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)),  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- วิจารณ์ พานิช. (2556). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง. กรุงเทพฯ: เอสอาร์พรีนติ้งแมสโปรดักส์  
จำกัด.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศุภกิจ เฉลิมวิสต์มกุล. (2528). หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4 ภาคเรียนที่ 1. กรุงเทพฯ: แม็ค.  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2534). ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย.  
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.

กรุงเทพฯ: ส. เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). สรุปผลการวิจัย PISA 2015 วิทยาศาสตร์  
การอ่าน และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ (กศ.ด. ), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมทรง สุพานิช. (2546). พฤติกรรมการสอนคณิตระดับประถมศึกษา. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม: คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมวงศ์ แปลงประสพโชคและคณะ. (2543). ค่ายคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

สมัย เหล่าวานิชย์. (2554). *Hi-ED Mathematics* คณิตศาสตร์ ม.4-6 เล่ม 1 รายวิชาพื้นฐานและ  
เพิ่มเติม. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิง.

สรศักดิ์ แพรดำ. (2544). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏ  
อุบลราชธานี.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). แนวทางการปฏิรูปการศึกษาระดับอุดมศึกษาตาม  
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: วีทีซีคอมมิวนิเคชั่น.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). แนวทางการบริหารจัดการหลักสูตรตามหลักสูตร  
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่ง  
ประเทศไทย.

สิริพร ทิพย์คง. (2536). เอกสารคำสอนวิชา 158522 ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:  
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเทพ อ่วมเจริญ. (2555). การพัฒนาหลักสูตร:ทฤษฎีและการปฏิบัติ. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุเทพ อ่วมเจริญ. (2557). การเรียนการสอน:การออกแบบนวัตกรรมและเทคโนโลยี. นครปฐม: คณะ  
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุนทร สุนันชัย. (2540). รากฐานและวิธีการของนิรมตินิยม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เนติกุลการพิมพ์.

สุภาพร ปิ่นทอง. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ  
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3ที่ได้รับการสอนโดยใช้  
รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. (กศ.ม.(การมัธยมศึกษา)), มหาวิทยาลัยศรี  
นครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

- สุมนตา พรหมบุญ. (2540). การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม:ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุระ วุฒิพรหม. (2547). ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 32(พฤษภาคม-มิถุนายน).
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2536). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. (2543). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สวัณน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะความรู้ เล่ม 1 – 2. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุคส์เซ็นเตอร์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: พิมพ์ลักษณ์.
- อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรินทร์. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 7(2)(ตุลาคม-มีนาคม), 245-253.
- อรพรรณ พรสีมา. (2543). การคิด. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาทักษะการคิด.
- อรุณรุ่ง ปภาพสิขฐ. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. from [www.pnru.ac.th/fac/teedu/upload-files/uploadfile/29.pdf](http://www.pnru.ac.th/fac/teedu/upload-files/uploadfile/29.pdf)
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์:การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์.
- อารี สันทรวี. (2543). พหุปัญญาและการเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: แวนแก้ว.
- อุทัยรัตน์ เสวตจินดา. (2540). ผลของการใช้เกมประกอบการสอนคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (ศษ.ม.(การประถมศึกษา)), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวบริสุทธิ์ธรรม พิมพ์ศิริ
วัน เดือน ปี เกิด	28 ตุลาคม 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษา ศีษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร พ.ศ. 2554 สำเร็จการศึกษา ศีษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการ มัธยมศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสาน มิตร
ที่อยู่ปัจจุบัน	71/417 หมู่บ้านพฤษภา 18/1 ซอย 6 ถนนแก้วอินทร์ ตำบลบางแม่นาง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140

