การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

โดย

นายมงคลชัย บรรณ์ฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

โดย

นายมงคลชัย บรรณ์ฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF PHYSICS 1 LEARNING DEFICIENCY USING SMARTPHONE

By

Mr. Mongkolchai Bunrith

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Arts Program in Educational Informatics

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2015

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน” เสนอโดย นายมงคลชัย บรรณ์ฤทธิ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา

…….....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนฤน บางท่าไม้

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม)
...../...../.....

…..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี)
...../...../.....

…..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกนฤน บางท่าไม้)
...../...../.....

55902317 : สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา
คำสำคัญ : การทดสอบแบบปรับเหมาะ/ทฎษฎีการตอบสนองข้อสอบ/เว็บแอพพลิเคชัน/ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน/สมาร์ทโฟน

มงคลชัย บรรณ์ฤทธิ์ : การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์ และ ผศ.ดร.เอกนฤน บางท่าไม้. 120 หน้า.

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน การพัฒนาระบบอยู่ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชัน (Web Application) ด้วยเทคโนโลยี Web responsive โดยใช้ภาษา php ซึ่งการพัฒนาระบบได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของครูและส่วนของนักเรียน ส่วนของครูระบบได้ออกแบบสำหรับการจัดเตรียมจุดประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบที่นำมาใช้ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง + 0.50 ถึง + 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ระหว่าง – 3.50 ถึง + 3.50 และค่าการเดา (c) มีค่าเป็นบวกไม่เกิน + 0.30 เพื่อนำไปใช้ในคลังข้อสอบ ส่วนของนักเรียนจะทำการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนผ่านการทำแบบทดสอบโดยใช้รูปแบบการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive testing) ประมาณค่าความสามารถ (θ_m) โดยใช้กลวิธีของเบส์ปรับใหม่ (Bayesian Updating) เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จ ระบบจะแสดงผลการทดสอบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อใดและมีค่าความสามารถอยู่ในระดับใด ทำให้นักเรียนทราบว่าในเรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ นักเรียนมีข้อบกพร่องส่วนใดบ้างและสามารถนำไปปรับปรุงเพื่อเตรียมสอบได้อย่างถูกต้องต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 มีคุณภาพในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนภายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.05 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

สาขาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา..... ปีการศึกษา 2558

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. ..... 2. .....

55902317 : MAJOR : EDUCATIONAL INFORMATICS
KEY WORD: ADAPTIVE TESTING / ITEM RESPONSE THEORY / WEBAPPLICATION/
LEARNING DEFICIENCY/SMARTPHONE
MONGKOLCHAI BUNRITH: DEVELOPMENT OF PHYSICS 1 LEARNING DEFICIENCY USING SMARTPHONE. THESIS ADVISORS: ASSOC.PROF.PANJAI TANTASANAWONG, AND Ph.D., ASST.PROF. EKNARIN BANGTHAMAI, Ph.D. 120 pp.

This research study was conducted to present the system development examining the weakness in learning physics via applying a 'Smart phone'. The system development was designed in the form of Web application with Web responsive technology by php language. The functions of the system development were divided into two main parts which are the teacher's part and the student's. For the teacher's part, the system was designed for preparing the learning objectives as well as the tests consisting of the analysis of Item Response Theory (IRT) 3 parameters selection tests with Item Discrimination (a) is +0.50 to + 2.50, the Item Difficulty (b) between - 3.50 to + 3.50 and Guessing Parameter (c) is positive, not more than 0.30 to be used in the item bank. For the student's part, the system development was designed to investigate the weakness of a student's learning via doing the 'Adaptive test'. This test was used to estimate the ability value/level (θ_m) through applying the strategy of Bayesian Updating. After the student completes the test, the system will show the test result and evaluate the ability level as well as the weakness in each objective the student should improve. From the test result given, the tester will know which part of the lesson he/she is weak and make himself be aware of that part and prepare it for the test later.

The result revealed that the quality of system development examining the weakness in learning physics via applying a 'Smart phone' are in high level with mean of 4.45 and standard deviation equal to 0.49. The post-achievement test result was found higher than the pre-achievement test result at statistical significance level of 0.05 and student's satisfaction evaluation found that the average score equaled 4.05 to with standard deviation at 0.48.

Program of educational informatics Graduate School, Silpakorn University

Student's signature…..... Academic Year 2014

Thesis Advisors' signature 1. …..... 2. …..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร. ปานใจ ธารทัศนวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัยรวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เอกนฤน บางท่าไม้และ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์สมศักดิ์ เหลืองมังกร, อาจารย์ธัญญารัตน์ โพธิ์ทองและอาจารย์ปิยกาญจน์ แก้วล้อมทรัพย์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้ให้คำแนะนำและประสบการณ์อันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเจ้าของหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิทยานิพนธ์ทุกเล่ม ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ครู นักเรียน โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์และนักเรียนโรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและข้อแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ ขอบคุณนักศึกษาสาขาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา รุ่นที่ 1 และครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญช่วยให้งานวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย..... 4

คำนิยามศัพท์เฉพาะ..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 6

ข้อบกพร่องทางการเรียน..... 6

หลักสูตรสถานศึกษาและเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์..... 8

การเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่ง..... 10

การพัฒนาเว็บ Responsive..... 14

ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ..... 18

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 41

3 วิธีดำเนินการวิจัย 47

ประชากร..... 47

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 47

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 48

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 58

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 60

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 62

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน

วิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน……..... 62

บทที่ หน้า

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน 70

5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 75

วิธีการดำเนินการวิจัย..... 75

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 76

อภิปรายผล..... 78

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้..... 80

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... 80

รายการอ้างอิง..... 81

ภาคผนวก..... 85

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ..... 86

ภาคผนวก ข ตารางวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1
ตัวอย่างข้อสอบรายวิชาฟิสิกส์ 1
ผลการประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC)
ผลการหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ..... 88

ภาคผนวก ค แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน
ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน 103

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1
ผ่านสมาร์ทโฟน..... 111

ประวัติผู้วิจัย 120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ).....	21
2	ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ข้อ และ $P_i(\theta)$ ที่ระดับ θ ต่างๆ	23
3	ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ m_i และ I(θ) ของข้อสอบ 4 ข้อ.....	38
4	ผลการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1และ 2 มิติ สำหรับสร้างข้อสอบ 100 ข้อ.....	64
5	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแสดงค่าอำนาจจำแนก(a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c).....	65
6	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน.....	70
7	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญที่มีความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	71
8	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน.....	73
9	ผลการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1และ 2 มิติ สำหรับสร้างข้อสอบ 100 ข้อ.....	89
10	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	95
11	ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแสดงค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c)คล้องดัชนี.....	99
12	แบบประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน……	104
13	แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน…….…….…….	107
14	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญที่มีความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 …….…….…….	108
15	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน…...……...…….	110

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Four C's of Mobile ของ Clack Quinn , Ph.D …….....	12
2	องค์ประกอบในการใช้งานระบบ Mobile Learning ……	13
3	เส้นโค้งคุณลักษณะข้อสอบของโมเดลแบบ 3 พารามิเตอร์…..……	19
4	โค้งคุณลักษณะของข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3 โมเดล….....	22
5	ตัวอย่างโค้งคุณลักษณะข้อสอบ (ICCs) ของข้อสอบ 3 ข้อ …….....	23
6	แนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามรถของผู้สอบ....….....	31
7	ขั้นตอนการทดสอบ CAT…….....	35
8	โครงสร้างของ ITS-C ……..……..….	46
9	ลำดับขั้นตอนการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1……..	48
10	ลำดับการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 1 และขั้นตอนการออกข้อสอบ……..	49
11	แผนภูมิลำดับของจุดประสงค์การเรียนรู้……..	51
12	Flow chart การทำงานของระบบ……	54
13	แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ Context Diagram ของระบบ……..	55
14	แผนผังขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะ…… ……...	57
15	ภาพหน้าจอครูผู้สอน……..……...	62
16	Data Flow Diagram Level ระบบการจัดการคลังข้อสอบ……..….	63
17	Data Flow Diagram Level การทำแบบทดสอบ……..……...	68
18	หน้าจอบทเรียน……..……...	69
19	แบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1……...	69
20	แสดงผลการทดสอบ……..	69
21	หน้าแรกของระบบ……..……..……...	112
22	หน้าข้อมูลบทเรียน……..……..……..	113
23	หน้าขั้นตอนการเพิ่มแบบทดสอบ……..……..	113
24	หน้าเพิ่มบทเรียนใหม่……..……..……...	113
25	หน้าข้อมูลบทเรียนที่ได้เพิ่มบทเรียนแล้ว……..…..……....	114
26	หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้……..……..……...	114
27	หน้าเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้และวิธีการปรับปรุงข้อบกพร่อง……...……....	115
28	หน้าเพิ่มบททดสอบทดสอบใหม่……..…….....……...	116
29	ข้อสอบที่ได้บันทึกในระบบ……..……...	116

ภาพที่ หน้า

30 หน้าสมัครสมาชิก……..…….... 117
31 เลือกบททดสอบ……..……..……....……. 117
32 หน้าแบบทดสอบ……..……... 118
33 ผลการทดสอบ กรณีผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้……..……... 118
35 แสดงผลการทดสอบและวิธีการปรับปรุง……..……... 118
36 วิธีการปรับปรุงข้อบกพร่องทางการเรียน…….……... 119

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 92)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนาธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ วิทยาศาสตร์เป็นสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้งหมด โดยจัดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ออกเป็น 8 สาระด้วยกัน ซึ่งในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ สาระที่ 5 พลังงาน สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสาระที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ ซึ่งวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มีความสำคัญสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ศึกษาความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปรากฏการณ์และสามารถค้นคว้าข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผลนอกจากนี้ฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานของการนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาต่างๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ เป็นต้น ตลอดจนการนำความรู้ทางด้านวิชาฟิสิกส์ไปใช้ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีส่วนเกี่ยวข้องกับวิชาพื้นฐานและงานวิจัยขั้นสูงทางฟิสิกส์

จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปีการศึกษา 2555 นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ วิชาฟิสิกส์ 1 พบว่า ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 (รายงานสรุปผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1,2555 : 2) จากกาสอบถามนักเรียนทำให้ทราบสาเหตุว่า 1) ผู้เรียนยังไม่เข้าในในเนื้อหาที่เรียนร้อยละ 13 2) ขาดจินตนาการในการมองภาพจากทฤษฎีร้อยละ 21 3) ขาดทักษะด้านการคำนวณร้อยละ 8 4) ขาดความเข้าใจและประยุกต์ใช้งานร้อยละ 17 5) ไม่ทราบว่าตนเองไม่เข้าใจในส่วนใดร้อยละ 42 ซึ่งมีจำนวนมากที่สุด จึงได้สอบถามเพิ่มเติมพบว่า โดยพฤติกรรมการทบทวนความรู้ของนักเรียนมักจะลงมือทำโจทย์ไปเรื่อย ๆ ถ้าโจทย์ข้อใดที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่าง นักเรียนมักจะแก้ไขปัญหาโจทย์นั้นได้ แต่เมื่อโจทย์มีความยากมากขึ้น ซับซ้อนมากขึ้น มีการประยุกต์มากขึ้น นักเรียนจะแก้โจทย์ได้บ้างไม่ได้บ้าง ข้อที่ทำไม่ได้นักเรียนจะข้ามข้อนั้นไปทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั้งข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่มีอยู่หมด นักเรียนคิดว่าตนเองทบทวนเนื้อหาและได้ทำข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาที่จะสอบแล้วแต่เมื่อทำการสอบจริง นักเรียนไม่สามารถทำข้อสอบได้ส่งผลให้คะแนนออกมาได้น้อยกว่าที่คาดหวังไว้ นักเรียนจึงเกิดความสงสัยว่าตนเองยังไม่เข้าใจในจุดใด มีข่อบกพร่องทางการเรียนในส่วนไหนบ้าง ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนรู้และจะหยุดการเรียนรู้ เกิดทัศนคติไม่ดีต่อวิชาฟิสิกส์คิดว่าเป็นวิชาที่ยาก ถึงแม้จะตั้งใจเรียนและเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วก็ยังไม่เข้าใจ

จากเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) : นโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจใหม่ (Academic Focus: 2558) ได้มุ่งเน้นให้อาศัยเทคโนโลยีสารสนเทศหรืออินเทอร์เน็ตมาสร้างอาชีพหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและโทรคมนาคมไปใช้และพัฒนาธุรกิจหรืออุตสาหกรรมสาขาหรือประเภทต่าง ๆ อย่างกว้างขวางเป็นปัจจัยสำคัญ ประกอบกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติมีบทบัญญัติให้มีการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและควรจัดการเรียนรู้ให้เกิดได้ทุกเวลาทุกสถานที่ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน และในปัจจุบันเทคโนโลยีทางการศึกษาได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเป็นการเรียนการสอนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-Learning ในรูปแบบของ CAI และการเรียนการสอนผ่านเว็บเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนและช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ ในยุคต่อมาได้นำโทรศัพท์มือถือมาใช้ในการเรียนการสอนเรียกว่า m-Learning และปัจจุบันได้มีการพัฒนาสู่การเรียนรู้แบบ u-Learning ซึ่งเป็นการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาหรือโทรศัพท์มือถือที่สามารถลงโปรแกรมประยุกต์ได้ เช่น Tablet PC และ สมาร์ทโฟน รวมกับเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลแบบไร้สายเป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาตามความต้องการของนักเรียน และที่สำคัญการเรียนรู้แบบ u-Learning จะคำนึงถึงบริบทของผู้เรียนซึ่งคุณสมบัตินี้สอดคล้องกับการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้

ทุกที่ทุกเวลาและคำนึงถึงบริบทของนักเรียน ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์พกพาและสมาร์ทโฟนที่ใช้มากที่สุดในประเทศไทยคือ ไอโฟนร้อยละ 46.53 รองลงมาคือไอแพดร้อยละ 31.19 ส่วนระบบปฏิบัติการบนสมาร์ทโฟน ระบบปฏิบัติการไอโอเอสมีผู้ใช้มากถึง 200,00,000 คน (มูลนิธิศูนย์สารสนเทศเครือข่ายไทย : 2557) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสอบถามการใช้สมาร์ทโฟนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ พบว่าใช้สมาร์ทโฟนร้อยละ 96 รองลงมาคือ Tablet ร้อยละ 4

ตามทฤษฎีการวัดและการประเมินผลแนวใหม่ ทฤษฎีการวัดที่ได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน คือ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory: IRT) เป็นทฤษฎีการวัดที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถที่มีอยู่ภายในบุคคล (Latent trait or ability) กับผลการตอบข้อสอบหรือข้อคำถามโดยใช้โค้งลักษณะข้อสอบ (Item Characteristic Curve: ICC) ซึ่งมีการกำหนดลักษณะของข้อสอบด้วยพารามิเตอร์ความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) และโอกาสการเดาข้อสอบถูก (c) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555 : 52-53) และจากทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ค่าสารสนเทศของแบบทดสอบจะมีความแตกต่างกันตามระดับความสามารถของผู้สอบ ดังนั้น การทดสอบในอุดมคติจึงควรเป็นไปในลักษณะที่จัดการทดสอบให้เป็นรายบุคคล โดยทำการคัดเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับผู้สอบ (Tailored) เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบนั้นได้ถูกต้องแม่นยำ เมื่อสามารถประมาณค่าความสามารถได้อย่างมีความคลาดเคลื่อนต่ำ แล้วจึงยุติการทดสอบ ซึ่งเรียกการทดสอบแบบนี้ว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Testing or Tailored Testing) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555 : 193) แนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ได้รับความนิยมมากทั้งในการทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา เนื่องจากเป็นการทดสอบที่ตอบสนองต่อผู้เข้าสอบ ด้วยการเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ อีกทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพของการวัดให้มีความแม่นยำ และลดระยะเวลาในการทดสอบลงได้อีกด้วย

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ที่มีการนำเอาเทคโนโลยีเว็บไซต์ร่วมกับทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ของตนเองผ่านสมาร์ทโฟนได้ โดยระบบสามารถประมาณค่าความสามารถ พร้อมทั้งรายงานผลและให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที ทำให้นักเรียนทราบข้อบกพร่องทางการเรียน รวมถึงค่าความสามารถของตนเองหลังจากการทำแบบทดสอบ ผลการวิจัยในครั้งนี้จะได้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาและรายวิชาอื่น ๆ ได้ อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและนำผลที่ได้ไปปรับปรุง พัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างถูกต้อง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน โดยใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน โดยพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นด้วยเทคโนโลยี web Responsive โดยใช้ภาษา php
2. เนื้อหาที่ใช้ในการจัดทำข้อสอบในระบบค้นหาข้อพกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 คือเรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ประชากรที่ใช้ในการประเมินข้อบกพร่องความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกสองภาษา โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 29 คน

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อบกพร่องทางการเรียน หมายถึง ข้อผิดพลาดที่เกิดจากความไม่เข้าใจในเนื้อหาหรือความไม่รอบคอบที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ซึ่งจำแนกข้อบกพร่องตามลักษณะที่พบจากการทดสอบด้วยระบบค้นหาข้อพกพร่องตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2

วิชาฟิสิกส์ 1 หมายถึง วิชาทางวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่ใช้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว30201 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

1. ปริมาณทางฟิสิกส์
2. การรวมเวกเตอร์และการแตกเวกเตอร์
3. ระยะทางและการกระจัด
1. อัตราเร็ว
2. ความเร็ว
3. ความเร่ง
4. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว – เวลา กับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง

5. การหาปริมาณต่าง ๆของการเคลื่อนที่แนวตรง

สมาร์ทโฟน หมายถึง โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการตาง ๆ และนำเอาความสามารถบางส่วนของคอมพิวเตอร์มาไวในโทรศัพท์เคลื่อนที่ สามารถเปิดเว็บไซต์ต่าง ๆ ได้บนอุปกรณ์นั้น และเพิ่มประสิทธิภาพให้โทรศัพท์ได้ โดยสามารถนำโปรแกรมต่าง ๆ มาลงในโทรศัพท์เรียกว่าโปรแกรมประยุกต์หรือแอพพลิเคชั่น เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

การพัฒนา หมายถึง การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

ระบบค้นหาข้อบกพร่อง หมายถึง ระบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนครูผู้สอน มีระบบย่อยเป็นระบบคลังข้อสอบ และส่วนของนักเรียน มีระบบย่อยเป็นระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยการทดสอบแบบปรับเหมาะ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมาบนเว็บแอพพลิเคชัน ที่ช่วยให้ผู้เรียนทราบข้อบกพร่องทางการเรียนและระดับความสามารถของตนเองผ่านการทดสอบบนสมาร์ทโฟน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เรียนสามารถทราบข้อบกพร่องทางการเรียนของตนเองได้ ภายหลังจากการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 เพื่อนำไปแก้ไขในส่วนที่ตนเองมีบกพร่อง
2. เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนด้วยตนเองผ่านสมาร์ทโฟน
3. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์-คณิต แผนกสองภาษาโรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ดีขึ้น

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบค้นบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น รวมกับทฤษฎีการทดสอบแบบปรับเหมาะ โดยผู้วิจัยได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อบกพร่องทางการเรียน
2. หลักสูตรสถานศึกษาและเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์
3. การเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่ง
4. การพัฒนาเว็บ Responsive
5. ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อบกพร่องทางการเรียน

ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียน ได้มีผู้ให้ความหมายไว้แตกต่างกัน ดังนี้

จากพจนานุกรมของเวบสเตอร์ (Webster, 1993 : 279) ได้ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนไว้ว่าข้อบกพร่องทางการเรียน หมายถึง ส่วนประกอบหรือลักษณะของการมีประสิทธิภาพที่ถูกละเลยหรือขาดความสมบูรณ์ในส่วนสำคัญบางประการ

นิทสา โมว์โชวิทช์ - ฮาร์ดาร์ และคณะ (Nitsa Movshovitz - Hadar and other, 1987 : 3 - 14) ได้สร้างเกณฑ์พิจารณาข้อบกพร่องทางการเรียน 6 ประการ ดังนี้

1. การใช้ข้อมูลผิด (Misused Data) คือข้อบกพร่องจากการที่นักเรียนนำข้อมูลที่โจทย์ให้มาไปใช้ผิด ซึ่งการนำข้อมูลมาใช้ผิดนี้ จะอยู่ในวิธีทำของนักเรียน อาจจะอยู่ในตอนเริ่มต้นขณะที่นำข้อมูลมาแก้ปัญหา หรือหลังจากที่ได้นำข้อมูลมาแก้ไขแล้ว

ลักษณะที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการใช้ข้อมูลผิด คือนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนด ให้แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา ใช้ข้อมูลที่ไม่

เกี่ยวข้องมาทดแทนทำผิดคำสั่งโดยหาคำตอบในสิ่งที่ต้องการ นำข้อมูลที่กำหนดให้ ใช้หน่วยผิด ลอกโจทย์ผิด

2. ข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา (Misinterpreted Language) คือนักเรียนตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนและอ่านกราฟไม่ถูกต้อง

3. การอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ (Logically invalid Inference) คือ นักเรียนบกพร่องในการหาค่าความจริงของประพจน์ภายใต้เงื่อนไข ถ้า..... แล้ว ... สรุปการให้เหตุผลภายใต้เงื่อนไข ถ้า .... แล้ว .... ไม่ถูกต้อง ใช้วิธีบอกปริมาณในตำแหน่งไม่ถูกต้อง การอ้างอิงหลักตรรกศาสตร์ที่ข้ามขั้นตอน

4. บิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม (Distorted Theorem or Definition) คือ นักเรียนประยุกต์ใช้ทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข ให้กฎไม่ถูกต้อง จำสูตรผิด นักเรียนประยุกต์ใช้ผิดทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข

5. ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างแก้ปัญหา (Unverified Solution) คือนักเรียนเขียนขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบผิดไปจากโจทย์ที่ได้กำหนด ลักษณะข้อบกพร่องในด้านนี้ คือ ในแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนจำจะถูกต้องหมดแต่จะผิดตรงคำตอบ ไม่ใช่สิ่งที่โจทย์ต้องการ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนไม่ได้มีการตรวจสอบระหว่างที่ทำ

6. ข้อบกพร่องในเทคนิคการทำ (Technical Error) คือนักเรียนบกพร่องในการคิดคำนวณบกพร่องในการใช้ข้อมูลจากตาราง บกพร่องในการใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตเบื้องต้นใส่เครื่องหมายหน่วยผิด

คาเซย์ (Casey, อ้างใน นภาภรณ์ สุวรรณภา, 2536 : 10 -11) สรุปลักษณะของข้อบกพร่องทางการเรียน แบ่งสาเหตุที่ผิดและประเภทของความผิดพลาดออกเป็น 9 ประเภท คือ

1. รูปแบบของคำถาม
2. การอ่านคำถาม
3. ความเข้าใจคำตอบ
4. การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา
5. การเลือกใช้ทักษะ
6. ทักษะในการแก้ปัญหา
7. การเสนอคำตอบ
8. ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเนื่องจากขาดความระมัดระวัง
9. ความผิดพลาดซึ่งครูทราบได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ คือ ความผิดพลาดที่เกิดการไม่เข้าใจเนื้อหาในเรื่องนั้นๆที่ถูกต้อง ทำให้มีการบิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร นิยาม รวมไปถึงการคำนวณและอ่านโจทย์หรือตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ไม่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ ทำให้เมื่อต้องการที่แก้ปัญหาโจทย์ เกิดการนำข้อมูลที่ไม่ถูกต้องและเทคนิคการคำนวณที่ผิดมาใช้ ทำให้การทดสอบนั้นเกิดความผิดพลาดได้

2. หลักสูตรสถานศึกษา และเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี 2554 ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จำนวน 67 มาตรฐาน ซึ่งมีส่วนที่เป็นวิทยาศาสตร์อยู่ 8 สาระ และ 13 มาตรฐาน ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถ

อธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานตัวชี้วัด ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวมา ซึ่งมีส่วนที่กล่าวถึงวิชาฟิสิกส์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อน สาระที่ 5 พลังงาน มี 1 ตัวชี้วัดและสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน รหัส 30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภคในสนามแม่เหล็ก และการนำความรู้มาใช้ประโยชน์ แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ สมบัติของคลื่นกล ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการนำเสนอวิธีป้องกัน คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชัน ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลพลังงาน พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์ ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตรังสี และวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ผลกระทบต่อสางแวดล้อมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทดลอง การอภิปรายเพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีจิตสาธารณะ และอยู่อย่างพอเพียง

3. การเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่ง (Mobile Learning)

โชฟิลด์, เวสต์ และ เลย์เลอร์ (Schfield, West and Tayloy .2011 : 15) ได้กล่าวสรุปในนิยามความหมายคำว่า Mobile Learning ได้กล่าวว่า

1. เป็นการเรียนรู้ที่เกิดได้ในสภาพการณ์ต่างคนต่างสถานที่ของผู้เรียนที่จะเอื้อประโยชน์ต่อการสร้างโอกาสทางการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีแบบพกพา

2. เป็นผลจากการใช้เทคโนโลยีแบบพกพาร่วมกัน ระหว่างเทคโนโลยีแบบไร้สาย และเทคโนโลยีแบบเครือข่ายอำนวยความสะดวก สนับสนุนส่งเสริม เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอน

ริว (Ryu 2007 Retrieved March 18 , 2013) แห่งมหาวิทยาลัย Massey เมือง Oakland ประเทศ นิวซีแลนด์กล่าวว่า เอ็มเลิร์นนิ่ง คือกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนอยู่ระหว่างการเดินทาง ณ ที่ใดก็ ตามและเมื่อใดก็ตาม

วัตต์สัน และ ไวท์ (Watson and White 2006 Retrieved January 15 , 2013) กล่าวว่า เอ็มเลิร์นนิ่ง หมายถึงการรวมกันของ 2P คือเป็นการเรียนจากเครื่องส่วนตัว (Personal) และเป็นการเรียนจากเครื่องที่พกพา ได้ (Portable) การเรียนแบบส่วนตัวนั้นผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ในหัวข้อที่ต้องการ และการเรียนจากเครื่อง ที่พกพาได้นั้นจะก่อให้เกิดโอกาสทางการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งอุปกรณ์แบบ PDAs และโทรศัพท์มือถือจะเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมากที่สุด

เก็ดด์ (Geddes 2006 Retrieved March 18 , 2013) ได้สรุปไว้ว่า หมายถึงการได้มาซึ่งองค์ ความรู้และทักษะผ่านทางเทคโนโลยีแบบพกพา ซึ่งเกิดขึ้น ณ ที่ใดหรือเมื่อใดก็ได้ และก่อให้เกิดผลการ เปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของผู้เรียน

ซึ่งสรุปในประเด็นความหมายของ Mobile Learning ที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะบางประการของเทคโนโลยี ประเภทดังกล่าวคือ

1. เป็นการเรียนรู้ที่มีจุดเน้นอยู่ที่เทคโนโลยี (Techno-centric) เนื่องจากการเรียนลักษณะดังกล่าวจะ เป็นการเรียนรู้ที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงโยกย้ายสถานที่ จึงต้องมีการใช้อุปกรณ์การสื่อสื่อสารแบบเคลื่อนที่เพื่อเป็น สื่อกลาง รวมทั้งใช้เทคโนโลยีอื่นๆ เป็นตัวช่วยสนับสนุน

2. การเรียนจะมีลักษณะร่วมและมีส่วนคล้ายกับการเรียนแบบ อีเลิร์นนิ่ง (Relationship to e- Learning) ลักษณะของการเรียนของ m-Learning คล้ายกับ e-Learning หรือ Blended Learning ที่เกิด จากการใช้อุปกรณ์สื่อสารแบบเคลื่อนที่ในการนาเสนอและจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

3. เป็นการเรียนรู้ที่เพิ่มพูนและขยายขอบข่ายการเรียนแบบปกติให้เพิ่มมากขึ้น (Augmenting Formal Education) ซึ่งประสบการณ์ทางการเรียนรู้บางอย่างสามารถเพิ่มเติมหรือขยายขอบข่ายเพิ่มขึ้นจากลักษณะของ การเรียนแบบโมบายเลิร์นนิ่ง ดังกล่าว

4. เป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน (Learner Centered) โดยที่ผู้เรียนจะ เป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญของการเรียนรู้ในแบบนี้มากที่สุด มิใช่ตัวเทคโนโลยีที่นำมาใช้แต่ประการใด

กล่าวได้ว่าการเรียนแบบโมบายเลิร์นนิ่ง (Mobile Learning) หรือ m-Learning

หมายถึงการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสื่อสารด้วยการใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายและแบบพกพาที่สามารถกระทำได้ในทุกที่ ทุกเวลา ตามความสามารถของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเข้าถึงด้วยเทคโนโลยี อุปกรณ์การสื่อสารรวมถึงพฤติกรรมการศึกษาของผู้ใช้ ที่มีความแตกต่างกันออกไป

คุณลักษณะสำคัญของ Mobile Learning

ดร.คล๊าก ควินน์ (Quinn 2011 : 6) ผู้เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี M- Learning ที่กล่าวว่าการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่หรือ Mobile Learning จะสร้างปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้ใน 4 ช่องทางโดยหลัก 4Cs (The Four C's of Mobile) ดังนี้

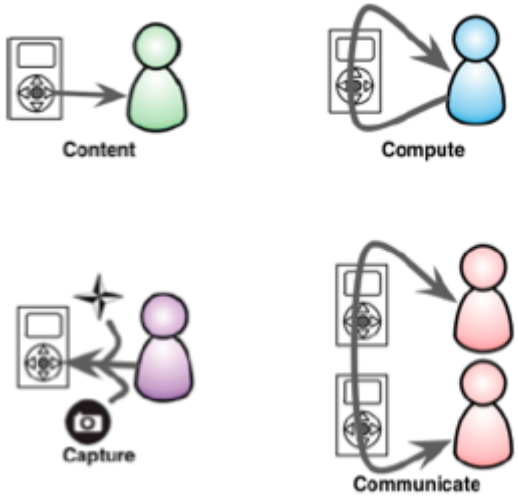
- Content เป็นปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับโดยตรงจากเนื้อหาสาระของอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพาที่มีอยู่ ซึ่งอาจเป็นไปในรูปแบบของเอกสาร ข้อความ ภาพ และเสียง เหล่านี้เป็นต้น

- Compute เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากประสิทธิภาพและศักยภาพของการใช้โปรแกรมสำเร็จในเครื่องมือสื่อสารที่มีอยู่ ให้ผู้ใช้เกิดองค์ความรู้ตามจุดประสงค์ของการใช้

- Capture เป็นการส่งสารหรือสร้างข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาพ วิดีโอ เสียงหรือข้อความสารสนเทศจากผู้ส่งไปยังผู้รับในสถานที่ต่างๆ

- Communication เป็นการสื่อสารผ่านอุปกรณ์การสื่อสารแบบพกพาระหว่างผู้ส่งกับผู้รับทั่วๆไป ในลักษณะของการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่

หลัก 4 C's ของ ดร. คล๊าก ควินน์ แสดงให้เห็นจากภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 Four C's of Mobile ของ Clack Quinn , Ph.D.

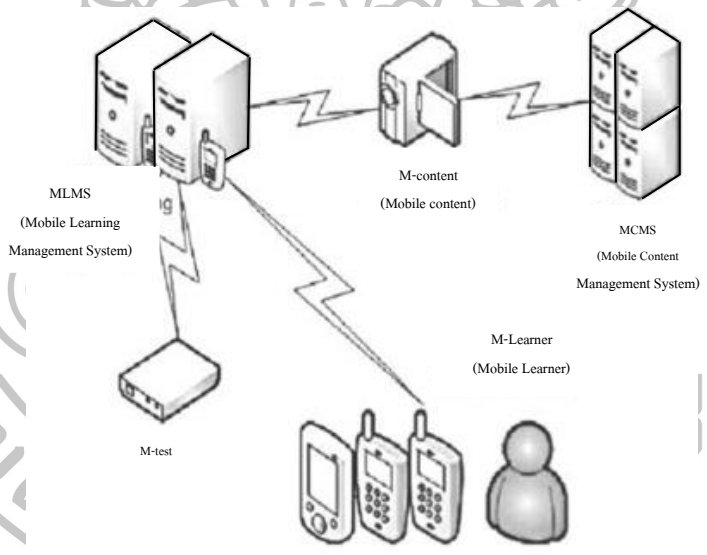
ที่มา : http://ennuonline.com/wp-content/uploads/2012/05/Afbeelding-493.png

ระบบการใช้งาน Mobile Learning

ธงชัย แก้วกริยา (2553 : 123 - 127) ได้กล่าวไว้ว่าระบบปฏิบัติการของ Mobile Learning จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน ดังแสดงให้เห็นจากภาพที่ 2

สำหรับองค์ประกอบสำคัญในการใช้ระบบงานของการเรียนแบบ Mobile Learning จะประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 5 องค์ประกอบได้แก่

1. MLMS (Mobile Learning Management Systems)
2. m-content (Mobile Content)
3. MCMS (Mobile Content Management System)
4. m-testing (Mobile Testing) 5. m-learner (Mobile Learning)



ภาพที่ 2 องค์ประกอบในการใช้งานระบบ Mobile Learning

ที่มา http://090803.wikispaces.com/file/view/.png

พูลศรี เวศย์อุฬาร (2551)ได้กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีการสื่อสารและการเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่ง (Mobile Learning) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อยู่ทั่วทุกหนทุกแห่งในสังคมออนไลน์ดังที่กล่าวว่า Anywhere , Anytime ในยุคของการ เรียนรู้แบบยูบิควิทัส (Ubiquitous Learning) ปัจจุบันอย่างไรก็ตามได้มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบให้เห็นถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการเรียนรู้ดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า โมบายเลิร์นนิ่ง (Mobile Learning) ถือเป็นนวัตกรรมทางการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งของสังคมที่กำลังกลายมาเป็นกระแสนิยมของผู้บริโภคในวงการศึกษาและนอกวงการศึกษา ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากวิวัฒนาการของสื่อการเรียนรู้แบบพกพาที่กลายมาเป็นสื่อกระแสหลักของผู้ใช้ในการสื่อสารและนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนในต่างสถานที่ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้สื่อสารด้วยกันในวงกว้าง ดังนั้นการสร้างความพร้อมของการใช้เทคโนโลยีพกพาจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม

4. การพัฒนาเว็บแบบ Responsive Web Design

Responsive design คือการทำเว็บให้โค๊ดเพียงชุดเดียวสามารถใช้ได้กับจอหลาย ๆ ขนาด เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอแท็บเล็ต หรือจอโน๊ตบุค ซึ่งการทำเว็บแบบ responsive นั้น มักจะใช้สำหรับแก้ปัญหาการทำเว็บเวอร์ชันมือถือที่มักจะมีการทำงานเป็นรองเว็บหลักอยู่เสมอ ๆ เนื่องจากเว็บ responsive นั้นการทำงานต่าง ๆ บนเว็บจะยังอยู่ค่อนข้างครบแต่จะถูกจัดเรียงใหม่ให้เหมาะสมกับขนาดจอ ต่างจากการทำเว็บเวอร์ชันมือถือแยกที่การทำงานต่าง ๆ มักจะตามมาไม่ครบนั่นเอง

ซีเอ็มเอสไทยแลนด์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ในยุคที่ผ่านมาให้สามารถรับได้ทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และโทรศัพท์มือถือนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาแยกออกจากกันเพื่อสามารถแสดงผลได้เหมาะสมกับหน้าจอที่ใช้รับชม และสะดวกต่อการใช้งานซึ่งต้องใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในการนำเสนอข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์เพิ่มขึ้น แต่ในปัจจุบันเว็บไซต์สามารถมีเว็บที่ตอบสนองต่อการรับชมผ่านหน้าจอต่าง ๆ ได้เองโดยอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีการออกแบบเว็บไซต์ที่เป็นแบบ Responsive

Responsive Web Design เป็นรูปแบบการออกแบบเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคของ CSS, CSS3 และ JavaScript ในการออกแบบเพื่อให้เว็บไซต์สามารถจัดลำดับ เรียงข้อมูลเว็บไซต์ให้รองรับการแสดงผลผ่านหน้าจอที่มีขนาดแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติ เนื่องจากปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็งสูงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้การเข้าถึงข้อมูลข่าวสารเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง ทำให้เหล่าผู้ผลิตรวมถึงนักพัฒนา พร้อมใจ

กันพัฒนาซอร์ฟแวร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ ไม่ว่าจะเป็นโทรศัพท์ Tablet หรือแม้แต่โทรทัศน์เองก็สามารถใช้งานอินเตอร์ได้เช่นกัน นั่นหมายความว่าปัจจุบันมีอุปกรณ์มากมายที่สามารถใช้งานอินเตอร์เน็ต ซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความกว้าง ความสูง ความละเอียดหน้าจอ และอื่น ๆ อีกมากมาย

การออกแบบเว็บไซต์เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานกับทุกอุปกรณ์ คนส่วนใหญ่มักมองว่าจำเป็นต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น เพื่อใช้ในการออกแบบเว็บไซต์แต่ละเวอร์ชั่นให้รองรับกับการใช้ของอุปกรณ์ที่มีความหมายหลายได้ ซึ่งอาจเป็นแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง เพราะ Responsive Web Design คือเทคโนโลยีการออกแบบเว็บไซต์ที่ช่วยให้สามารถสร้างเว็บไซต์ที่รองรับทุกขนาดหน้าจอรวมถึงทุกอุปกรณ์สื่อสารด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า เวลาสั้นกว่า และประสิทธิภาพที่สูงกว่าการผลิตเว็บไซต์หลายเวอร์ชั่น

1. ประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยีแบบ Responsive Web Design

1.1 Responsive Web Design ได้รับการรับรองจาก google ช่วยให้ติด index google ได้ทั้ง desktop และ mobile ในหน้าเดียว

1.2 การทำ Responsive เพียงแค่เว็บไซต์เดียวก็สามารถรองรับทุกอุปกรณ์ และไม่ต้องทำหลาย ๆ หน้า ช่วยให้ไม่หนักเซิฟเวอร์

1.3 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดทำ โดยที่ไม่ต้องทำหน้าต่างแยกกันระหว่าง mobile และ desktop นอกจากนี้ยังประหยัดเวลาลดระยะเวลาในการทำงานหลาย ๆ หน้า โดยที่วางแผนเพียงครั้งเดียว และทำเพียงแค่หน้าเดียวเท่านั้น

1.4 รวดเร็วในการดูแลจัดการเว็บไซต์ และไม่ยุ่งยาก

1.5 รองรับผู้ใช้ทุกอุปกรณ์ เพราะสุดท้ายผู้ที่ค้นหาจากหลายอุปกรณ์มีความต้องการเช่นเดียวกัน

2. สิ่งควรคำนึงก่อนออกแบบเว็บไซต์ให้เป็นแบบ responsive design

2.1 ออกแบบโดยคำนึงถึงอุปกรณ์พกพาเป็นหลัก ควรออกแบบเว็บโดยคำนึงถึงอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ (เช่น โทรศัพท์มือถือและTablet) โดยให้ Feature ที่สำคัญบนเว็บสามารถแสดงผลและใช้งานได้อย่างดีบนอุปกรณ์พกพา แล้วค่อยคิดจัดวางรูปแบบและปรับปรุงให้ใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์ในภายหลัง

2.2 ลำดับความสำคัญของ element ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง โดยคำนึกถึงลำความสำคัญของ element ต่างCๆ ตัวอย่างเช่น sidebar โดยการนำเอาโค็ดจอง sidebar มาไว้ก่อน content จำทำให้เมื่อเปิดเว็บไซต์บนอุปกรณ์พกพา จะเห็นแต่ sidebar ก่อน

2.3 บนอุปกรณ์พกพาต้องใช้พื้นที่แสดงผลให้ครบทุกส่วน แม้ปัจจุบันมือถือจะแข่งขันกันแบ่งขนาดหน้าจอ แต่ความจริงคือพื้นที่ใช้งานบนมือถือก็ยังว่าน้อยกว่าบนคอมพิวเตอร์อยู่มาก ดังนั้นจึงไม่ควรออกแบบที่ให้พื้นที่ว่างเยอะเกินไปเพราะเมื่อเปิดเว็บบนโทรศัพท์ เนื้อหาต่าง ๆจะเหลือเพียงคอลัมน์เดียว

2.4 ลดการใช้งานไฟล์ขนาดใหญ่ การใช้งานเว็บบนอุปกรณ์พกพานั้นส่วนใหญ่จะเชื่อมต่อจาก EDGE หรือ 3G เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งนอกจากความเร็วที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับ ADSL แล้ว ยังเกิดปัญหา Fair Usage Policy (หรือที่เรียกสั้น ๆ FUP) อีกด้วย ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถเปิดเว็บไซต์ได้ เมื่อต้องเปิดเว็บไซต์ที่มีขนาดใหญ่มาก

3. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเชชันบนเว็บ

3.1 PHP (PHP Hypertext Preprocessor) เป็นฟรีแวร์ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน

3.2 ASP (Active Server Page) เป็นผลิตภัณฑ์ของไมโครซอฟท์ ปัจจุบัน ASP จะถูกใส่เข้าไปในโปรแกรมที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ของบริษัทไมโครซอฟท์ ดังนั้นไม่จำเป็นต้องทำการติดตั้งโปรแกรม ASP อีก

3.3 ASP.NET คือแนวคิดหนึ่งที่ไมโครซอฟท์พัฒนาขึ้น โดย .NET ไม่ได้เกี่ยวข้องกับโดเมนเนมของเว็บไซต์ใด ๆ ทั้งสิ้น แต่ .NET หมายถึง การนำเอาอุปกรณ์ทุกอย่างบนโลกมาเชื่อมโยงต่อกันเหมือนตาข่าย (Net = ตาข่าย)

3.4 JSP (Java Server Page) เป็นสคริปท์อีกภาษาหนึ่ง ซึ่งเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน จุดเด่นที่สำคัญของ JSP อยู่ที่การใช้ภาษา Java ซึ่งเป็นภาษาเชิงวัตถุที่ช่วยให้สามารถพัฒนาแอพพลิเคชันขนาดใหญ่และซับซ้อน ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

3.5 Perl ได้ถูกนิยามในยุคแรก ๆ ของการทำเว็บ โดย Doug Sheppard (www,2000) ได้ให้ความหมายว่า Perl ย่อมาจาก Peactical Extraction and Rerport Language ถูกพัฒนาขึ้นในปี 1980 โดยนาย Larry Wall ซึ่งเป็นภาษาที่ทำให้ CGI ภาษาหนึ่ง มีรากฐานการพัฒนามาจาก ภาษา C ดังนั้น ผู้ที่เคยศึกษาภาษา C มาบ้าง สามารถศึกษาภาษา Perl ได้โดยไม่ยาก

3.6 Python เป็นภาษาระดับสูงภาษาหนึ่ง ที่มีความสามารถสูงถูกสร้างขึ้นโดย Guido van Rossum (www,1989) ซึ่งภาษานี้พัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือ สามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบน Unix, Linux, Windows NT/2000/XP/2003, FreeBSD หรือแม้แต่ระบบ Mac OS X, Palm, Nokia Mobile อีกอย่างหนึ่งเป็นภาษาลักษณะ Open Source ที่แจกแจงให้ใช้งานฟรี

4. โปรแกรมฐานข้อมูลที่นิยมใช้บนเว็บ

4.1 MySQL เป็นฐานข้อมูลแบบโอเพนซอร์สที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูงสุด โปรแกรมหนึ่งบนเครื่องให้บริการ มีความสามารถในการจัดการกับฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL (Structures Query Language) อย่างมีประสิทธิภาพ มีความรวดเร็วในการทำงาน รองรับการทำงานจากผู้ใช้หลาย ๆ คนและหลาย ๆ งานได้ในขณะเดียวกัน

4.2 PostgresSQL คือระบบฐานข้อมูลที่นำเอาคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา SQL มารวมกันในการโปรแกรม ทำให้คำสั่งเหล่านั้นสามารถทำงานได้ออย่างมีประสิทธิภาพ และตรงตามความต้องการของผู้ใช้

4.3 Microsoft Access เป็นโปรแกรมหนึ่งของ Microsoft Office โปรแกรม Access เป็นโปรแกรมฐานข้อมูล เหมาะสำหรับเก็บข้อมูล และนำมาประมวลผล หรือนำเสนอในรูปแบบรายงาน สามารถนำฐานข้อมูล Access เพื่อเป็นฐานข้อมูลของโปรแกรมอื่น ๆ ได้ไป ไม่ว่าจะใช้พัฒนาร่วมกับ Visual Basic, C++ ก็ได้

กล่าวสรุปได้ว่า การพัฒนาเว็บแบบ Responsive Web Design เป็นการพัฒนาเว็บไซต์โดยใช้เทคนิคของ CSS และ JavaScript ในการออกแบบเพื่อให้เว็บไซต์สามารถจัดเรียงข้อมูลให้รองรับกับการแสดงผลขนาดหน้าจอที่มีความแตกต่างกันได้โดยอัตโนมัติ ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า เวลาสั้นกว่า และประสิทธิภาพที่สูงกว่าการผลิตเว็บไซต์หลายเวอร์ชั่น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

5. ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory)

ศิริชัย กาญจนวาสี (2545) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ หรือ IRT นี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Binary or Dichotomous IRT) ซึ่งเป็นโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับการตรวจคะแนนรายข้อแบบ 2 ค่า เช่นข้อสอบหรือคำถามที่ตรวจให้คะแนนแบบ 0,1 (ตอบผิดได้ 0 ตอบถูกได้ 1) แบบถูก/ผิด ใช่/ไม่ใช่ เป็นต้น และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบตรวจให้คะแนนมากกว่า 2 ค่า (Polychromous IRT) ซึ่งเป็นโมเดลการตอบสนอง ข้อสอบที่ใช้กับการตรวจคะแนนรายข้อแบบมากกว่า 2 ค่า เช่น ข้อสอบหรือข้อความมาตรประมาณค่า (Rang scale) การตรวจข้อสอบแบบให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial credit) เป็นต้น

จากฟังก์ชันการตอบสนองข้อสอบสามารถนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง $[P_i(\theta)]$ กับระดับความสามรถของผู้สอบที่วัดได้โดยแบบสอบฉบับนั้น (θ) เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟได้ “โค้งลักษณะข้อสอบ” (Item Characteristic; ICC) โค้งลักษณะข้อสอบมีได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับโมเดล (Model) หรือแบบจำลองที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าว เช่น โมเดลแบบ 1 พารามิเตอร์ 2 พารามิเตอร์ หรือ 3 พารามิเตอร์ เป็นต้น

1. <u>โมเดลการตอบสนองข้อสอบ</u> (Item Response Model)

1.1 ประเภทของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

จากแนวคิดตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ได้มีการพัฒนาโมเดลหรือแบบจำลองขึ้นมาหลายรูปแบบด้วยกัน โดยแต่ละโมเดลจะมีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และจำนวนพารามิเตอร์ในฟังก์ชั่นที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ (Hambleton and Swaminathan) ดังนี้

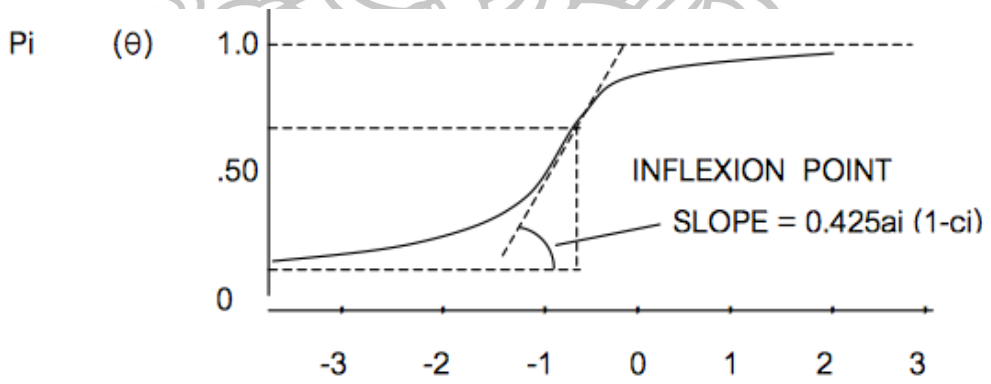
1.1.1 โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับคะแนนรายข้อแบบ 2 ค่า(Dichotomous) เป็นข้อสอบที่ตรวจให้คะแนน 0, 1 (ตอบผิดได้ 0 คะแนน, ตอบถูกได้ 1 คะแนน) โมเดลประเภทนี้ในยะเริ่มแรก (ค.ศ. 1943 – 1968) เช่น Guttman Perfect Scale, Latent Distance Model, Line Model เป็นต้น ในระยะต่อมา (ค.ศ. 1952 ข 1982) ได้มีการพัฒนาโมเดลประเภทนี้เพิ่มขึ้นมาเช่น one-, Two-, Three-Parameter Normal Ogive Model และ One-, Two-, Three, Four-Parameter Logistic Model เป็นต้น

1.1.2 โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับคะแนนรายข้อสอบมากกว่า 2 ค่า (Multichotomous) เช่น Norminal Response Model, Grade Response Model, Partical Credit Model (Semejima, 1972) เป็นต้น

1.1.3 โมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับคะแนนรายข้อแบบต่อเนื่อง (Continuous) เช่น Continuous Response Model (Semejima, 1972) เป็นต้น

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเฉพาะโมเดลการตอบสนองข้อสอบที่ใช้กับคะแนนรายข้อแบบ 2 ค่าเท่านั้น เพราะเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป โมเดลที่รู้จักกันในปัจจุบันได้แก่ โมเดลปกติสะสม (Normal Ogive Model Function) และ (Logistic Model) โดยโมเดลปกติสะสมใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบสนองข้อสอบกับความสามารถของผู้สอบ ส่วนโมเดลโลจิสใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลการตอบกับความสามารถ ซึ่งฟังก์ชันทั้งสองให้ผลลัพธ์ของการประมาณค่าใกล้เคียงกันมาก แต่โมเดลโลจิสลักษณะของสูตรทางคณิตศาสตร์และวิธีการคำนวณง่ายและสะดวกกว่า นอกจากนี้โมเดลโลจิสยังมีความทนทานต่อความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นกับผู้สอนที่มีความสามารถสูงจะตอบข้อสอบได้ดีกว่า จึงทำให้โมเดลโลจิสเป็นที่นิยมกันมากในการนำไปใช้งานจริง

ตัวอย่างของโค้งลักษณะข้อสอบ (Item Charaderistic Curve, ICC) ของโมเดลโลจิสแบบสามพารามิเตอร์สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 เส้นโค้งคุณลักษณะข้อสอบของโมเดลแบบ 3-พารามิเตอร์

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี, ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Modern Test Theories, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545:47)

1.2 พารามิเตอร์ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

โมเดลการตอบสนองข้อสอบประกอบด้วยพารามิเตอร์และค่าคงที่ดังนี้

1.2.1 พารามิเตอร์ของผู้สอบ (Examinee's Parameter)

(θ_p) = ระดับความสามารถของผู้สอบคนที่ P ซึ่งประมาณได้จากโมเดลตามทฤษฎีการตอบสนองและปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย เป็น 0 และเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 ค่า θ มีพิสัยอยู่ระหว่าง -∞ ถึง +∞ แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ในช่วง -3 ถึง +3

1.2.2 พารามิเตอร์ของข้อสอบ (Item Parameters)

b_i = ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ I (Item Difficulty) ซึ่งเป็นการวัดตำแหน่งของโค้งลักษณะของข้อสอบ (ICC) ตามแกนนอนบนสเกลของ θ ณ จุดที่โค้งมีความชันมากที่สุด (จุดเปลี่ยนโค้ง) หรือที่ตำแหน่งต่อไปนี้

$b_i = \theta$ ที่ $P_i(\theta)$ = 0.50 (สำหรับ 1- และ2-Parameter Model)

$b_i = \theta$ ที่ $P_i(\theta)$ = $\frac{1+c}{2}$ (สำหรับ 3- Parameter Model)

ค่า b มีพิสัยอยู่ระหว่าง -∞ ถึง +∞ แต่ในทางปฏิบัตินิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า b_i อยู่ระหว่าง -2.5 ถึง +2.5 ค่า b_i ที่อยู่ใกล้ -2.5 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ส่วน b_i ที่อยู่ใกล้ +2.5 แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก

a_i = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่ i (Item Discrimination) ซึ่งเป็นความชันของโค้ง ICC ณ จุดเปลี่ยนโค้ง หรือจุด $\theta = b_i$ ค่า a มีพิสัยอยู่ระหว่าง -∞ ถึง +∞ ค่า a ที่เป็นลบเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา ในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้ข้อสอบที่มีค่า a_i อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 2.5 ค่า a_i ที่สูง แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมี Slope ที่ชันจึงจำแนกผู้สอบที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดี

c_i = ความน่าจะเป็นของการเดาถูก (Guessing Parameter หรือ pseudo-chance score level) ซึ่งเป็นความน่าจะเป็นที่ผู้สอบที่มีค่าความสามารถต่ำมากๆ จะทำข้อสอบข้อที่ I ได้ถูกต้อง c_i เป็นค่ากำกับต่ำที่สุด (lower assymtote ของ ICC) ค่า c_i มีพิสัยอยู่

ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทั่วไปนิยมใช้ข้อสอบที่ค่า c_i อยู่ระหว่าง 0 ถึง 0.3

1.2.3 ค่าคงที่ (Constant)

e = ค่าคงที่ ซึ่งมีค่าประมาณ 2.71828

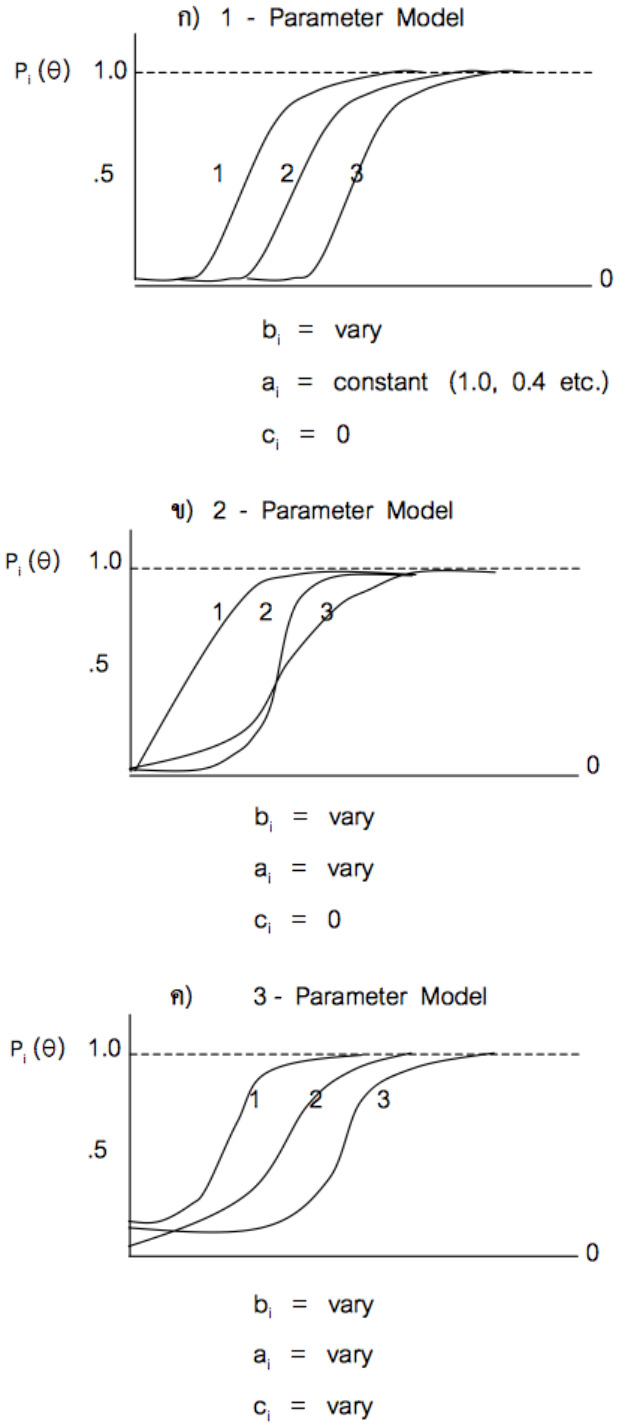
D = ค่าการปรับสเกล (Scaling Factior) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.70

ตารางที่ 1 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของโมเดลการตอบสนองข้อสอบ

Models	Normal Ogive Function	Logistic Function
1 – Parameter	$P_i(\theta) = \int_{-\infty}^{\theta - b_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$	$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-D(\theta - b_i)}}$
2 – Parameter	$P_i(\theta) = \int_{-\infty}^{a_i(\theta - b_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$	$P_i(\theta) = \frac{1}{1+e^{-Da_i(\theta - b_i)}}$
3 – Parameter	$P_i(\theta) = c_i + (1-c_i) \int_{-\infty}^{a_i(\theta - b_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} dz$	$P_i(\theta) = \frac{c_i + (1 - c_i)}{1+e^{-Da_i(\theta - b_i)}}$

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี, ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Modern Test Theories, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545:48)

โค้งคุณลักษณะของข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3 โมเดล

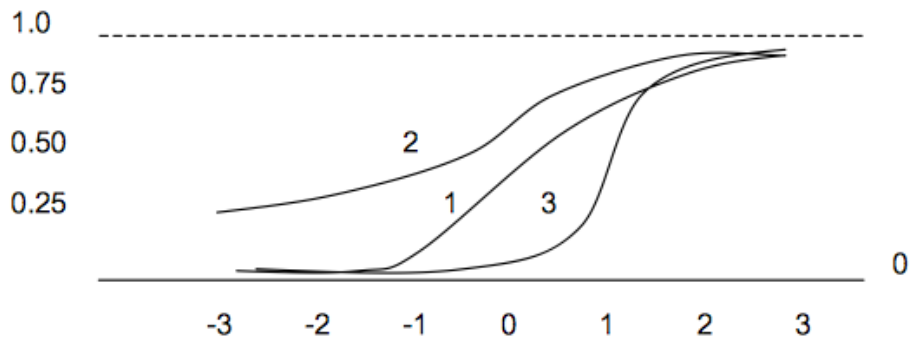


ภาพที่ 4 โค้งคุณลักษณะของข้อสอบตามโมเดลการตอบสนองข้อสอบ 3 โมเดล

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี, ทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ Modern Test Theories, พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545:49)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ 3 ข้อ และ $P_i(\theta)$ ที่ระดับ θ ต่างๆ

Item	Item Parameter			θ					
	a_i	b_i	c_i	-3.0	-2.0	-1.0	0	1.0	2.0
	3.0								
1.	1.0	0.5	0	0	.01	.07	.30	.70	.93
	.99								
2.	0.59	0	0.25	.29	.34	.45	.63	.79	.91	.96
3.	1.50	1.0	0	0	0	.01	.07	.50	.93	.99



ภาพที่ 5 ตัวอย่างโค้งคุณลักษณะข้อสอบ (ICCs) ของข้อสอบ 3 ข้อ

1.3 ฟังก์ชันสารสนเทศ (Information Function)

การวิเคราะห์ตามทฤษฎี IRT จะใช้แบบแผนการตอบสนองแบบสอบเป็นรายข้อในการประมาณค่าความสามรถของผู้สอบ ดังนั้นการประเมินคุณภาพของแบบสอบจึงสามารถพิจารณาจากความถูกต้องแม่นยำในการประมาณความสามรถของผู้สอบ ซึ่งมีดัชนีตัวหนึ่งสามารถใช้ชี้ถึงความถูกต้องแม่นยำดังกล่าวเรียกว่า “สารสนเทศของแบบสอบ” (Test Information) ซึ่งเป็นค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ เกิดจากผลรวมเชิงพีชคณิตของฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบ (Item Information Function) แต่ละข้อรวมเข้าด้วยกัน โดยค่าฟังก์ชันสารสนเทศของข้อสอบเป็นดัชนีผสม (Composition Index) ที่สร้างจากดัชนีคุณลักษณะของข้อสอบหลายลักษณะ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ เพื่อบ่งชี้คุณภาพของข้อสอบ (Bimbaum, 1968) เนื่องจากค่าสารสนเทศสัมพันธ์ผกผันกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการ

ประมาณค่า (θ) มีความสามารถของผู้สอบในช่วง (θ) นั้นๆ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าต่ำ

ด้วยคุณสมบัติด้านความไม่แปรเปลี่ยนตามกลุ่มตัวอย่าง (Invariance) ของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากการวิเคราะห์ ตามทฤษฎี IRT จึงทำให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศเหมาะสมที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบแทนการหาค่าความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดตามทฤษฎีแบบสอบดั้งเดิม (Hambleton, 1977)

ด้วยคุณสมบัติด้านความไม่แปรเปลี่ยนตามกลุ่มตัวอย่าง (Invariance) ของค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจากการวิเคราะห์ ตามทฤษฎี IRT จึงทำให้ค่าฟังก์ชันสารสนเทศเหมาะสมที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบแทนหาค่าความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดตามทฤษฎีแบบสอบดั้งเดิม (Hambleton, 1977)

เมื่อ $a_j^{(k)}$ และ $b_j^{(k+1)}$ = ค่าประมาณอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ j ควรจะเป็นจากการประมาณครั้งที่ k และ k+1 ตามลำดับ

$b_j^{(k)}$ และ $b_j^{(k+1)}$ = ค่าประมาณความยากของข้อสอบข้อที่ j ควรจะเป็นจากการประมาณครั้งที่ k และ k+1 ตามลำดับ

$c_j^{(k)}$ และ $c_j^{(k+1)}$ = ค่าประมาณโอกาสการเดาของข้อสอบข้อที่ j ควรจะเป็นจากการประมาณครั้งที่ k และ k+1 ตามลำดับ

g $[a_j^{(k)}]$ = อนุพันธ์อันดับที่ 1 ของฟังก์ชันการแจกแจงภายหลัง

= d In f (θ; b, a, c/b) d a_j

h $[a_j^{(k)}]$ = อนุพันธ์อันดับที่ 2 ของฟังก์ชันการแจกแจงภายหลัง

= d^2 In f (θ; b, a, c/b) d a_j^2

g $[b_j^{(k)}]$ และh $[b_j^{(k)}]$ = อนุพันธ์อันดับที่ 1 และ 2 ของฟังก์ชันการแจกแจงภายหลังของ b_j

g $[c_j^{(k)}]$ และh $[c_j^{(k)}]$ = อนุพันธ์อันดับที่ 1 และ 2 ของฟังก์ชันการแจกแจงภายหลังของ c_j

2. การประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบด้วยวิธีเบส์ปรับใหม่

การประมาณค่าพารามิเตอร์ความสามารถของผู้สอบ (θ) สำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะ นิยมใช้เบส์ที่มีการปรับใหม่ (Bayesian Updating) ทำให้การประมาณค่าความสามารถของผู้สอบได้ค่าค่อนข้างคงที่ (Owen 1975, อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2550 : 208) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

ขั้นตอนแรก ประมาณค่าความสามารถและความคลาดเคลื่อนมาตรฐานการประมาณค่าความสามารถ โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้สอบ หากไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับผู้สอบกำหนดให้ค่าความสามรถเฉลี่ยแรกเริ่ม (θ) = 0.000 และค่าความแปรปรวน (σ^2) = 1.000

ขั้นตอนที่สอง คัดเลือกข้อสอบจากกลุ่มผู้สอบให้เป็นข้อสอบที่มีความยากใกล้เคียงที่สุดกับความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการประมาณค่าในขั้นแรก และมีอำนาจจำแนกดีที่สุดในบรรดาข้อสอบที่มีความยากง่ายเท่ากัน ข้อสอบข้อใดที่นำมาใช้สอบแล้ว จะไม่นำมาพิจารณาเลือกให้ผู้สอบคนเดิมตอบอีก นำคำตอบของผู้สอบจำแนกเป็นถูกหรือผิดไปประมาณค่าความสามรถลดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่าความสามรถ โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (Owen 1975, อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจวาสี 2550 : 208)

1.ในกรณีที่ตอบข้อสอบถูก

$$\theta_{m+1} = \theta_m + (1-c)\left[\frac{\sigma^2{}_m}{\sqrt{\frac{1}{a^2}+\sigma^2{}_m}}\right]\left(\frac{O(D)}{c+(1-c)A(-D)}\right) \quad (1)$$

$$\sigma^2{}_{m+1} = \sigma^2{}_m\left[1-\left[\frac{1-c}{1+\frac{1}{a^2\sigma^2{}_m}}\right]\left(\frac{O(D)}{B}\right)\left(\frac{(1-c)O(D)}{B}-D\right)\right] \quad (2)$$

เมื่อ $D = \frac{b-\theta_m}{\sqrt{\frac{1}{a^2}+\sigma^2{}_m}}$ (3)

$$B = c + (1-c)x\,A(-D) \quad (4)$$

และ $SEE_{m+1} = \sqrt{\sigma^2{}_{m+1}}$ (5)

2.ในกรณีที่ตอบข้อสอบผิด

$$\theta_{m+1} = \theta_m - \left[\frac{\sigma^2{}_m}{\sqrt{\frac{1}{a^2}+\sigma^2{}_m}}\right]\left(\frac{O(D)}{A(D)}\right) \quad (6)$$

$$\sigma^2{}_{m+1} = \sigma^2{}_m \left[1 - \left[\frac{O(D)}{1+\frac{1}{a^2 b^2{}_m}}\right]\left(\frac{O(D)}{A(D)} + D\right) \div A(D)\right] \quad (7)$$

$$\sigma^2{}_{m+1} = \sigma^2{}_m \left[1 - \left[\frac{O(D)}{1+\frac{1}{a^2 \sigma^2{}_m}}\right]\left(\frac{O(D)}{A(D)} + D\right) \div A(D)\right] \quad (8)$$

เมื่อ θ_m = ความสามารถของผู้สอบที่ประมาณได้ก่อนตอบข้อสอบข้อที่ m+1 ตามปกติแล้ว เมื่อเริ่มทำข้อสอบจะไม่ทราบค่าความสามารถเบื้องต้นของผู้สอบ จึงกำหนดให้ θ_m
เท่ากับ 0.000

$\theta^2{}_m$ = ความแปรปรวนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบก่อนตอบข้อสอบข้อที่ m+1 ตามปกติแล้วเมื่อเริ่มทำข้อสอบจะ ไม่ทราบค่าความแปรปรวนดังกล่าวมาก่อน จึงกำหนดให้ $\theta^2{}_m$ เท่ากับ 1.000

SEE_m= ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบก่อนตอบข้อสอบข้อที่ m+15 ถ้าเป็นการประมาณค่าครั้งแรก กำหนดให้ SEE_m เท่ากับ 1.000

θ_{m+1} = ความแปรปรวนในการประมาณได้หลังจากตอบข้อสอบข้อที่ m+1แล้ว

$\sigma^2{}_{m+1}$ = ความแปรปรวนในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบหลังจากตอบข้อสอบข้อที่ m+1 แล้ว

SEE_m= ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามรถของผู้สอบหลังจากตอบข้อที่ m+1 แล้ว

a_i = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ m+1

b_i = ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ m+1

c_i = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อที่ m+1

D = จุดตัดบนแกน X

O(D) = ค่าออร์ดิเนท (Ordinate) ของโค้งปกติที่จุด D

A(D) = พื้นที่ใต้โค้งปกติจากค่า D ต่ำสุดจนถึงจุด D

การคำนวณหาผลต่างของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผ้าอบ (Δ) มีสูตรการคำนวณดังนี้

A(D) = พื้นที่ใต้โค้งปกติจากค่า D ต่ำสุดจนถึงจุด D

Δ = $SEE_m - SEE_{m+1}$

Δ = ผลต่างของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างข้อที่ m และ m+1

SEE_m = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบก่อนตอบข้อที่ m+1

SEE_{m+1}= ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบก่อนตอบข้อที่ m+1

การคำนวณหาค่าออร์ดิเนท (Ordinate) ของโค้งปกติที่จุด D (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2552)

$O(D) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-D^2/2}$

O(D) = ค่าออร์ดิเนท (Ordinate) ของโค้งปกติที่จุด D

π = 3.14159265

e = 2.71828

D = จุดตัดแกน X

หลักการของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) นำไปพัฒนาเป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive Testing) มีลักษณะเป็นการทดสอบที่ใช้สอบแตกต่างกันจัดให้กับผลสอบแต่ละคนโดยพิจารณาตามความเหมาะสมกับความสามารถของตน การทดสอบเริ่มต้นจากผู้สอบได้รับข้อมูลข้อสอบที่มีความยากปานกลาง (0.000) ถ้าตอบข้อสอบถูกต้องข้อสอบข้อถัดไปจะมีความยากเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าตอบข้อสอบผิดข้อสอบข้อถัดไปจะมีความยากลดลง การทดสอบดำเนินต่อไปจนกระทั่งผลการทดสอบสามารถบอกค่าความสามารถของผู้สอบใกล้เคียงความจริงมากที่สุด การทดสอบจึงยุติ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะ คือ เพื่อประมาณค่าความสามารถหรือลักษณะของผู้สอบโดยการตองชุดข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบคนนั้น เมื่อนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยจัดการกับการคำนวณ

สถิติที่ซับซ้อน เรียกโดยทั่วไปว่าการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing : CAT*)*

3. การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive testing)

การทดสอบด้วยแบบสอบฉบับเดียวกันเมื่อนำมาใช้สอบกับกลุ่มผู้สอบกลุ่มหนึ่ง ความถูกต้องแม่นยำของคะแนนที่จะได้จะไม่เหมือนกันสำหรับผู้สอบแต่ละคน บางคนได้คะแนนที่มีความคลาดเคลื่อนน้อย แต่คะแนนของบางคนมีอาจมีความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้นการทดสอบจึงไม่สามารถวัดความสามารถของผู้สอบได้อย่างแท้จริง การทดสอบในอุดมคติจึงเป็นไปในลักษณะที่จัดการทดสอบให้เป็นรายบุคคล โดยทำการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้สอบ (Tailored) เพื่อประมาณค่าความสามารถของผู้สอบนั้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เมื่อสามารถประมาณค่าความสามารถได้อย่างมีความคลาดเคลื่อนต่ำ แล้วจึงยุติการทดสอบ ซึ่งเรียกการทดสอบแบบนี้ว่า การทสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Testing or Tailored Testing)

3.1 ความเป็นมาของการทดสอบแบบปรับเหมาะ

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบเป็นการใช้คลังข้อสอบมาสร้างเป็นแบบทดสอบ แบบสอบแต่ละชุดมีการออกแบบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน ซึ่งเรียกว่า “Tailored Test” คำนี้เป็นครั้งแรก โดย W.W. Turnbull (1951) (Citied in Lord, 1980) ต่อมา ไวส์ ได้เสนอให้ใช้คำว่า “Adaptive Test” (Weiss, 1974)

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบถูกนำมาใช้เริ่มแรกสำหรับทดสอบเชาว์ปัญญาด้วยแบบทดสอบของ บิเนท์ (Binet) ในปี ค.ศ. 1908 โดยผู้ดำเนินการสอบสามารถใช้ดุลพินิจถึงระดับความสามารถของข้อสอบเริ่มต้น ถ้าข้อสอบเริ่มต้นยากเกินไปหรือง่ายเกินไปสำหรับผู้สอบ ผู้ดำเนินการสอบสามารถเลือกใช้ข้อสอบที่ง่ายลงหรือยากขึ้น ได้ตามความเหมาะสม ผู้สอบแต่ละคนจะได้ทำข้อสอบที่ยากขึ้นเรื่อยๆ จนผู้สอบทำไม่ถูกจำนวนหนึ่งการทดสอบก็จะยุติลง ในการให้คะแนนตั้งอยู่บนข้อตกลงเบื้องต้นว่า ถ้าผู้สอบทำกลุ่มข้อสอบใดได้ถูกต้อง ย่อมจะทำข้อสอบที่ง่ายกว่านั้นได้ถูกต้องด้วย แต่อาจจะทำข้อที่ยากกว่านั้นไม่ได้ ต่อมามีการนำแนวคิดของการทดสอบลักษณะดังกล่าวมาใช้กันบ้าง แต่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากนัก

ไรท์ และดักกลาส (Wright & Douglas, 1975) ได้เสนอวิธีการทดสอบแบบปรับเหมาะที่สร้างสเกลความยากของข้อสอบ จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดล 1 พารามิเตอร์ ของราชส์ โดยผู้สอบได้รับแบบสอบที่เรียงข้อสอบตามระดับความยาก และแนะนำให้ผู้สอบเริ่มทำข้อที่มีความยาก ปานกลาง ในการทำข้อสอบให้เลือกทำข้อที่ง่ายลง และยากขึ้นขึ้นได้ จนผู้สอบพบว่าข้อใดบ้างที่ยากเกินไป หรือง่ายเกินไปสำหรับตน คะแนนของผู้สอบได้จากการรวม จำนวนข้อที่ตอบ

ถูกกับจำนวนข้อที่ตนเองตัดสินว่าง่ายเกินไป วิธีการให้คะแนนลักษณะนี้ยังเป็นเรื่องที่ถูกเถียงกันถึงความเหมาะสม นอกจากนี้ ลอร์ด (Lord, 1969) ได้ใช้วิธีการสอบแบบปรับเหมาะ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการใช้แบบสอบฉบับสั้นสำหรับจัดระดับความสามารถของผู้สอบ เรียกว่า “Routing Test” เพื่อพิจารณาว่าผู้สอบผู้นั้นควรใช้แบบสอบขั้นที่สอง (Second - stage test) ระดับความยากใด ลอร์ดได้เสนอวิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบจากการทำแบบสอบทั้งสองฉบับร่วมกัน ผลการวิจัยจากการสร้างสถานการณ์จำลอง พบว่า การทดสอบแบบขั้นตอนเดียวแบบประเพณีนิยม แต่ให้ผลไม่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มผู้มีความสามารถปานกลาง ต่อมา ลอร์ด (Lord, 1980) ซึ่งทำการวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบอยู่ที่สถาบันบริการทดสอบทางการศึกษา (ETS) ได้ให้ความสนใจการทดสอบแบบปรับเหมาะ เพราะมีความเชื่อว่าแบบสอบที่มีความยาวคงที่ไม่น่าจะมีประสิทธิภาพสำหรับผู้สอบส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้สอบที่มีความสามารถสูง และความสามารถต่ำ เนื่องจากผู้สอบที่มีความสามารถสูง ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบข้อที่ง่าย ในขณะที่ผู้สอบที่มีความสามารถต่ำก็ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบข้อที่ยากมาก ๆ เพราะข้อสอบเหล่านั้นจะให้สารสนเทศสำหรับผู้สอบน้อยมาก ดังนั้นสามารถทำให้แบบสอบสั้นลงได้ โดยไม่ได้สูญเสียความแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบเลย ถ้ามีการเลือกข้อสอบที่ให้สารสนเทศสูงสุดสำหรับการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งในทางทฤษฎีสามารถที่จะจัดชุดของแบบสอบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคนได้ โดยมีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าที่ต่ำลง

3.2 ความหมายของการทดสอบแบบปรับเหมาะ

แบบสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Test) หมายถึง แบบสอบที่ประกอบด้วยชุดของข้อสอบแตกต่างกันที่จัดให้สำหรับผู้ที่สอบต่างกัน โดยใช้การคัดเลือกข้อสอบสำหรับผู้สอบแต่ละคนตามระดับความสามารถที่มุ่งวัดของบุคคลนั้น

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้ที่สอบ (Adaptive Testing) หมายถึง การทดสอบที่ใช้แบบสอบต่างชุดกันสำหรับผู้สอบต่างกัน โดยมีการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ มีความแตกต่างที่สำคัญจากการทดสอบแบบประเพณีนิยม เป็นการสร้างแบบสอบขึ้นมาชุดเดียวให้ครอบคลุมองค์ประกอบของคุณลักษณะหรือเนื้อหาที่ต้องการวัด มีค่าความยากของข้อสอบที่หลากหลาย โดยไม่มีการกำหนดสัดส่วนของค่าความยากที่แน่นอน โดยทั่วไปนิยมให้มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2-0.8 สำหรับนำไปใช้สอบกับผู้สอบกลุ่มใดก็ได้ ไม่ว่าผู้สอบจะมีความสามารถสูง ปานกลางหรือต่ำ ทุกคนจะต้องทำข้อสอบชุดเดียวกันนั้น มีจำนวนข้อเท่ากันและเหมือนกันหมดทุกข้อ แต่การ

ทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามรถของผู้สอบ เป็นการใช้ข้อสอบจากคลังข้อสอบมาสร้างแบบสอบ แบบสอบแต่ละชุดมีการออกแบบให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบแต่ละคน

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบจะช่วยลดจำนวนข้อสอบและเวลาของการสอบ นอกจากนี้ยังช่วยผ่อนคลายความเครียดของการสอบอีกด้วย เช่น ในกรณีของผู้สอบที่มีความสามารถต่ำ ไม่จำเป็นต้องเครียดกับการทำข้อสอบที่ยากเกินความสามรถ ในขณะเดียวกันผู้สอบที่มีความสามารถสูงก็ไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบที่ง่ายเกินไปจนอาจมีผลให้เกิดความระมัดระวังในการทำข้อสอบที่ยากขึ้น เป็นต้น ข้อสอบข้อที่ง่ายเกินไปหรือยากเกินไปเมื่อเทียบกับระดับความสามารถของผู้สอบ ย่อมไม่ค่อยให้สารสนเทศ (Information)ที่เป็นประโยชน์มากนักสำหรับผู้สอบ ในขณะที่การคัดเลือกข้อสอบมีระดับความยากพอเหมาะกับผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ย่อมให้สารสนเทศที่สำคัญเกี่ยวกับความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ

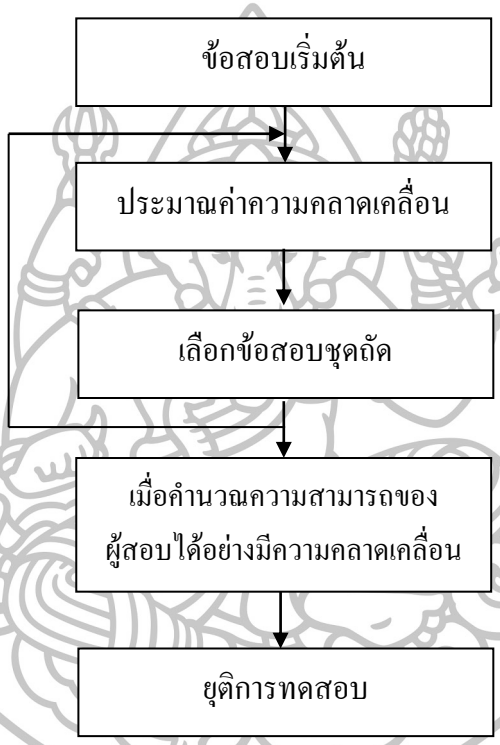
ดังนั้น ข้อสอบแต่ละข้อจากคลังข้อสอบที่นำมาใช้แต่ละคน จึงถูกเลือกหรือเสมือนเป็นการปรับให้เหมาะสมกับความสามรถของผู้สอบขณะทำการสอบ ผู้สอบแต่ละคนจึงทำข้อสอบแตกต่างกัน และจำนวนข้อสอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

3.3 หลักการของการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Principles of Adaptive Testing)

ในการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ หลักการคัดเลือกข้อสอบสำหรับแต่ละคนอยู่บนพื้นฐานของผลการตอบข้อสอบที่ผ่านมาของผู้สอบนั้น เมื่อผู้สอบทำข้อสอบข้อเริ่มต้นหรือชุดแรก (ขึ้นอยู่กับการออกแบบ) จากคลังข้อสอบแล้ว จะมีการวิเคราะห์ระดับความสามารถหรือประเมินความสามารถของผู้สอบเบื้องต้น เพื่อคัดเลือกข้อสอบข้อต่อไปที่มีความยากและอำนาจจำแนกเหมาะสมที่จะใช้วัดระดับความสามารถของผู้สอบ ประมาณระดับความ สามารถของผู้สอบใหม่ จากนั้นจะเลือกข้อสอบที่เหมาะสมต่อไป โดยอาศัยหลักที่ว่า ถ้าทำข้อสอบที่ผ่านมาถูก ข้อถัดไปจะยากขึ้น แต่ถ้าทำข้อสอบที่ผ่านมาผิด ข้อถัดไปจะง่ายลง กระบวนการนี้จะดำเนินต่อไปเรื่อย ๆจนสามารถประมาณระดับความสามารถของผู้สอบได้อย่างน่าเชื่อถือ (ความ คลาดเคลื่อนต่ำ) ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดสอบจะยุติลง

เนื่องจากหลักการประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ และผู้สอบตามทฤษฎีการตอนสนองข้อสอบ (IRT) มีความเป็นอิสระจากกลุ่มผู้สอบและชุดของข้อสอบ ถึงแม้ผู้สอบจะได้รับแบบสอบต่างชุดกัน ความยากแตกต่างกัน IRT ก็สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ (a, b และ c) และความสามารถของผู้สอบ (θ) อยู่บนกรอบที่สามารถนำมาเปรียบเทียบระหว่างผู้สอบได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น IRT ยังให้ค่าสารสนเทศของข้อสอบและแบบสอบสำหรับตรวจสอบความถูกต้องแม้นยำ หรือความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า SE (θ) ได้อีกด้วย ในการประยุกต์ IRT สำหรับทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ ยังคงอยู่บนข้อตกลง

เบื้องต้นของการใช้แบบสอบที่มุ่งวัดคุณลักษณะเด่นด้านเดียวเท่านั้น โดยโมเดล IRT ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทดสอบแบบปรับเหมาะ คือโมเดล 3-พารามิเตอร์ (Green et. al., 1984; Lord, 1980; Weiss, 1983) เหตุผลสำคัญคือ โมเดล 1 และ 2-พารามิเตอร์ สามารถประมาณค่าระดับความสามารถของผู้สอบได้อย่างเชื่อถือ (ความคลาดเคลื่อนต่ำ) ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดสอบก็จะยุติลง



ภาพที่ 6 แนวคิดของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามรถของผู้สอบ

การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการทดสอบแบบประเพณีนิยม (Lord, 1971 ; Hulin, Drasgow & Parsons, 1982 ; Weiss, 1988) พอสรุปได้ในด้านต่างๆดังนี้

1. ลดจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบของแต่ละคน ขึงเป็นการประหยัดเวลาของการทดสอบ ซึ่งสามารถลดจำนวนข้อสอบลงได้ประมาณ 50% หรือถ้าใช้เวลาในการทดสอบเท่ากัน จะทำให้วัดความสามารถได้ละเอียดกว่าหรือหลายมิติกว่า เช่น การวัดความถนัดพหุในด้านต่างๆ เป็นต้น

2. ได้สารสนเทศสูงสุด เกี่ยวกับความสามารถของผู้สอบ กล่าวคือความคลาดเคลื่อนของการวัด (Measurement error) จะลดลงกว่าวิธีการทดสอบแบบประเพณีนิยม

การทดสอบแบบปรับเหมาะเหมากับความสามารของผู้สอบ จึงมีประสิทธิภาพเนื่องจากประหยัดเวลา โดยไม่ทำให้คุณภาพของการทดสอบลดลง แต่กลับมีแนวโน้มที่จะเพิ่มคุณภาพของการวัดให้สูงขึ้น ทั้งในแง่ความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity) อย่างไรก็ตามการทดสอบที่มีคุณภาพสูงขึ้นนี้ จะได้มาก็ด้วยพยายามของการสร้างระบบการทดสอบแนวใหม่และการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาช่วยในการทดสอบ

3.4 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะ

การจัดประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสามารถจำแนกได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ในที่นี้ขอเสนอเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกที่สำคัญได้แก่ การจำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ และการจำแนกตามยุทธวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ

3.4.1 การจำแนกประเภท

ฮูลิน ดราสโก และ พาร์สันส์ (Hulin, drasgow & Parsons, 1983) ได้จำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ โดยพิจารณาถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ จึงจำแนกเป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์และการทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์

1. การทดสอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยการทดสอบที่ใช้การสอบดังต่อไปนี้

1.1 แบบสอบวัดเชาว์ปัญญารายบุคคลของ

1.2 แบบสอบเลือกคำตอบเป็นกลุ่มแบบสองขั้นตอน

1.3 แบบสอบปรับระดับความสามารถที่ยืดหยุ่น

1.4 แบบสอบกำหนดตามการแยกทาง

2. การทดสอบที่ใช้คอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Testing)

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อความสะดวกในการคัดเลือกข้อสอบ และประมาณค่าความสามารถของผู้สอบ ซึ่งนิยมใช้การกำหนดทางแยกแบบแปรผัน และใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเป็นพื้นฐานในการประมาณค่า

ไวส์ (Weiss, 1974) แฮมบลิตัน และสวามินาธาน (Hambleton & Swamnathan, 1985) ได้จำแนกประเภทของการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของ

ผู้สอบ โดยพิจารณาถึงยุทธวิธีที่ใช้ในการคัดเลือกข้อสอบ จึงจำแนกเป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ใช้ยุทธวิธีสองขั้นตอนและยุทธวิธีหลายขั้นตอน

1. ยุทธวิธีสองขั้นตอน (Two-stage Strategies)

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่แบ่งการทดสอบออกเป็นขั้นตอน ประกอบด้วยขั้นตอนแรกเป็นการสอบกำหนดทิศทางและขั้นตอนที่สองเป็นการสอบวัดผล

2. ยุทธวิธีหลายขั้นตอน

เป็นการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่แบ่งการทดสอบออกเป็นหลายขั้นตอน โดยมีการจัดโครงสร้างของขั้นตอนจัดเรียงข้อสอบ การเลือกข้อสอบและยุติการทดสอบหลายรูปแบบแบ่งออกเป็น

2.1 ยุทธวิธีหลายขั้นตอนแบบทางแยกคงที่ (Fixed-Branching)

2.2 ยุทธวิธีหลายขั้นตอนแบบทางแยกผันแปร (Variable Braching)

3. วิธีการดำเนินงาน

วิธีดำเนินงานการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบเมื่อจำแนกตามเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ สามารถดำเนินการได้ทั้งแบบไม่ใช้คอมพิวเตอร์และแบบใช้คอมพิวเตอร์ แต่เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของการทดสอบแล้ว การทดสอบแบบปรับเหมาะจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

3.5 การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์

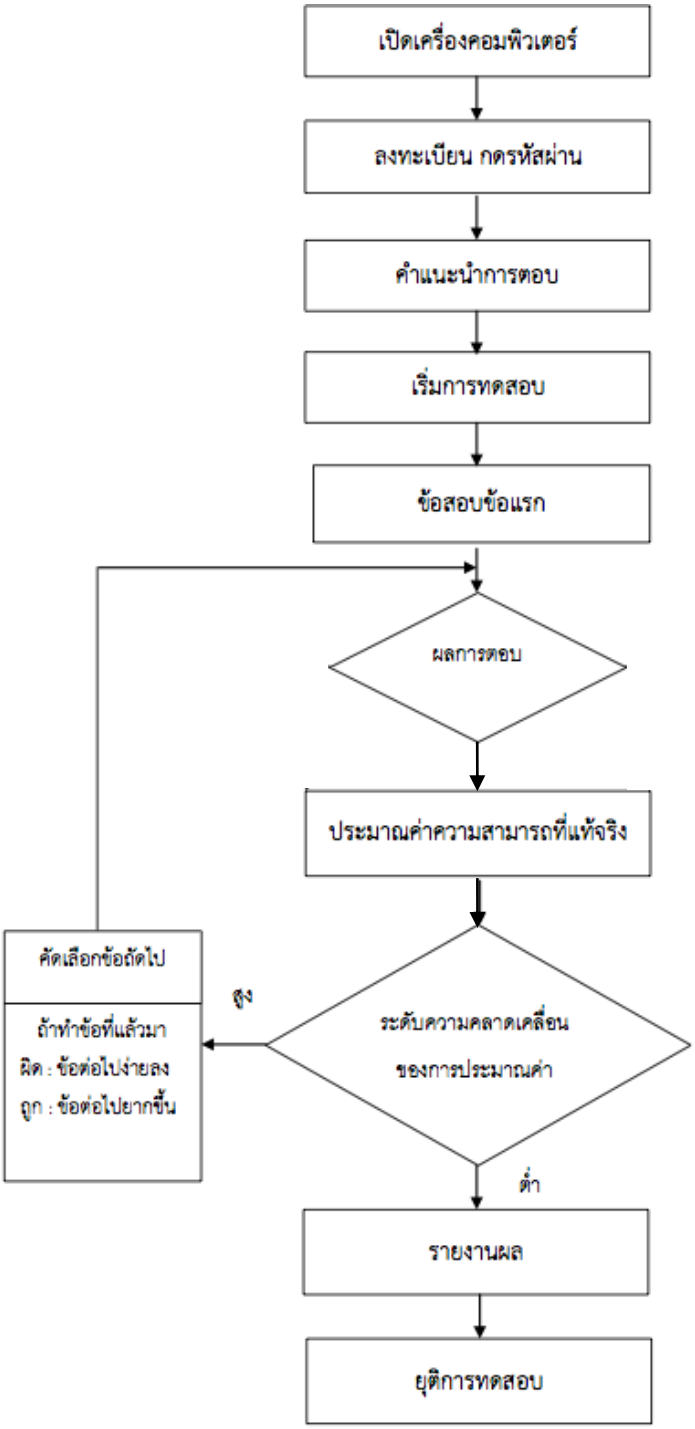
หลายทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทดสอบ (Computer Assisted Testing) เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการตรวจข้อสอบ วิเคราะห์ข้อสอบ ตัดเกรด และรายงานผล ซึ่งได้ใช้กันอย่างกว้างขวางในช่วงปี ค.ศ. 1970 - 1980 รวมทั้งการนำมาใช้สร้างคลังข้อสอบ (Item Bank)

ในเวลาต่อมาได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการดำเนินการสอน โดยนำมาใช้พิมพ์แบบสอบเก็บไว้ในหน่วยความจำ และเขียนโปรแกรมให้สามารถแสดงข้อสอบบนจอภาพ จึงสามารถทำการสอบบนจอคอมพิวเตอร์แทนการเขียนบนกระดาษคำตอบ พร้อมทั้งสามารถตรวจให้คะแนนทันที และแปลความหมายผลการสอบได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งถือว่าเป็น “First Generation” ของ Computer Administered Test (Bunderson, Inouye & Olsen, 1989) ยังผลให้ธรรมชาติของการทดสอบเกิดมิติใหม่ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเป็นอย่างมาก

การพลิกโฉมหน้าของการทดสอบครั้งใหญ่เกิดขึ้นเมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับการสร้างรูปแบบข้อสอบ (Item Form) เพื่อให้สามารถผลิตข้อสอบจำนวนมากเก็บไว้ในคลัง

ข้อสอบพร้อมทั้งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ ซึ่งเรียกว่า Computerized - Adaptive Testing (CAT) ซึ่งเป็นการทดสอบที่มีการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ จึงถือเป็น “Second Generation” ของ Computer Administered Test

เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์จะมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการพลิกโฉมหน้าการทดสอบในอนาคต ลองจินตนาการถึงบรรยากาศของการทดสอบที่เกิดขึ้นในอีกไม่นานโดยเริ่มต้น ณ ศูนย์การทดสอบแห่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละตัวบรรจุด้วยโปรแกรมกลไกในการผลิตข้อสอบที่สามารถสร้างข้อสอบครอบคลุมเนื้อเรื่องที่ต้องการจำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถจัดเรียงข้อสอบเหล่านั้นรวมเป็นคลังข้อสอบของวิชาต่างๆ เมื่อถึงกำหนดช่วงเวลาสำหรับการทดสอบ ผู้สอบสามารถสอบได้ต่างเวลากันตามความพร้อมของแต่ละคน หลังจากลงทะเบียนการสอบและกดรหัสผ่านแป้นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแนะนำวิธีการตอบข้อสอบ มีการซักซ้อมและทดลองตอบจนเข้าใจดีแล้ว กระบวนการทดสอบก็จะเริ่มขึ้น โดยสุ่มข้อสอบข้อแรก (Initial item) จากคลังข้อสอบ ตามหลักทั่วไปข้อสอบข้อแรกจะมีความยากปานกลาง หรือเป็นข้อสอบที่คัดเลือกให้เหมาะสมกับผู้สอบตามสารสนเทศที่ได้รับ จากผลการตอบจะมีการประมาณค่าความสามารถเบื้องต้นของผู้สอบ ถ้าผลการตอบออกมาถูก ข้อถัดไปจะยากขึ้น แต่ถ้าผลการตอบออกมาผิด ข้อถัดไปจะง่ายลง กระบวนการทดสอบจะทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อยจนบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบนั้นได้อย่างน่าเชื่อถือ (มีความคลาดเคลื่อนต่ำ) โปรแกรมก็จะยุติการทำงาน บันทึกผลการทดสอบ รายงานความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และพิมพ์รายงานออกไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทดสอบ CAT

3.6 องค์ประกอบการดำเนินงานของ CAT

CAT มีองค์ประกอบสำคัญของการดำเนินงาน 3 ส่วน ได้แก่ 1) จุดเริ่มต้นการทดสอบ 2) การคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถและ 3) เกณฑ์ยุติกาทดสอบ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.6.1 จุดเริ่มต้นก่อนทดสอบ (Starting Point)

การทดสอบเริ่มต้นด้วยการคัดเลือกข้อสอบข้อแรก (Initial item) การคัดเลือกข้อสอบข้อแรกนิยมใช้ข้อสอบที่มีความยากปานกลาง ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการเลือกได้เป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีแรก: เมื่อประชากรผู้สอบมีความสามารถค่อนข้างใกล้เคียงกัน (homogeneous) หรือประชากรผู้สอบที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมา เช่น นักศึกษาปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ควรเริ่มต้นด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางสำหรับประชากรกลุ่มนี้

กรณีที่สอง: เมื่อประชากรผู้สอบมีความสามารถค่อนข้างแตกต่างกัน (heterogeneous)หรือ ประชาหรผู้สอบที่พอมีสารสนเทศเกี่ยวกับระดับการศึกษาของผู้สอบ เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นต้น ควรเริ่มต้นด้วยข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางสำหรับแต่ละระดับของผู้สอบ

ลอร์ด (Lord, 1977) พบว่าการคัดเลือกข้อสอบข้อแรกไม่ค่อยมีความสำคัญต่อการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบเท่าใดนัก โดย ลอร์ด ได้ทำการทดลองด้วยสถานการณ์จำลอง จากการเริ่มต้นการทดสอบด้วยข้อสอบที่มีความยากระดับต่างๆ กัน พบว่าเกือบไม่มีผลต่อความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าความสามารถที่แท้จริง (θ) หลังจากการใช้ข้อสอบ 25 ข้อ ขึ้นไป จึงอาจกล่าวได้ว่าการเลือกข้อสอบเริ่มต้นไม่ค่อยมีผลสำหรับ CAT ที่ใช้ แบบสอบที่มีจำนวนข้อสอบมาก

3.6.2 การคัดเลือกข้อสอบและการประมาณค่าความสามารถ (Item Selection and Ability Estimatation)

1. การประมาณค่าความสามารถ (θ)

ตามทฤษฎี IRT วิธีที่นิยมใช้สำหรับประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ (θ) มี 2 วิธี ได้แก่ Maximum Likelihood Estimation และ Bayesian Estimation

สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการประมาณค่า (θ) ตามทฤษฎี IRT สามารถเลือกใช้ได้ เช่น LOGISTS, BILOG เป็นต้น

2. การคัดเลือกข้อสอบ (Item Selection)

วิธีการประมาณค่า θ แบบใดก็ตาม สามารถใช้กับวิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบใดก็ได้ แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณ นิยมที่จะเลือกวิธีการประมาณค่า θ กับวิธีการเลือกข้อสอบให้สอดคล้องกัน (Hulin, Drasgow & Parsons, 1983) ดังนี้

2.1 การประมาณค่า θ ด้วยวิธี Maximum Likelihood

การประมาณค่า θ ด้วยวิธี Maximum Likelihood นิยมใช้กับวิธีการคัดเลือกข้อสอบวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

2.1.1 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (b_i) สอดคล้องกับระดับความสามารถที่ประมาณค่าได้ ($\hat{\theta}$) [Match $b_i$to $\hat{\theta}$]

โดยการตรวจสอบข้อสอบทุกข้อ เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่า b_i ใกล้เคียงที่สุดกับ θที่เพิ่งประมาณได้ และใช้ข้อสอบนั้นเป็นข้อถัดไป วิธีนี้ใช้กันมาตั้งแต่ต้นยุคของ Tailored Testing เนื่องจากคำนวณง่ายและประหยัด

2.1.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีตำแหน่งสารสนเทศสูงสุด (m_i) สอดคล้องกับระดับความสามารถที่ประมาณได้ ($\hat{\theta}$) [Match $m_i$to $\hat{\theta}$]

ข้อสอบมักมีปัจจัยการเดาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า b_iใกล้ เคียงที่สุดกับ $\hat{\theta}$ จึงมักมีแนวโน้มที่จะได้ข้อที่ยากเกินไปสำหรับผู้สอบ เนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อให้สารสนเทศสูงสุดที่ตำแหน่ง $\theta = m_i$ *เมื่อ* m_i สำหรับโมเดล 3 – พารามิเตอร์คำนวณได้ดังนี้

$$m_{\mathrm{i}} = b_i + \frac{1}{Da_1}\ln\left[\frac{1+\sqrt{1+8c_i}}{2}\right]$$

ในเมื่อ D = ค่าคงที่

In = natural logarithm

a_1 = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

b_i = ค่าความยากของข้อสอบ

c_i = ค่าโอกาสการเดาข้อสอบถูก

m_i เป็นค่า θ ณ ตำแหน่งที่ข้อสอบนั้นให้สามารถสูงสุด ซึ่ง $m_i > b_i$

ถ้า$c_i > 0$ แสดงว่าข้อสอบที่มีค่าความยาก b_i เหมาะที่จะใช้ประมาณค่า θ ของผู้สอบที่มีความสามารถสูงกว่า b_i เล็กน้อย ดังนั้นการคัดเลือกข้อสอบจากค่า b_i จึงสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นเมื่อพิจารณาค่า m_i ดังตัวอย่างในตาราง 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ m_i และ I(θ) ของข้อสอบ 4 ข้อ

ข้อสอบข้อที่	a_i	b_i	c_i	m_i	I(θ) ที่ θ = .4
5	.690	.217	.15	.402	.258
10	.690	.507	.13	.672	.260
20	1.104	.797	.12	.892	.643
30	.99	1.000	.25	.440	.260

สมมุติว่า ความสามารถที่เพิ่งประมาณได้ ($\hat{\theta}_p$) ของผู้สอบ p เป็น 0.40 ถ้าใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบตามวิธีที่ 1 (เลือกข้อที่มี b_i ใกล้เคียงกับ $\hat{\theta}$) จะต้องเลือกข้อถัดไปคือข้อ 10 เพราะ b_{10} = .507 ซึ่งใกล้เคียงกับ $\hat{\theta}$ = .40 แต่ถ้าใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบตามวิธีที่ 2 (เลือกข้อที่มี m_i ใกล้เคียง $\hat{\theta}$) จะต้องเลือกข้อถัดไปคือข้อ 5 เพราะ m_5 = .402 ซึ่งใกล้เคียงกับ $\hat{\theta}$ = .40

2.1.3 การคัดเลือกข้อสอบที่ให้สารสนเทศสูงสุดตรงตำแหน่ง $\hat{\theta}$ (Maximum Information Item information)

โดยการตรวจสอบข้อสอบทุกข้อที่ยังไม่ได้นำมาใช้สอบ ที่สามารถให้สารสนเทศ ณ ตำแหน่ง $\hat{\theta}$ การคัดเลือกข้อสอบตามวิธีนี้ จึงคำนวณสารสนเทศของข้อสอบ (item information) ตรงตำแหน่ง $\hat{\theta}$ [I ($\hat{\theta}$, u_i)]

จากข้อสอบตามตารางที่ 2 ถ้า $\hat{\theta}$ = 0.40 การคัดเลือกข้อสอบโดยวิธีนี้ข้อสอบข้อถัดไปจะต้องเป็นข้อ 20 เนื่องจาก I($\hat{\theta}$ = .40) = 0.643 ซึ่งมีค่าสูงสุด

2.2 การประมาณค่า θ ด้วยวิธี Bayesian

จาก Bayes's theorem

f(θ/U) = K L (U/ θ) f(θ)

เมื่อ

f(θ/U) = positerior distribution ของ θ

L(U/ θ) = likelihood function ของ vector U (item responses)

f(θ) = prior distribution ของ θ

k = constant

วิธีการคัดเลือกข้อสอบที่ใช้กันมากที่สุดควบคู่ไปกับการประมาณค่า θ ด้วยวิธี Bayesian คือการเลือกข้อสอบที่ยังไม่ได้นำไปใช้ในการทดสอบนั้นที่จะให้ค่าความแปรปรวนของค่าความสามารถที่คาดหวังมีค่าต่ำสุด (Smallest Posterior Variance) นั่นคือเป็นการเลือกข้อที่คาดว่าจะลดความไม่แน่นอนลงได้มากที่สุดในการประมาณค่า θ

3.6.3 เกณฑ์ยุติการทดลอง (Termination Criteria)

เกณฑ์ยุติการทดสอบที่นิยมใช้กันอยู่ขณะนี้มี 2 ลักษณะดังนี้

1. กำหนดจำนวนข้อสอบให้คงที่

เป็นการกำหนดจำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบให้คงที่สำหรับทุกคน เช่น กำหนดให้การทดสอบแบบปรับเหมาะใช้ข้อสอบจำนวน 25 ข้อ (n = 25) เมื่อผู้สอบทำข้อสอบครบ 25 ข้อ การทดสอบก็ยุติลง เกณฑ์นี้ค่อยข้างเป็นประโยชน์ในการศึกษาภายใต้สถานการณ์จำลองแบบ Monte Carlo Simulation เนื่องจากจำนวนข้อสอบเท่ากัน ทำให้สามารถเปรียบเทียบสารสนเทศของแบบสอบได้โดยตรง

ในทางปฏิบัติการกำหนดให้ทุกคนทำข้อสอบจำนวนเท่ากัน อาจมีคุณภาพของการวัดผลได้แตกต่างกัน ดังนั้นเกณฑ์ในอีกลักษณะหนึ่งจึงพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดผลเป็นสำคัญ

2. กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ในทางปฏิบัติ การทดสอบ CAT ควรดำเนินไปเรื่อยจนกว่าการประมาณค่า θ มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน [Standard Error ; SE (θ)] ลดต่ำลงจนถึงระดับที่ยอมรับได้การทดสอบจึงควรยุติลง ณ เวลานั้น

$$SE(\theta) = \frac{1}{\sqrt{I(\theta)}}$$

เมื่อ

$SE(\theta)$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า θ

I(θ) =สารสนเทศของแบบทดสอบที่ให้สำหรับผู้ที่มีความสามารถ θ

3.7 การนำ CAT ไปประยุกต์ใช้ในการทดสอบ

3.7.1 องค์ประกอบสำคัญของการประยุกต์ CAT

การนำการทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถผู้สอบไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีองค์ ประกอบสำคัญดังนี้

1. มีคลังข้อสอบขนาดใหญ่

คลังข้อสอบจะต้องประกอบด้วยชุดของข้อสอบที่มุ่งวัดลักษณะหรือความสามารถที่ต้องการวัดได้ ข้อสอบจะต้องครอบคลุมระดับความสามารถต่างๆกัน มีจำนวน

ข้อสอบที่มากพอ อย่างน้อย 100 – 200 ข้อ ถ้าจะให้ดีต้องมีข้อสอบจำนวน 2^n ข้อ เมื่อ n = จำนวนข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบ เช่น ถ้าต้องการสอบทุกคนด้วยข้อสอบประมาณ 10 ข้อ จำนวนข้อสอบในคลังควรมี 1024 ข้อ เป็นต้น แต่ถ้าการทดสอบมีการกำหนดจำนวนข้อที่จะใช้คงที่เหมือนกันทุกคน จำนวนข้อสอบควรมีอย่างน้อย n(n+1)/2 เช่น ถ้าต้องการสอบทุกคนด้วยข้อสอบ 10 ข้อนั้น จำนวนข้อสอบในคลังควรมีอย่างน้อย 55 ข้อ เป็นต้น โดยข้อสอบแต่ละข้อควรมีอำนาจจำแนกสูงที่ค่าความยากที่ครอบคลุมระดับช่วงต่างๆ อย่างเหมาะสม และควรมีจำนวนข้อสอบเท่าๆกัน ในแต่ละค่าความยาก

2. มีวิธีการคัดเลือกข้อสอบและตรวจให้คะแนนอย่างมีประสิทธิภาพ

การทดสอบแบบปรับเหมาะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูง ควรใช้กลยุทธ์แบบทางแยกแปรผัน บนฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) ที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการทดสอบ ควรใช้วิธีการคัดเลือกข้อสอบแบบที่ให้สารสนเทศสูงสุด (Maximum Information Strategy) และประมาณค่าความสามารถที่แท้จริง (θ) โดยใช้วิธี Maximum Likelihood Estimation หรืออาจใช้วิธี Bayesian Estimation ก็ได้

3. มีเกณฑ์การยุติการทดสอบที่เหมาะสม

การยุติการทดสอบควรใช้เกณฑ์ที่ทำให้ผลการวัดที่ได้มีความน่าเชื่อถือทัดเทียมกัน สำหรับผู้สอบทุกคน (Equiprecise) ในทุกระดับความสามารถ จึงควรใช้เกณฑ์การยุติการทดสอบแบบแปรผัน (Variable termination criteria) ซึ่งจะทำให้การทดสอบของแต่ละผู้สอบดำเนินไปเรื่อยจนกว่าการประมาณค่า θ ของผู้นั้นจะมีความสูงหรือมีความคลาดเคลื่อนต่ำถึงระดับที่กำหนดไว้ การทดสอบสำหรับผู้นั้นจึงจะยุติลง

3.8 ประโยชน์ของการทดสอบแบบปรับเหมาะ

การทดสอบแบบปรับเหมาะมีประโยชน์ที่สำคัญดังนี้

1. ทำให้การทดสอบมีความคล่องตัว สามารถทดสอบเป็นรายบุคคลตามความพร้อม มีการตรวจสอบให้คะแนน และรายงานผลเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

2. ระบบการทดสอบมีความเป็นมาตรฐาน ส่งเสริมการรักษาความลับของข้อสอบและยุติธรรม

3. ช่วยเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของการวัดความสามารถ / การเรียนรู้ของผู้ สอบได้อย่างรวดเร็วและมีความถูกต้องยิ่งขึ้น

4. ช่วยให้การประเมินผลพัฒนาการหรือการติดตามการเปลี่ยนแปลงความสามารถ / การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

สมใจ ภูครองทุ่ง (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัด เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ ใน 4 ด้าน คือ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการใช้สมบัติ กฎ สูตร นิยาม และทฤษฎีบท ด้านการคำนวณ และด้านอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร อำเภอยางตลาด จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1. แบบฝึกหัด เรื่องฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2. แบบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ พบว่า 1. ด้านการตีความจากโจทย์ นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนการนำข้อมูลมาใช้ผิดคิดเป็นร้อยละ 1.30 2. ด้านการใช้สมบัติ กฎ สูตร นิยาม และทฤษฎีบท นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนจำสมบัติ กฎ สูตร นิยาม และทฤษฎีบทผิดมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 14.35 3. ด้านการคำนวณ นักเรียนมีข้อบกพร่องในส่วนขาดทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 11.41 รองมาคือขาดความรู้พื้นฐานที่จะต้องใช้ในการเรียนเนื้อหานั้น ๆ คิดเป็นร้อยละ 9.84 และ 4. ด้านอื่น ๆ นักเรียนมีข้อบกพร่องที่พบนอกเหนือจากที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 3.06

ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบการทดสอบออนไลน์โดยวิธีเลือกจากความยากง่าย ซึ่งงานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบระบบสารสนเทศ ในการหาค่าสถิติที่จำเป็นของข้อสอบจากข้อมูลการทำข้อสอบของผู้สอบ แล้วนำค่าสถิติค่าความยากง่าย มาประยุกต์ใช้ในการทำแบบทดสอบ โดยใช้อัลกอลิธึมต้นไม้ตัดสินใจ ในการคัดเลือกข้อสอบขึ้นมา ระบบนี้ได้พัฒนาเป็น Web application ด้วยภาษา PHP นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบใช้ และผลการประเมินพบว่า ผู้ทดสอบใช้มีความพึงพอใจในระบบทดสอบออนไลน์ โดยผลการประเมินด้านความพึงพอใจ ด้านความสามารถทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.73 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.28 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ ในระดับดีมาก การประเมินด้านความสามารถในการทำงาน ค่าเฉลี่ย 4.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.20 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การประเมินด้านรูปแบบการนำเสนอ ค่าเฉลี่ย 4.38 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.48 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากและการประเมินด้านความปลอดภัย ค่าเฉลี่ย 4.5 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.57 ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

อนุชิต กลิ่นกำเนิด (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบบริหารการจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ โดยงานวิจัยเป็นการพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น (Web Application) ผู้ใช้โปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ดูแลระบบ สำหรับนักเรียนจะทำการเรียนเนื้อหาสื่อการเรียนโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยทำการวัดค่าความสามารถของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผ่านระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะในการวัดค่าความสามารถของนักเรียนใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) และการประมาณค่าความสามารถ (θ) โดยใช้กลวิธีของเบส์ปรับใหม่ (Bayesian Updating) ในส่วนของครูผู้สอนระบบได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยให้ผู้สอนเตรียมเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสำหรับนักเรียนแต่ละระดับโดยใช้เทคนิคสื่อหมายมิติแบบปรับตัว และจัดเตรียมแบบทดสอบ โดยระบุค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบเพื่อนำไปใช้ในการทำแบบทดสอบแบบปรับเหมาะได้

ผลการวิจัยระบบบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะพบว่า ค่าความสามารถทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าความสามารถทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ครูผู้สอนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดีมากที่สุด ทั้งหมดเห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

อภิสิทธิ์ คุ้มรักษา (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบช่วยสอนแบบปรับเหมาะบนระบบบริหารจัดการเรียนรู้ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบเพื่อใช้ในกิจกรรมเสริมการเรียนการสอนของวิชาระบบเครือข่ายเบื้องต้น สำหรับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โดยระบบจะจัดการเรียนให้เหมาะสมกับความรู้และความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคลวิเคราะห์ผู้เรียนควรได้รับบทเรียนเมื่อใด รูปแบบไหน หรือควรที่จะได้รับบทเรียนเสริมเพิ่มเติมจากระบบหรือไม่ ผู้เรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเองขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคล การทำงานของระบบนำแนวคิดระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) มาใช้ในการประยุกต์ใช้ในการพัฒนา การทำงานเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียนโดยผู้เรียนเลือกรูปแบบการเรียน (Learning Style) ได้ด้วยตนเอง จากการทดสอบท้ายบทของแต่ละหน่วยการเรียนเพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียน แล้วพิจารณาว่าควรนำเสนอรูปแบบการเรียนในหัวข้อถัดไปอย่างไร รูปแบบไหน กรณีที่ค่าระดับความสามารถของผู้เรียนต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด ระบบจะทำการนำเสนอบทเรียนสอนเสริมพิเศษเพิ่มเติม เป็นการช่วยเหลือผู้เรียนในกลุ่มอ่อนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนให้มากขึ้นเป็นพิเศษ

ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของระบบ อยู่ในระดับดี ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนภายหลังสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ผู้เรียนพึงพอใจต่อระบบโดยรวมในระดับมาก

สุรศักดิ์ มังสิงห์ (2551) ได้ศึกษาและพัฒนาระบบสอนเสริมอัจฉริยะโดยประยุกต์ใช้เทคนิคด้านปัญญาประดิษฐ์แบบซอฟต์แวร์เอเจนต์สำหรับการเรียนการโปรแกรมภาษาจาวาโดยระบบสามารถตรวจสอบประวัติการเรียนของผู้เรียนและให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทเรียนที่ควรศึกษาหรือทบทวนให้แก่ผู้เรียนแต่ละรายอย่างเหมาะสม ผลการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการใช้โปรแกรมพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ที่ลงทะเบียนเข้าใช้ระบบเป็นกลุ่มที่มีประสบการณ์ด้านโปรแกรมภาษาจาวาในระดับเกรด C และต่ำกว่าเกรด C โดยมีการเข้าใช้ระบบโดยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 1 ครั้งเหมือนกับการเรียนวิชาอื่นตามปกติ

เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์ (2558) ได้พัฒนาโปรแกรมประประเมินความรู้ทางการวิจัยการศึกษาแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ออนไลน์สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออก เฉียงเหนือ พบว่า 1) ได้คลังข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 294 ข้อ 2) โปรแกรมการประเมินความรู้ทางการวิจัยการศึกษาแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ออนไลน์สำหรับนักศึกษาครู สามารถเลือกข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้สอบ วัดพฤติกรรมด้านพุทธิปัญญาได้ถูกต้อง คงที่ รวดเร็ว เช่น จำข้อเท็จจริง เข้าในมโนทัศน์ ประยุกต์ใช้วิธีดำเนินการ วิเคราะห์มโนทัศน์ เป็นต้น และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนได้ทันที ในกรณีที่ผู้เรียนตอบข้อสอบผิด โปรแกรมจะแนะนำให้ผู้เรียนเข้าศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมได้ทันที โดยรายงานผลการทดสอบความสามารถของผู้สอบในรูปคะแนนมาตรฐานปกติ Z (Normalized Z-Score) ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ประเมินผลได้ 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ค่อนข้างดี ปกติ และต่ำกว่าปกติ สรุปผลการประเมินได้ 2 ระดับ คือ ผ่านและไม่ผ่าน 3) ผลการทดลองใช้โปรแกรมโดยนักศึกษาครูและอาจารย์พบว่า มีปัญหาเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับสีพื้นที่ไม่ชัดเจน ตัวอักษรมีขนาดเล็ก และให้เพิ่มช่องทางการย้อนกลับไปหน้าหลักของโปรแกรม 4) การประเมินคุณภาพของโปรแกรมการประเมินความรู้ทางการวิจัยการศึกษาของนักศึกษา โดยอาจารย์และนักศึกษา เกี่ยวกับมาตรฐานด้านความเป็นประโยชน์ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และด้านความแม่นยำ พบว่าในภาพรวมนักศึกษาและอาจารย์มีความคิดเห็นว่าเป็นไปตามมาตรฐานอยู่ในระดับมาก

ทิพย์ ขำอยู่และเสรี ชัดแช้ม (2556) ได้วิจัยเรื่องการวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษโดยประยุกต์โมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะและทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า วิธีวินิจฉัยทักษะการอ่านภาษาอังกฤษบนโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถใช้ประโยชน์จากแนวคิดโมเดลลำดับขั้นคุณลักษณะซึ่งเป็นแนวคิดของทฤษฎีทางปัญญาและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบสำหรับการทดสอบเพื่อวินิจฉัยพื้นความรู้ด้านทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานมีความสอดคล้องกันคือ วิธีการวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม

สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการทดสอบเพื่อวินิจฉัยพื้นความรู้ด้านทักษะการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนได้

ดิเรก หอมจันทร์ (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา 4000107 : เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 50 คน จากการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ปรากฏว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 อยู่ในระดับดีและประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งและแบบทดสอบปรับเหมาะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 อยู่ในระดับดี แสดงว่าการใช้แบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับารเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง รายวิชา 4000107 : เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ สามารถนำไปใช้ประกอบการสอนได้

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Shanmugapriya M (2012 : 152 – 161) ได้ทำวิจัยเรื่อง Developing a Mobile Adaptive Test (MAT) in an M-Learning Environment for Android Based 3G Mbile Devices โดยการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับระบบปฏิบัติการเอนดรอยด์เวอร์ชั่น 3 เป็นการพัฒนาต้นแบบสำหรับการประเมินการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ซึ่งเน้นในเรื่องการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) โดยแบ่งกลุ่มผู้ทดสอบออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือทำแบบทดสอบจากคอมพิวเตอร์ ทำแบบทดสอบแบบดั้งเดิมและทำแบบทดสอบจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เน้นการออกแบบตามหลักของการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ จากผลการทดสอบพบว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบจากโทรศัพท์มีการตอบคำถามได้สามารถทำข้อสอบได้อย่างรวดเร็ว มีความถูกต้องสูง สามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาไม่รู้สึกเบื่อหน่าย

Malis and Anddres (2005) พัฒนาบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะที่เรียกว่า ACTIVEMATH สำหรับสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบปรับเหมาะตามพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน โดยเก็บข้อมูลผู้เรียนในสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการวินิจฉัยขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียน ขั้นตอนที่สองเป็นการวินิจฉัยการหาเหตุผลในการตอบข้อคำถามเพื่อจัดบทเรียนและคำแนะนำในการเรียนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน นอกจากนี้หน้าจอการนำเสนอบทเรียนและคำแนะนำจะปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความชอบและทักษะของผู้เรียน

McGlohen and Chang (2008) ได้ใช้การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เพื่อประเมินเชิงวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา (Cognitive Diagnostic Assessment) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวม

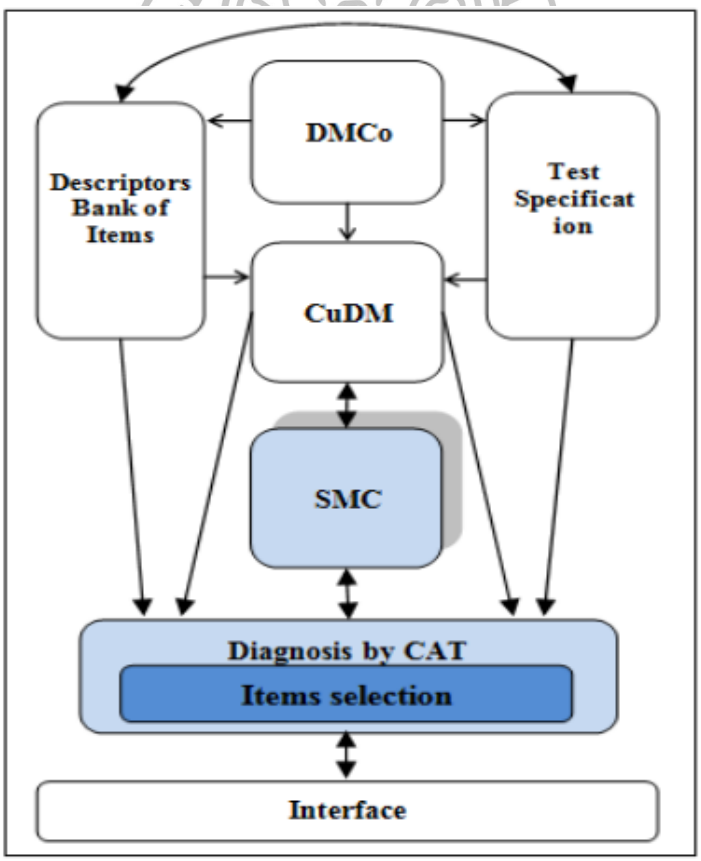
การประเมินระดับความสามารถของบุคคล (Individual Attribute Vector) ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีการทดสอบแบบใหม่ซึ่งช่วยให้ครูและนักเรียนได้รับประโยชน์จากกระบวนการทดสอบ การทดสอบแบบปรับเหมาะโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นแบบ Shadow Testing เลือกข้อสอบโดยใช้วิธี Minimization of Shannon Entropy ซึ่งเป็นยุทธวิธีในการทดสอบความไม่แน่นอนที่มีค่าต่ำสุด (Minimal Uncertainly) และ Maximization of Kullback-Leilbler (KL) Information ซึ่งเป็นยุทธวิธีที่ใช้ในการเลือกข้อสอบและดัชนีในกระบวนการเลือกข้อสอบในการประเมินเชิงวินิจฉัย โดยใช้ค่าสารสนเทศ KL ที่มีค่าสูงสุด ออกแบบการเลือกข้อสอบเป็น 3 กรณี กรณีที่ 1 เลือกข้อสอบจากการประมาณค่าระดับความสามารถ (Theta) เท่านั้น กรณีที่ 2 เลือกข้อสอบจากการประมาณค่าเวกเตอร์คุณลักษณะ (α) เท่านั้น และกรณีที่ 3 เลือกข้อสอบทั้งจากการประมาณค่าระดับความสามารถปละการประมาณค่าเวกเตอร์คุณลักษณะเลือกกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่าย จากการประเมินระดับกว้างของรัฐ (State-mandated Large-scale Assessment) จำนวน 2,000 คน คลังข้อสอบประกอบด้วยข้อสอบคณิตศาสตร์ จำนวน 396 ข้อ และข้อสอบการอ่าน จำนวน 324 ข้อ ประมาณค่าพารามิเตอร์ของผู้สอบทั้งคะแนนความสามารถรายบุคคลและแบบแผนความรอบรู้ของคุณลักษณะ (Attribute Mastery Patterns) โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 3 พารามิเตอร์ และ Fusion mofel ด้วยโปรแกรม Bilog-MG และ (Replacement) จากคะแนนจริงเป็น 6,000 คน และ 3,000 คน ผลการวิจัย พบว่า การใช้การประเมินค่าระดับความสามารถให้ถูกต้องในการประเมินมากที่สุดและข้อสอบที่มีอัตราการแสดงข้อสอบซ้ำต่ำ (Minimal Item Exposure Rates) ให้การประมาณค่าได้อย่างถูกต้อง

Chen and Zhang (2008) ได้ทำการวิจัยในส่วนของการเรียนรู้แบบปรับตัวโดยมีรูปแบบการเรียนที่หลากหลาย ได้มีการกล่าวถึงระบบการจัดการเรียนรูแบบปรับตัวนั้น เป็นการเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อมออนไลน์ประเภทหนึ่ง ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เปลี่ยนแนวคิดเดิมๆ ที่ไม่ใช่เพียงเอาเนื้อหาต่าง ๆ ใส่ในเว็บก็สามารถเรียนรู้ได้แล้ว แต่ยังคำนึงการเรียนรู้ที่ตอบสนองผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันแต่ละบุคคล

ในการวิจัยได้นำเสนอระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว ในชื่อว่า Adaptive Learning System based on Learning Style and Cognitive State (ALS-LSCS) เพื่อลดการรับรู้ที่มากเกินไปจนทำให้ผู้เรียนเองไม่อยากที่จะเรียนรู้อีกต่อไป โดย ALS-LSCS จะคัดเลือกเนื้อหาที่จะเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ผู้เรียน และนำเสนอเนื้อหาผ่านสื่อการสอน โดยเน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

Miguel Badaracco, Jun Liu and Luis Martinez (2013 : 419 – 430) ได้ทำการวิจัยเรื่อง A Mobile App for Adaptive Test in Intelligent Tutoring System Based on Competences โดยการ

ระบบกวดวิชาอัจฉริยะนี้ มีเป้าหมายเพื่อต้องการปรับปรุงระบบการเรียนการสอนแบบไดนามิกซ์ไปเป็นระบบการเรียนการสอนตามความสามสามารถของนักเรียนด้วยวิธีการของเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ เป็นการศึกษาสมรรถนะที่ใช้เป็นรูปแบบการสอนที่ได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของ ITS-C และ สถาปัตยกรรมของ ITS-C ที่ใช้แบบแยกส่วน เป็นโครงสร้างที่เพิ่มประสิทธิภาพการคำนวณความต้องการสำหรับการดำเนินงาน อย่างเช่น สถาปัตยกรรมอำนวยความสะดวกในการใช้งานกับอุปกรณ์ที่แพร่หลาย ดังนั้น ITS-C หรือ ความหลากหลายของกระบวนการนำเสนอแบบ ubiquitously กับครูและนักเรียน ในการสนับสนุนโปรแกรมประยุกต์บนมือถือสำหรับการทดสอบแบบปรับตัวใน ITS-C โครงสร้าง ITS-C ดังภาพ



ภาพที่ 8 โครงสร้างของ ITS-C

ที่มา http://sinbad2.ujaen.es/cod/archivosPublicos/publicaciones/congresos/.pdf

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน เพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนใน 1 และ 2 มิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการเว็บพัฒนาแอพพลิเคชั่นรวมกับการทดสอบแบบปรับเหมาะ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน โดยนักเรียนจะทำข้อสอบในแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการวิจัยตามขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนกสองภาษา โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 29 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

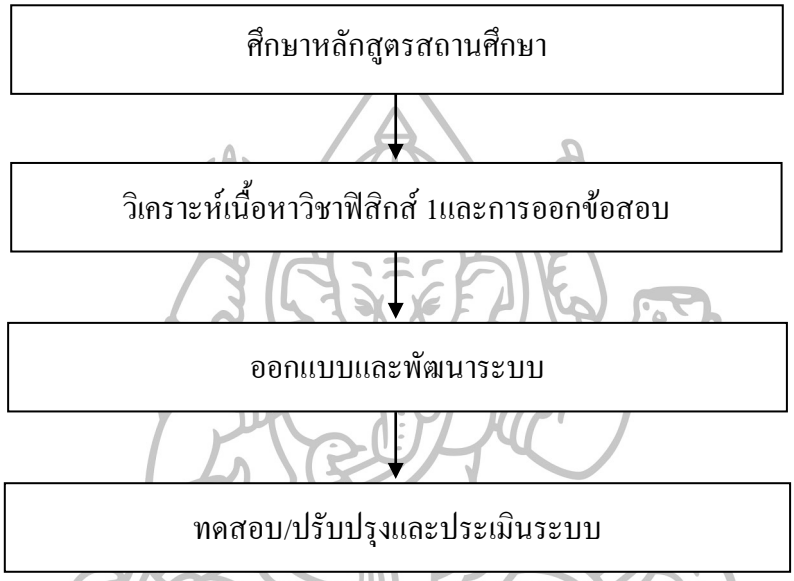
2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนมี ลำดับ ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้



ภาพที่ 9 ลำดับขั้นตอนการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1

จากภาพที่ 9 มีรายละเอียดของการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ จำนวน 67 มาตรฐาน ซึ่งมีส่วนที่เป็นวิชาฟิสิกส์อยู่ 3 สาระ และ 4 มาตรฐาน ดังนี้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูก ต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีขั้นตอนกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน

สาระที่ 5 พลังงาน

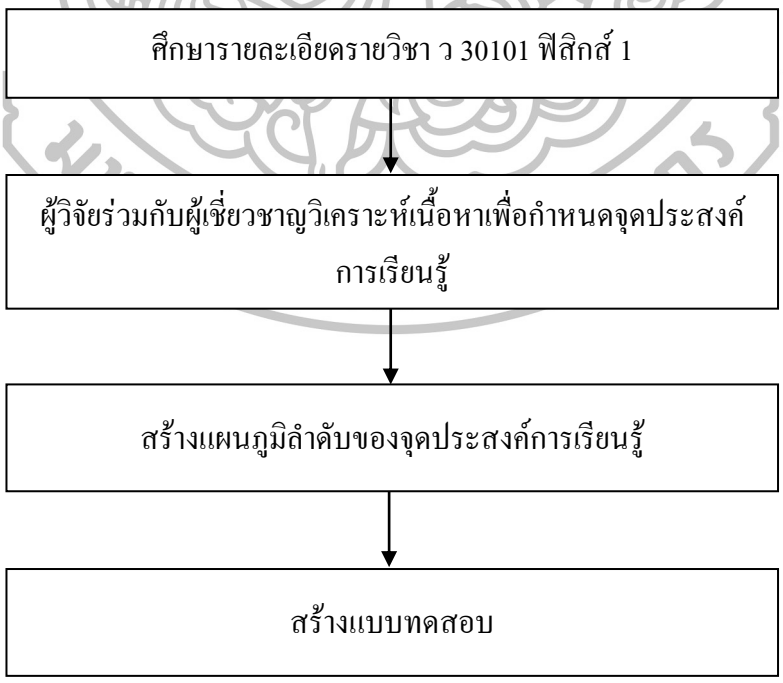
มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวมา ซึ่งมีส่วนที่กล่าวถึงวิชาฟิสิกส์ ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อน สาระที่ 5 พลังงาน มี 1 ตัวชี้วัดและสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 1 และขั้นตอนการออกข้อสอบ มีขั้นตอนการดังนี้



ภาพที่ 10 ลำดับการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ 1 และขั้นตอนการออกข้อสอบ

3.2.1 ศึกษาโครงสร้าง เนื้อหารายวิชา ว 30101 ฟิสิกส์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นหนังสือประกอบการเรียนการสอนของโรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ แบ่งหน่วยการเรียนออกเป็น 4 หน่วย ได้แก่

1. บทนำ
2. การเคลื่อนที่แนวตรง
3. แรงมวลและกฎการเคลื่อนที่
4. การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โปรเจ็คไทล์ วงกลมและการหมุน

3.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน ได้ระดมสมองเพื่อคัดเลือกเนื้อหา ว30101 วิชาฟิสิกส์ 1 ที่จะนำมาใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน โดยคัดเลือกเนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ดังนี้

1. เนื้อหาที่นำมาใช้ คือ เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ที่นักเรียนสายวิทย์-คณิต ทุกต้องเข้าใจอย่างท่องแท้เป็นอันดับแรกก่อนนำไปสู่การเรียนในเนื้อหาบทถัดไป จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนเนื้อหาถัดไปได้ดียิ่งขึ้น โดย ว30201 ฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้
    1. ปริมาณทางฟิสิกส์
    2. การรวมเวกเตอร์และการแตกเวกเตอร์
    3. ระยะทางและการกระจัด
    4. อัตราเร็ว
    5. ความเร็ว
    6. ความเร่ง
    7. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว – เวลา สำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง
    8. การหาปริมาณต่าง ๆของการเคลื่อนที่แนวตรง
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ดังนี้
    1. อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดพร้อมทั้งบอกความแตกต่างได้
    2. อธิบายความหมายของความเร็ว, ความเร็วเฉลี่ย, อัตราเร็ว, อัตราเร็วเฉลี่ย พร้อมทั้งหาค่าอย่างง่ายได้

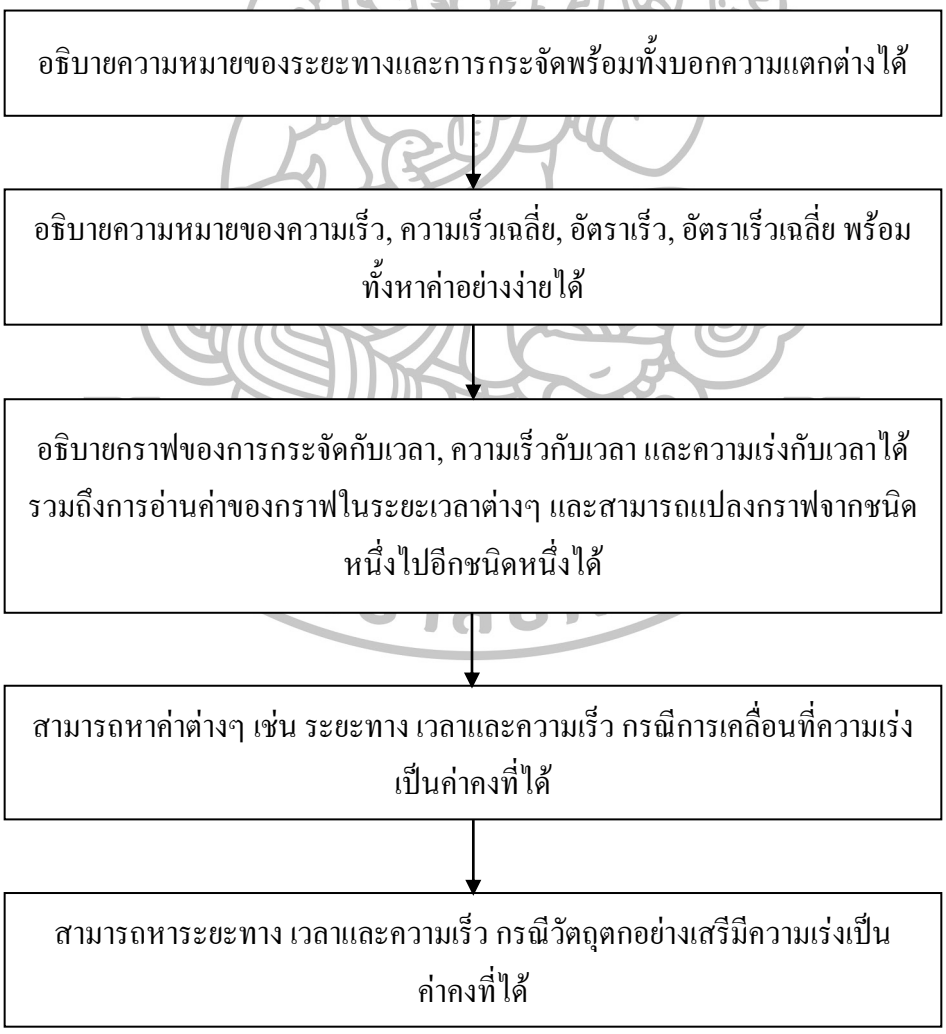
มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. อธิบายกราฟของการกระจัดกับเวลา, ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลาได้ รวมถึงการอ่านค่าของกราฟในระยะเวลาต่างๆ และสามารถแปลงกราฟจากชนิดหนึ่งไปอีกชนิดหนึ่งได้

4. สามารถหาค่าต่างๆ เช่น ระยะทาง เวลาและความเร็ว กรณีการเคลื่อนที่ความเร่งเป็นค่าคงที่ได้

5. สามารถหาระยะทาง เวลาและความเร็ว กรณีวัตถุตกอย่างเสรีมีความเร่งเป็นค่าคงที่ได้

3.2.3 สร้างแผนภูมิลำดับของจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ลำดับก่อน-หลังของการทำแบบทดสอบตามจุดประสงค์เรียนรู้ โดยผู้วิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ระดมสมอง และกำหนดลำดับความสัมพันธ์ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แผนภูมิลำดับของจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.4 การสร้างแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังนี้

3.2.4.1 วิเคราะห์จำนวนของแบบทดสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละจุดประสงค์ กำหนดให้ข้อสอบมีทั้งหมด 100 ข้อ

3.2.3.2 สร้างแบบทดสอบตามจำนวนที่ได้จากการวิเคราะห์จำนวนแบบทดสอบ

3.2.4.3 นำแบบทดสอบที่ได้ออกไว้มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน แล้วนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่า IOC ตามสูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2547 อ้างถึงใน อภิสิทธิ์ คุ้มรักษา, 2557: 59)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และการกำหนดคะแนนผู้เชี่ยวชาญดังนี้

+1 แทน แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 แทน ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 แทน แน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.4.4 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบที่สร้างขึ้น โดยนำแบบทดสอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.4.3 ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่เคยศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติมาแล้ว จำนวน 50 คนเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบ สนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) โดยใช้โปรแกรม IRT (BAY) มีการคัดเลือกข้อสอบดังนี้

1. อำนาจจำแนก (a) จากการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกตามทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) พบว่า ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ แต่ข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบควรมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง +0.50 ถึง +2.50

2. ค่าความยากของข้อสอบ (b) จากการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) พบว่า ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง $-\infty$ ถึง $+\infty$ แต่ข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบควรมีค่าความยากอยู่ระหว่าง -3.50 ถึง +3.50

3. ค่าการเดา (c) จากการวิเคราะห์ค่าการเดาของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ (IRT) พบว่า ค่าการเดาอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แต่ข้อสอบที่จะนำมาใช้ในการทดสอบควรมีค่าการเดาไม่เกิน 0.30 จึงนำค่าการเดา (c) มีค่าเป็นบวก ไม่เกิน 0.30 มาใช้ในการทดสอบ

โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ด้วยโปรแกรม IRT (BAY) นำไปใช้ในระบบต่อไป

3.2.4.5 การวิเคราะห์เพื่อวัดความสามารถของผู้เรียนจากการทำแบบสอบเพื่อคัดเลือกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง กลุ่มอ่อน จากการวิจัยที่ผ่านมา มีการกำหนดเกณฑ์ค่าความสามารถอยู่หลายระดับ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเกณฑ์ดังนี้

ค่าความสามารถน้อยกว่า -1.00 หมายความว่า ความสามารถต่ำหรือควรปรับปรุง

ค่าความสามรถ -1.00 ถึง 1.00 หมายความว่า ความสามารถปานกลาง

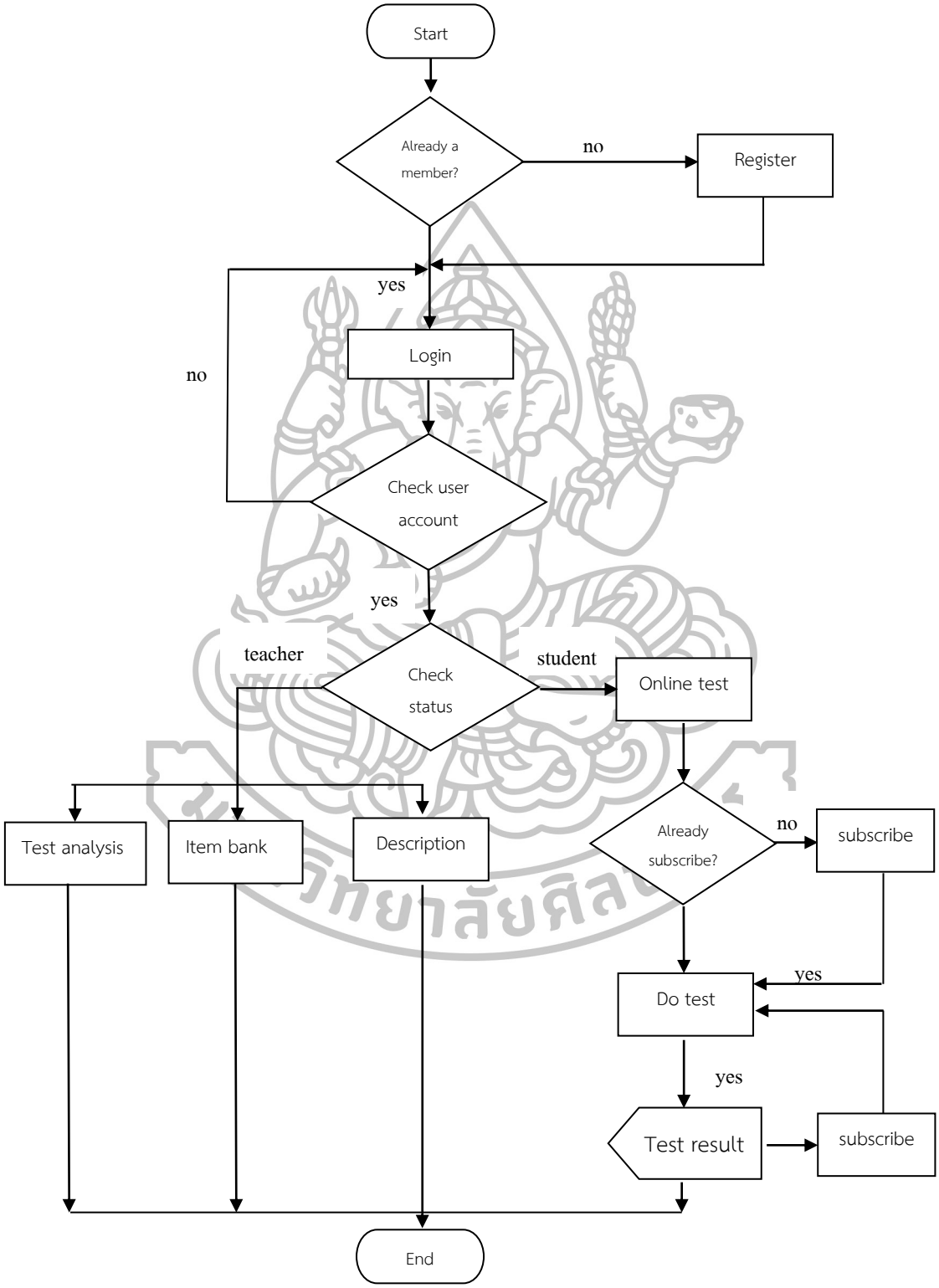
ค่าความสามารถมากกว่า 1.00 หมายความว่า ความสามารถสูงหรือเก่ง

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ทำการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี web Responsive โดยใช้โปรแกรม Brackets/text editor เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ ส่วนระบบฐานข้อมูลใช้ MySQL และภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันคือ ภาษา PHP

3.3.2 โปรแกรมได้ออกแบบรองรับชุดแบบทดสอบสำหรับครูที่ได้ผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อสอบมาแล้ว ตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์คือ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดา (c)

3.1.3.3 การทำงานของระบบข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 มีการทำงานในภาพรวม ดังภาพที่12



ภาพที่ 12 Flow chart การทำงานของระบบ

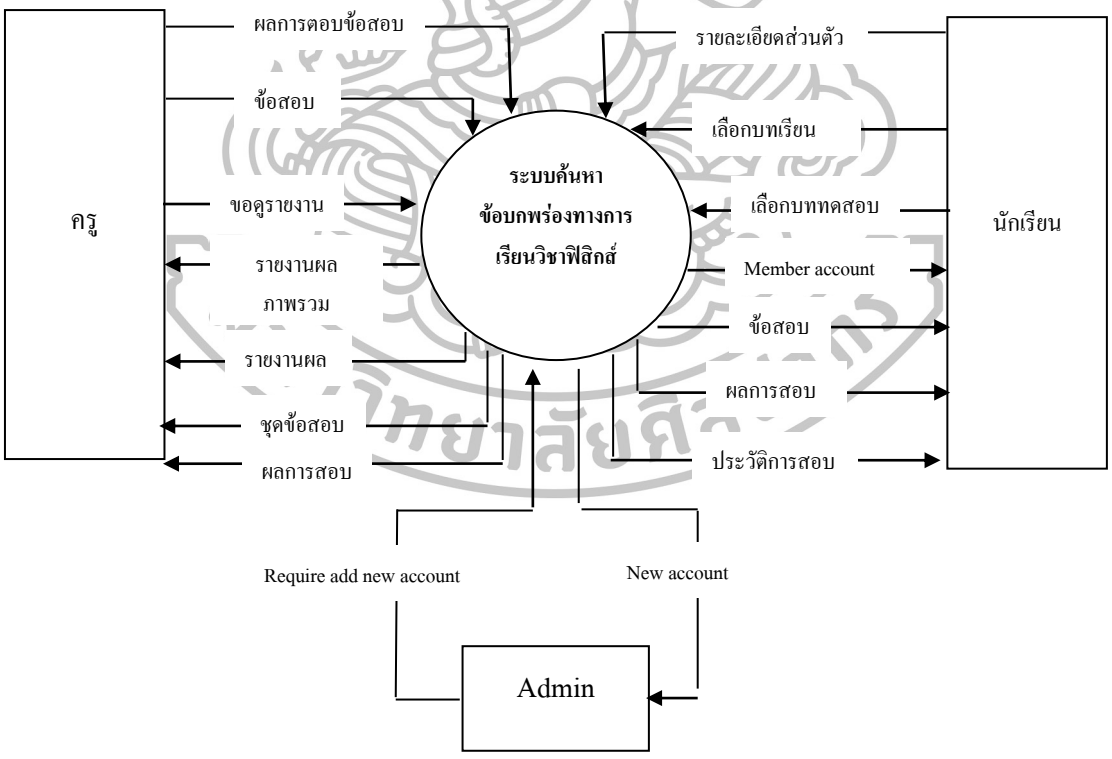
3.3.4 การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์กำหนด ให้ผู้ใช้งานเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ครูผู้สอน และนักเรียน

กลุ่มที่ 1 ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการส่วนของข้อมูลผู้ดูแลระบบ ข้อมูลครูผู้สอนและข้อมูลนักเรียน

กลุ่มที่ 2 ครูผู้สอน สามารถจัดการในส่วนของข้อมูลบทเรียน ข้อ มูลจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อมูลคลังข้อสอบ และดูผลการทดสอบของนักเรียน

กลุ่มที่ 3 นักเรียน สามารถลงทะเบียน เลือกบทเรียน ทำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนและดูผลการทดสอบ

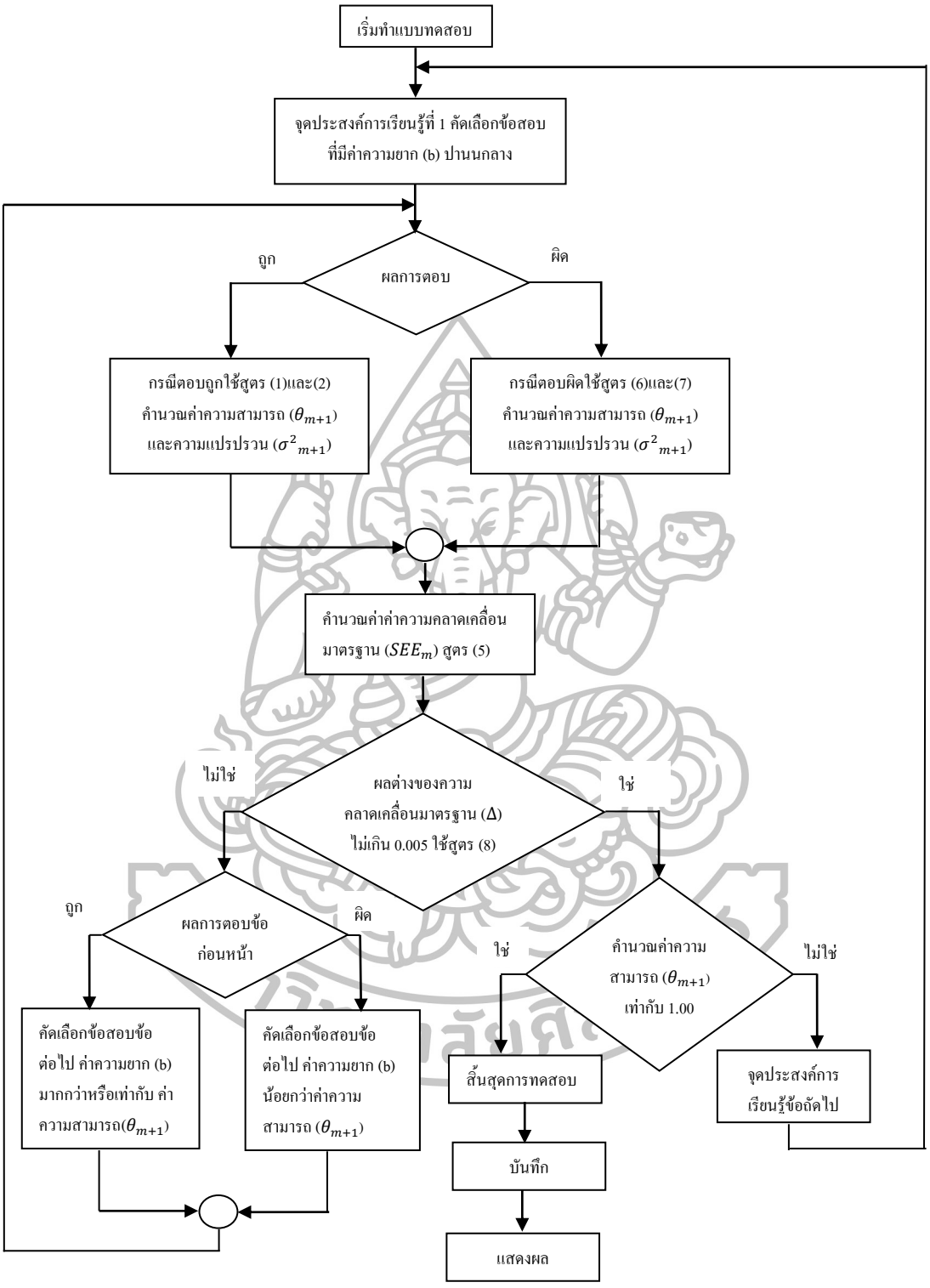
ลักษณะการทำงานของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ได้กำหนดผู้ใช้งานในส่วนผู้ดูแลระบบ ครูผู้สอน และนักเรียน ทำการแสดงเป็นแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ Context Diagram ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ Context Diagram ของระบบ

3.3.5 การนำแบบทดสอบมาใช้ในการทดสอบแบบปรับเหมาะ

โดยเว็บแอพพลิเคชั่นจะดึงข้อสอบออกมาเรียงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งเริ่มจากจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 เมื่อเริ่มทำข้อสอบข้อแรกยังไม่ทราบค่าความสามารถเบื้องต้นของผู้สอบ จึงกำหนดให้ค่าความสามารถเบื้องต้นของผู้สอบมีค่าความสามารถ (θ_m) เท่ากับ 0.000 ค่าแปรปรวนในการประมาณค่าความสามารถ ($\sigma^2{}_m$) เท่ากับ 1.000 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEE_m) เท่ากับ 1.000 เมื่อผู้สอบเลือกคำตอบ จะจำแนกออกเป็นถูกและผิด กรณีตอบถูก หาค่าความสามารถ (θ_{m+1}) จากสูตร (1) และค่าความแปรปรวน ($\sigma^2{}_{m+1}$) จากสูตรที่ (2) กรณีตอบผิด หาค่าความสามารถ (θ_{m+1}) จากสูตรที่ (6) และค่าความแปรปรวน ($\sigma^2{}_{m+1}$) จากสูตรที่ (7) (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 หน้าที่ 19) เพื่อนำค่าความสามรถและค่าความแปรปรวนที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสามรถและค่าความแปรปรวนในข้อต่อไป กรณีผลต่างของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Δ) ของผู้สอบมากกว่า 0.005 ทำการคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไป โดยดูผลการตอบของข้อก่อนหน้านี้ว่าถูกหรือผิด ถ้าตอบถูก คัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่มีค่าความยาก (b) มากกว่าหรือเท่ากับค่าความสามารถ (θ_{m+1})ถ้าตอบผิด คัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปที่มีค่าความยาก (b) น้อยกว่าค่าความสามารถ (θ_{m+1})ทำการคำนวณข้อต่อไปในลักษณะเช่นเดิมไปเรื่อยๆ จนกระทั้งผลต่างของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Δ) ของผู้สอบมีค่าไม่เกิน 0.005 ให้แอพพลิเคชั่นตรวจสอบว่าค่าความสามารถ (θ_{m+1}) มีค่ามากกว่า1.000 หรือ ไม่ หากมากกว่าให้ แอพพลิเคชั่นจะดึงข้อสอบในจุดประสงค์การเรียนรู้ในข้อถัดไป แต่หากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.000 ให้แอพพลิเคชั่นยุติการทดสอบ แอพพลิเคชั่นรายงานค่าความ สามารถของผู้ทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้ทดสอบได้ทำ จัดผู้ทดสอบออกเป็นอยู่กลุ่มดีมาก (ระดับ 3) ปานกลาง (ระดับ 2) และควรปรับปรุง (ระดับ 1) ทำให้ผู้ทดสอบทราบว่าในแต่ละจุดประสงค์ตนเองมีความสามารถอยู่ในระดับใด และมีข้อบกพร่องทางการเรียนในจุดประสงค์ใดบ้าง ดังภาพที่ 14 แผนผังขั้นตอนการเข้าทดสอบแบบปรับเหมาะ



ภาพที่ 14 แผนผังขั้นตอนการทดสอบแบบปรับเหมาะ

3.4 ทดสอบ/ปรับปรุงและตรวจสอบคุณภาพระบบระบบ เป็นการนำโปรแกรมต้นแบบมาทดสอบและตรวจสอบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ และตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ โดยการทดสอบระบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบด้วยตนเองรวมกับอาจารย์ที่ปรึกษา โดยทดสอบดูว่าโปรแกรมมีลักษณะการทำงานตรงตามการ (Functional Test) ซึ่งเป็นการทดสอบแต่ละหน้าจอว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ และทดสอบด้วยการเปิดด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบว่าระบบสามารถแสดงผลได้หรือมีข้อผิดพลาดหรือไม่

2. ตรวจสอบคุณภาพของระบบที่ได้พัฒนาขึ้น โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ทำการทดสอบประเมินผลการใช้งานโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบ เพื่อตรวจสอบว่าระบบทำงานได้ตามที่ต้องการ มีความถูกต้องหรือไม่

3. ทดสอบโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยนำระบบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้แก้ไขข้อบกพร่องที่พบจากการตรวจในข้อที่ 1และ 2 ไปใช้ทดสอบย่อยกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทย์-คณิตที่ได้ผ่านการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติมาแล้ว จากนั้นนำประเด็นปัญหาที่พบจากการทดสอบย่อย มาทำการแก้ไขและปรับปรุงให้ระบบมีความสมบูรณ์เพื่อในไปใช้กับกลุ่มประชากรตัวอย่างจริง

4. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวมรวมข้อมูลการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน มีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

4.1 ขั้นเตรียมการ

4.1.1 ติดตั้งระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถเข้าได้โดนโดเมนเนม http://www.physicsadt.com

4.1.2 เขียนบันทึกภายในของโรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์เพื่ออนุญาตให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์สื่อสารภายในห้องเรียนได้ เฉพาะในวันที่มีการชี้แจงการใช้ระบบ

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

4.2.1 นำระบบที่ได้พัฒนาให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้ใช้ทดลองใช้งาน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย การเข้าใช้งานรวมถึงชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้งานระบบ พร้อมทั้งแจกแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน โดยกำหนดระยะเวลาการทดลองจำนวน 2 สัปดาห์

4.2.2 ให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์จำนวน 29 คน ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จำนวน 20 ข้อ ที่ครอบคลุมเนื้อหาการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติ

4.2.3 นำระบบที่ได้พัฒนาให้นักเรียนกลุ่มเดิม ทดลองใช้งาน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และอธิบายการใช้งานเบื้องต้น โดยกำหนดระยะเวลาการทดลองจำนวน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นแจกแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

4.2.4 หลังจากนักเรียนได้ทดลองค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน และได้ทบทวนเนื้อหาตามที่ได้รับคำแนะนำจากระบบเรียบร้อยแล้ว ครูผู้สอนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

4.2.5 ประเมินผล โดยผู้วิจัย ประเมินระบบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.2.5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลัง การใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

4.2.5.2 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

5.1 ค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลประกอบด้วย

5.1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียน

5.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

จากสูตร

$$S.D = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ

S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียน

5.1.3 ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรกำคำนวณดังนี้

จากสูตร

$$P = \frac{f \times 100}{N}$$

เมื่อ

P แทน ร้อยละ

F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

5.2. การหาค่าความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบ โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

R แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของครูและนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ได้แก่ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนและแปลความหมาย ดังนี้

การให้คะแนน	คะแนนเฉลี่ย	ความพึงพอใจ
5	4.50 – 5.00	มากที่สุด
4	3.50 – 4.49	มาก
3	2.50 – 3.49	ปานกลาง
2	1.50 – 2.49	น้อย
1	1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

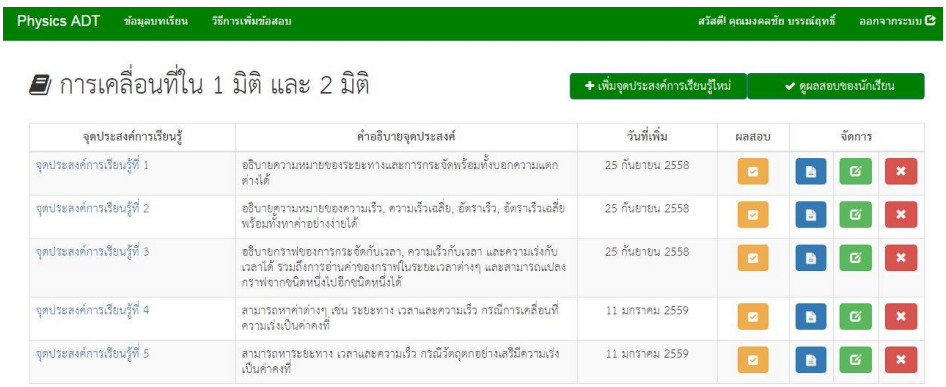
การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน (Development of Physics 1 Learning Deficiency Using Smartphone) โดยนำระบบไปทดลองใช้กับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในรายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2 มิติและนำระบบที่ได้พัฒนาให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนวิชาฟิสิกส์ ประเมิน ซึ่งมีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จากโรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการบรรยายเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดของผลการดำเนินงานวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

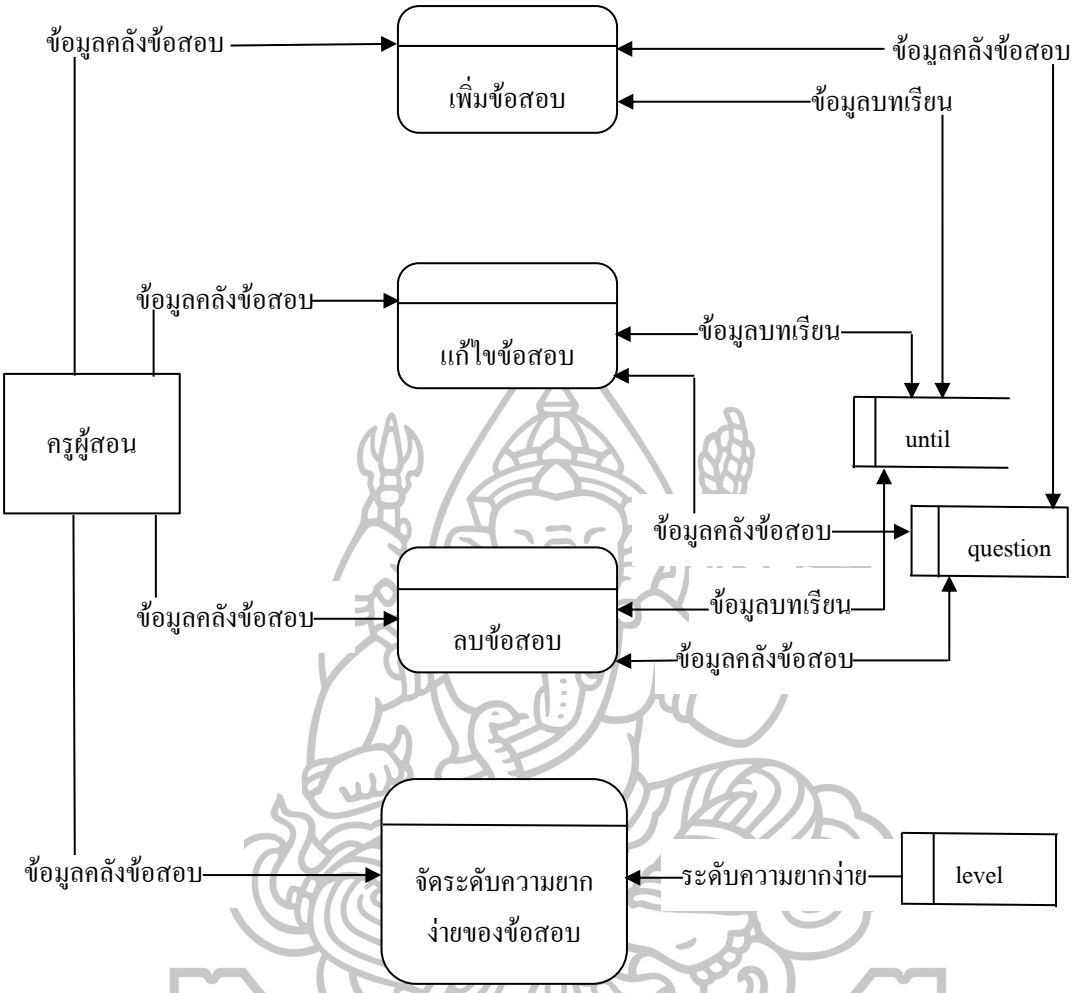
การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ1)ส่วนของครูผู้สอน มีระบบย่อยเป็นระบบคลังข้อสอบ 2)ส่วนของนักเรียน มีระบบย่อยเป็นระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน ด้วยกาทดสอบแบบปรับเหมาะ โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

1. ส่วนของครูผู้สอน

สามารถจัดการข้อมูลบทเรียน ข้อมูลจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อมูลคลังข้อสอบ ดูผลการทดสอบของนักเรียนแบบภาพรวมทุกจุดประสงค์หรือแบบรายจุดประสงค์ ดังภาพที่ 15 โดยในส่วนของครูมีการออกแบบระบบย่อยคือระบบคลังขอสอบ มีการทำงานดังภาพที่ 16 Data Flow Diagram Level 2 ระบบการจัดการคลังข้อสอบ



ภาพที่ 15 ภาพหน้าจอของครูผู้สอน



ภาพที่ 16 แสดง Data Flow Diagram Level ระบบการจัดการคลังข้อสอบ

แบบทดสอบสำหรับใช้กับคลังข้อสอบของระบบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2 มิติ มีขั้นตอนดังนี้ 1)กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และวิเคราะห์จำนวนของแบบทดสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละจุดประสงค์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้ผลดังตารางที่ 4 2)ออกแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดไว้ 3)นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินพบว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งหมด 100 ข้อ (ภาคผนวก ข ตารางที่ 7) 4)นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ผ่านการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 และ 2 มิติมาแล้ว 5)นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3

พารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรม IRT (BAY) version 1.0 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง + 0.50 ถึง + 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ระหว่าง – 3.50 ถึง + 3.50 และค่าการเดา (c) มีค่าเป็นบวก ไม่เกิน 0.30 ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1และ 2 มิติ สำหรับสร้างข้อสอบ 100 ข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้	คุณลักษณะ						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
1. อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดพร้อมทั้งบอกความแตกต่างได้	4	5	4	4	1	2	20
2. อธิบายความหมายของความเร็ว, ความเร็วเฉลี่ย, อัตราเร็ว, อัตราเร็วเฉลี่ย พร้อมทั้งหาค่าอย่างง่ายได้	2	5	6	3	2	3	20
3. อธิบายกราฟของการกระจัดกับเวลา, ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลาได้ รวมถึงการอ่านค่าของกราฟในระยะเวลาต่างๆ และสามารถแปลงกราฟจากชนิดหนึ่งไปอีกชนิดหนึ่งได้	2	4	5	3	4	2	20
4. สามารถหาค่าต่างๆ เช่น ระยะทาง เวลาและความเร็ว กรณีการเคลื่อนที่ความเร่งเป็นค่าคงที่ได้	1	2	7	3	3	3	20
5. สามารถหาระยะทาง เวลาและความเร็วกรณีวัตถุตกอย่างเสรีมีความเร่งเป็นค่าคงที่ได้	1	2	8	4	3	2	20
รวม	10	18	30	17	13	12	100
ลำดับ	6	2	1	3	4	5	

จากตารางที่ 4 พบว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 คุณลักษณะด้านรู้ 4 ข้อ ความเข้าใจ 5 ข้อ การนำไปใช้ 4 ข้อ การวิเคราะห์ 4 ข้อ การสังเคราะห์ 1 ข้อ การประเมิน 2 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 คุณลักษณะด้านรู้ 2 ข้อ ความเข้าใจ 5 ข้อ การนำไปใช้ 6 ข้อ การวิเคราะห์ 3 ข้อ การสังเคราะห์

2 ข้อ การประเมิน 3 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 คุณลักษณะด้านรู้ 2 ข้อ ความเข้าใจ 4 ข้อ การนำไปใช้ 5 ข้อ การวิเคราะห์ 3 ข้อ การสังเคราะห์ 4 ข้อ การประเมิน 2 ข้อจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 คุณลักษณะด้านรู้ 1 ข้อ ความเข้าใจ 4 ข้อ การนำไปใช้ 7 ข้อ การวิเคราะห์ 3 ข้อ การสังเคราะห์ 3 ข้อ การประเมิน 3 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 คุณลักษณะด้านรู้ 1 ข้อ ความเข้าใจ 2 ข้อ การนำไปใช้ 8 ข้อ การวิเคราะห์ 4 ข้อ การสังเคราะห์ 3 ข้อ และการประเมิน 2 ข้อ

ตารางที่ 5 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแสดงค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
1	0.561	3.340	0.236	คัดไว้	16	1.386	-0.988	0.300	คัดไว้
2	1.233	-1.000	0.212	คัดไว้	17	0.689	-3.665	0.304	คัดออก
3	0.530	3.300	0.212	คัดไว้	18	0.690	3.231	0.271	คัดไว้
4	0.695	2.761	0.200	คัดไว้	19	1.350	1.231	0.200	คัดไว้
5	-9.000	-3.300	0.103	คัดออก	20	1.009	-3.627	0.200	คัดออก
6	1.438	0.568	0.103	คัดไว้	21	0.548	3.300	0.200	คัดไว้
7	0.934	3.241	0.237	คัดไว้	22	0.618	2.889	0.232	คัดไว้
8	1.840	1.080	0.200	คัดไว้	23	1.614	0.727	0.187	คัดไว้
9	0.720	3.057	0.200	คัดไว้	24	0.545	3.300	0.226	คัดไว้
10	1.032	3.488	0.310	คัดไว้	25	1.121	-1.913	0.135	คัดไว้
11	0.812	3.660	0.219	คัดออก	26	0.744	3.797	0.211	คัดไว้
12	0.585	2.285	0.200	คัดไว้	27	0.561	3.300	0.200	คัดไว้
13	0.547	3.898	0.200	คัดออก	28	0.687	1.894	0.200	คัดไว้
14	0.826	2.318	0.200	คัดไว้	29	2.060	-0.096	0.147	คัดไว้
15	1.895	1.050	0.200	คัดไว้	30	0.778	1.837	0.127	คัดไว้

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
31	1.351	0.937	0.200	คัดไว้	52	1.116	-0.329	0.155	คัดไว้
32	0.977	3.629	0.200	คัดไว้	53	0.440	3.300	0.218	คัดไว้
33	0.537	3.969	0.145	คัดไว้	54	0.564	2.657	0.200	คัดไว้
34	1.493	0.994	0.200	คัดไว้	55	1.585	0.723	0.200	คัดไว้
35	0.765	3.215	0.200	คัดไว้	56	0.300	0.271	0.200	คัดไว้
36	0.638	2.637	0.200	คัดไว้	57	0.519	0.200	0.147	คัดไว้
37	1.586	-0.263	0.253	คัดไว้	58	-3.300	0.200	0.310	คัดออก
38	0.763	-3.300	0.200	คัดไว้	59	2.300	0.200	0.213	คัดไว้
39	1.684	2.493	0.200	คัดไว้	60	2.401	0.200	0.315	คัดไว้
40	1.121	1.589	0.255	คัดไว้	61	2.165	0.187	0.095	คัดไว้
41	0.804	2.945	0.237	คัดไว้	62	2.156	0.226	0.252	คัดไว้
42	0.596	3.005	0.249	คัดไว้	63	1.541	0.135	0.200	คัดไว้
43	0.874	1.839	0.200	คัดไว้	64	1.371	0.211	0.200	คัดไว้
44	1.391	3.380	0.277	คัดไว้	65	1.875	0.200	0.183	คัดไว้
45	1.014	2.251	0.200	คัดไว้	66	0.690	3.231	0.287	คัดไว้
46	2.065	0.027	0.178	คัดไว้	67	1.350	1.231	0.200	คัดไว้
47	0.900	3.126	0.230	คัดไว้	68	1.009	-3.227	0.242	คัดออก
48	0.636	2.172	0.306	คัดไว้	69	0.548	3.300	0.200	คัดไว้
49	0.834	-3.924	0.200	คัดออก	70	0.618	2.889	0.200	คัดไว้
50	1.119	3.469	0.200	คัดไว้	71	1.164	0.727	0.306	คัดออก
51	1.544	2.835	0.182	คัดไว้	72	0.545	3.300	0.291	คัดไว้

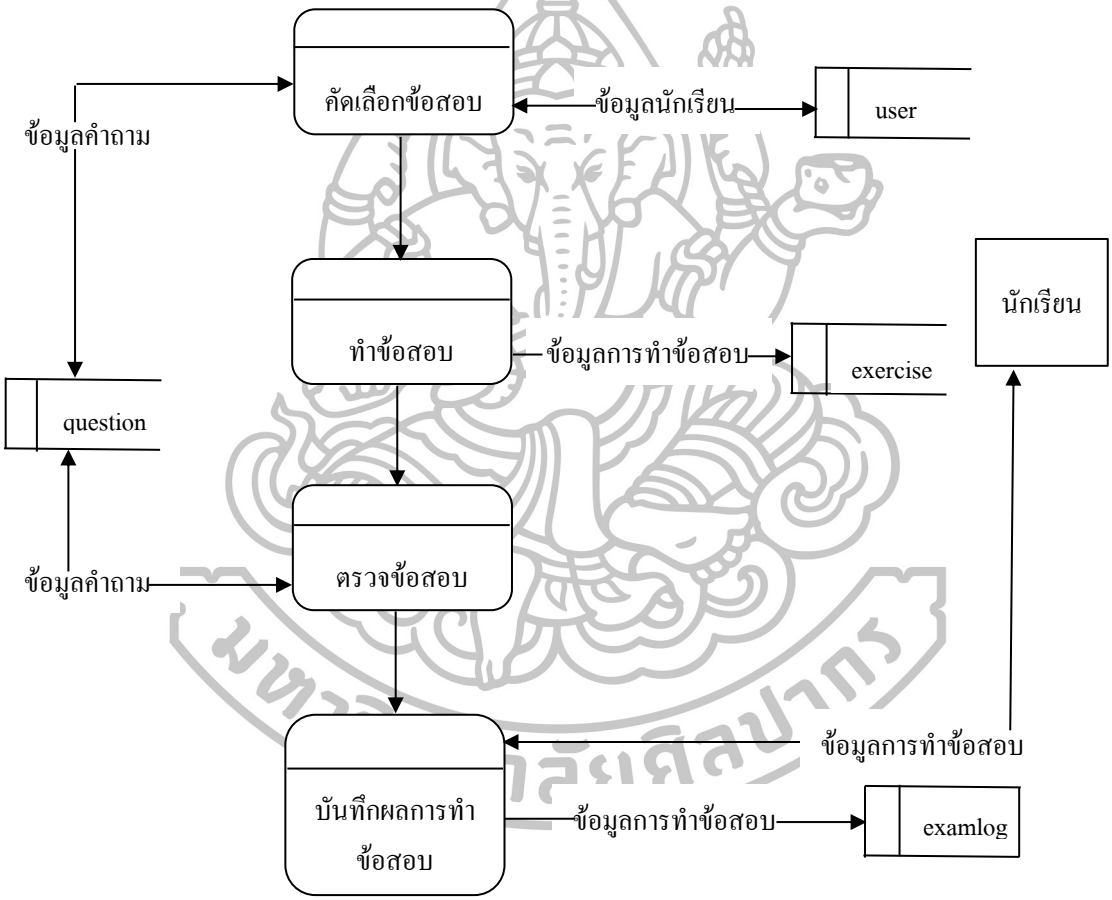
ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
73	0.778	1.837	0.182	คัดไว้	87	0.575	3.690	0.212	คัดออก
74	2.061	0.262	0.241	คัดไว้	88	1.121	-1.913	0.268	คัดไว้
75	1.131	2.897	0.311	คัดไว้	89	0.744	3.497	0.182	คัดไว้
76	1.155	-3.190	0.096	คัดไว้	90	0.561	3.300	0.200	คัดไว้
77	0.539	3.300	0.200	คัดไว้	91	0.687	1.894	0.200	คัดไว้
78	1.062	2.841	0.200	คัดไว้	92	2.060	-0.096	0.179	คัดไว้
79	1.116	-0.327	0.285	คัดไว้	93	1.411	0.963	0.200	คัดไว้
80	0.440	3.300	0.315	คัดไว้	94	1.553	2.275	0.238	คัดไว้
81	0.564	2.657	0.156	คัดไว้	95	1.473	-2.773	0.200	คัดไว้
82	1.493	0.994	0.200	คัดไว้	96	1.543	0.843	0.192	คัดไว้
83	0.765	3.215	0.299	คัดไว้	97	0.851	2.248	0.171	คัดไว้
84	0.638	2.637	0.303	คัดออก	98	0.585	3.351	0.200	คัดไว้
85	1.586	-0.263	0.200	คัดไว้	99	1.289	1.173	0.200	คัดไว้
86	1.262	3.925	0.103	คัดออก	100	2.033	3.206	0.200	คัดไว้

จากตารางที่ 5 พบว่าจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 คัดไว้จำนวน 15 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 คัดไว้จำนวน 20 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 คัดไว้จำนวน 17 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 คัดไว้จำนวน 18 ข้อ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 คัดไว้จำนวน 17 ข้อ

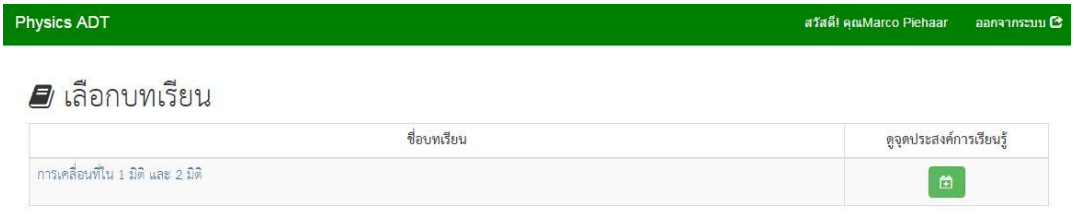
2. ส่วนของนักเรียน

ใช้สำหรับทดสอบความสามารถและหาข้อบกพร่องทางการเรียน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ครูได้สร้างไว้ในคลังข้อสอบ โดยนักเรียน สามารถเลือกบททดสอบ สามารถดูผลการทดสอบของตนเองได้ รวมถึงสามารถดูวิธีการปรับปรุงข้อบกพร่องทางการเรียนของจุดประสงค์ โดยในส่วนของนักเรียนมีการออกแบบระบบย่อยคือระบบทำแบบทดสอบ มีการทำงานดังภาพที่17 Data Flow Diagram Level การทำแบบทดสอบ



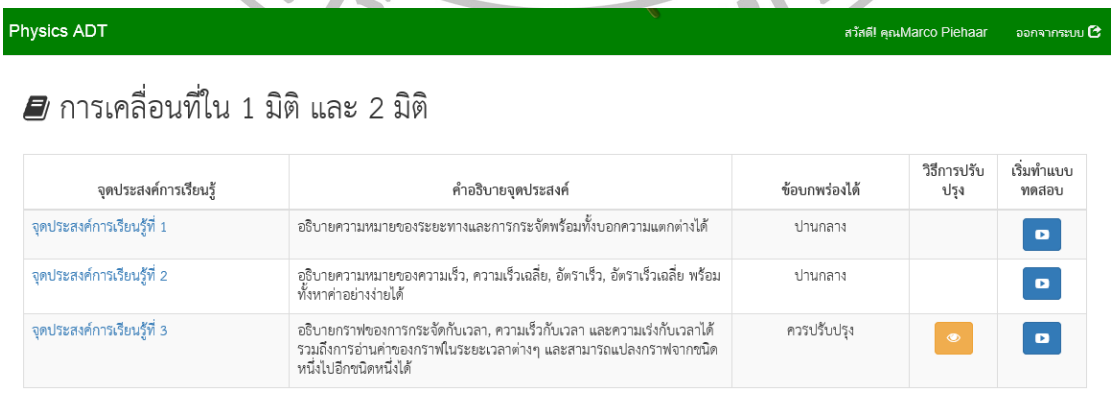
ภาพที่ 17 Data Flow Diagram Level การทำแบบทดสอบ

ตัวอย่างหน้าจอ ส่วนของนักเรียน ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 หน้าจอบทเรียน

ภาพที่ 19 แบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1



ภาพที่ 20 แสดงผลการทดสอบ

ตอนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ท ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้กับครูผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน และทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ จำนวน 29 คน โดยผู้วิจัยได้มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เพื่อนำไปประเมินประสิทธิภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน มีผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	t-test	p-value
คะแนนสอบก่อนใช้ (Pre-Test)	29	9.55	0.68	2.80	.05
คะแนนสอบหลังใช้ (Post-Test)	29	16.35	0.73		

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบที่นำมาจากคลังข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ผลการวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ (p-value= .05) โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.32 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 จากคะแนนเต็ม เท่ากับ 20 คะแนน

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญที่มีความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	$\bar{\bar{X}}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
ด้านหลักการและวัตถุประสงค์ของระบบ				
1. วัตถุประสงค์มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.67**	**0.58**	**มากที่สุด**	
ด้านการออกแบบระบบ				
2. การเชื่อมโยงในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก	3
3. การใช้ปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก	3
4. การจัดวางองค์ประกอบของระบบ มีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก	2
5. ขนาดตัวอักษรและสีมีความชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.25**	**0.29**	**มาก**	
ด้านการใช้งานระบบ				
6. มีการอธิบายการใช้งานระบบที่เข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด	1
7. มีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้งาน	4.33	0.58	มาก	2
8. การเข้าใช้งานระบบมีความรวดเร็ว	4.33	0.58	มาก	2
9. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบบททดสอบมีความสะดวก	4.33	0.58	มาก	2
10. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบจุดประสงค์มีความสะดวก	4.00	0.00	มาก	3
11. การสร้าง การลบ และแก้ไขข้อสอบมีความสะดวก รวดเร็วความสะดวก รวดเร็ว	4.67	0.58	มากที่สุด	1
12. การแทรกรูปภาพในข้อสอบมีความสะดวก	4.00	0.00	มาก	3
รวม	**4.33**	**0.41**	**มาก**	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
ด้านการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน				
13. ลักษณะการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนกับแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน	4.33	0.58	มาก	2
14. รายงานผลการทดสอบของนักเรียนมีความรวดเร็ว	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.50**	**0.58**	**มากที่สุด**	
ด้านคุณภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน				
15. ระบบมีส่วนช่วยพัฒนาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด	1
16. ภาพรวมของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน	4.33	0.58	มาก	2
รวม	**4.50**	**0.58**	**มากที่สุด**	
รวมทั้งหมด	**4.45**	**0.49**	**มาก**	

จากตารางที่ 7 โดยภาพรวมผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ในระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X}$=4.45, S.D. = 0.49) โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ด้านหลักการและวัตถุประสงค์ของระบบ มีระดับความพึงพอมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67, S.D.=0.58) รองลงมา คือด้านการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน และด้านคุณภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน มีระดับความพึงพอมาก เท่ากัน ($\bar{X}$=4.50, S.D. =0.58) ด้านการใช้งานระบบ มีระดับความพึงพอมาก ($\bar{X}$=4.33, S.D. =0.41) และด้านการออกแบบระบบที่สุด ($\bar{X}$=4.25, S.D. =0.29) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ วัตถุประสงค์มีความเหมาะสม ขนาดตัวอักษรและสีมีความชัดเจน มีการอธิบายการใช้งานระบบที่เข้าใจง่าย การสร้าง การลบ และ แก้ไขข้อสอบมีความสะดวก รวดเร็วความสะดวก รวดเร็ว การรายงานผลการทดสอบของนักเรียนมีความรวดเร็ว และ ระบบมีส่วนช่วยพัฒนาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดเท่ากัน ($\bar{X}$=4.67, S.D.=0.58) การจัดวางองค์ประกอบของระบบ มีความเหมาะสม มีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้

งาน การเข้าใช้งานระบบมีความรวดเร็ว การเพิ่ม แก้ไข หรือลบบททดสอบมีความสะดวก ลักษณะการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนกับแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน และ ภาพรวมของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน มีระดับความพึงพอใจมากเท่ากัน ($\bar{X}$=4.33, S.D.=0.58) การเชื่อมโยงในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม การใช้ปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม การเพิ่ม แก้ไข หรือลบจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสะดวก และ การแทรกรูปภาพในข้อสอบมีความสะดวก มีระดับความพึงพอใจมากเท่ากัน ($\bar{X}$=4.00, S.D.=0.00) เป็นลำดับสุดท้าย

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
1. ระบบการลงทะเบียนมีความสะดวกและรวดเร็ว	4.00	0.60	มาก	8
2. สามารถเข้าใช้งานระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว	4.07	0.59	มาก	6
3. ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน	3.90	0.49	มาก	11
4. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3.96	0.42	มาก	9
5. วิธีการตอบข้อสอบง่ายและสะดวก	3.93	0.46	มาก	10
6. ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดที่ความเหมาะสม	4.03	0.50	มาก	7
7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ	3.86	0.44	มาก	12
8. จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม	4.21	0.41	มาก	2
9. การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็ว	4.28	0.45	มาก	1
10. นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้	4.13	0.51	มาก	4
11. ระบบมีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มมากขึ้น	4.10	0.49	มาก	5

ตารางที่ 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
12. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน	4.17	0.38	มาก	3
รวม	**4.05**	**0.48**	มาก	

จากตารางที่ 8 โดยภาพรวมผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อ บกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ในระดับความพึงพอใจมาก($\bar{X}$=4.05, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากทุกข้อ เรียงจากมากไปน้อย ดังนี้ การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็ว ($\bar{X}$=4.28, S.D.=0.45) จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม ($\bar{X}$=4.21, S.D.=0.41) ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน($\bar{X}$=4.17, S.D.=0.38) นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้ ($\bar{X}$=4.13, S.D.=0.51) ระบบมีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มมากขึ้น (X=4.10, S.D.=0.49) สามารถเข้าใช้งานระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว (X=4.07, S.D.=0.59) ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดที่ความเหมาะสม ($\bar{X}$=4.03, S.D.=0.50) ระบบการลงทะเบียนมีความสะดวกและรวดเร็ว ($\bar{X}$=4.00, S.D.=0.60) แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ($\bar{X}$=3.96, S.D.=0.42) วิธีการตอบข้อสอบง่ายและสะดวก (X=3.93, S.D.=0.46) ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน ($\bar{X}$=3.90, S.D.=0.43) และ ความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ ($\bar{X}$=3.86, S.D.=0.44) เป็นลำดับสุดท้าย

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดการทดสอบแบบปรับเหมาะมาใช้ในการพัฒนาระบบเพื่อช่วยค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์ – คณิต แผนกสองภาษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ จำนวน 29 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำเอา Web Responsive Technology ร่วมกับแนวคิดแบบทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive Testing) มาใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละบุคคล

2.2 ข้อสอบรายวิชา ฟิสิกส์ 1 รหัส ว 310101 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติและ 2 มิติ ที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test and Post-test) จำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้ทดสอบนักเรียนก่อนใช้และภายหลังจากการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ

2.4 แบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน (ภาคผนวก ค)

3. วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้นำระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดลองโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ 1)ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ โดยให้ทดลองใช้ระบบในส่วนของครู ตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างบทเรียน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ออกข้อสอบ ไปจนถึงการดูข้อมูลการทดสอบของนักเรียน จากนั้นทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อ

ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน 2)นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชฤกษ์ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วจึงเข้าทำแบบทดสอบผ่านสมาร์ทโฟนของตนเอง เมื่อทดสอบเสร็จหากมีข้อบกพร่องทางการเรียนที่ระบบได้รายงาน ให้ผู้เรียนอ่านคำแนะนำที่ครู ผู้สอนได้ชี้แจงไว้ กลับไปทบทวนเนื้อหาตามที่ระบบแนะนำ หลังจากนั้นให้นักเรียนกลับมาทำแบบทดสอบในระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนอีกครั้ง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนและทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ซึ่งหลังจากนั้นผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ และรายงานผลการวิจัยตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากการนำระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนของ วิชา ว.30201 ฟิสิกส์ 1 เรื่องการเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2 มิติ ไปทำการทดลองกับครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทย์ - คณิต แผนกสองภาษา จำนวน 29 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้ผลดังนี้

1. การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบในรูปแบบของ Web application โดยเลือกใช้ Web Responsive Technology ในการพัฒนาระบบเนื่องการใช้งาน ผู้ดูแลระบบ ครู และนักเรียน มีการเข้าถึงระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ทั้งขนาดหน้าจอ หรือแม้กระทั่งระบบปฏิบัติการ ซึ่ง Web Responsive Technology เป็นเทคโนโลยีการออกแบบเว็บไซต์ที่ช่วยพัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถรองรับได้ทุกขนาดหน้าจอรวมถึงทุกอุปกรณ์สื่อสาร และนำทฤษฎีการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive Testing) มาช่วยในการหาค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนผ่านการทำแบบทดสอบ โดยการพัฒนาระบบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ส่วนของครู ที่สามารถกำหนดบททดสอบที่ใช้ในการทดสอบ, จุดประสงค์การเรียนรู้,ข้อสอบที่ใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนได้ผ่านการประเมินความสอดดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการประเมินพบว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งหมด 100 ข้อ และผ่านวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งพบว่าข้อสอบมีค่าพารามิเตอร์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 87 ข้อ โดยมีค่าอำนาจจำแนก (a) ตั้งแต่ 0.519 ถึง 2.401 ค่าความยากของข้อสอบ (b) ตั้งแต่ -3.300 ถึง 3.488 และค่าการเดา (c) 0.095 ถึง 0.3 2) ส่วนของนักเรียน ที่สามารถเลือกบททดสอบที่ครูได้ออกแบบไว้ และทำ

ข้อสอบตั้งแต่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 ไปเรื่อยๆ โดยการทำแบบทดสอบของนักเรียน ข้อสอบจะดึงออกมาตามความสามารถของนักเรียน ตามทฤษฎีการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive testing) หากไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ใดหรือพบข้อบกพร่องทางการเรียน ระบบจะแสดงผลการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนให้นักเรียนทราบว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผ่านมีความสามารถที่ระดับใด และจุดประสงค์ที่ไม่ผ่านจะแสดงแนวทางการปรับปรุงข้อบกพร่องนั้นๆให้นักเรียนทราบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขและสามารถกลับมาทำแบบทดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ได้ในภายหลังตามปกติ และผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน พบว่า ด้านหลักการและวัตถุประสงค์ของระบบ อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ด้านการออกแบบระบบ อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ด้านการใช้งานระบบ อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ด้านการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และด้านคุณภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน อยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด และค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินระบบทุกด้านทั้งหมดเท่ากับ 4.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทาง การเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.55 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.68 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 16.32 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 และมีระดับความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนโดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก($\overline{X}$=4.05, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากทุกข้อ เรียงจากมากไปน้อยดังนี้ การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็ว ($\overline{X}$=4.28, S.D.=0.45) จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม ($\overline{X}$=4.21, S.D.=0.41) ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ($\overline{X}$=4.17, S.D.=0.38) นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้ ($\overline{X}$=4.13, S.D.=0.51) ระบบมีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มมากขึ้น $\overline{X}$=4.10, S.D.=0.49) สามารถเข้าใช้งานระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ($\overline{X}$=4.07, S.D.=0.59) ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดที่ความเหมาะสม ($\overline{X}$=4.03, S.D.=0.50) ระบบการลงทะเบียนมีความสะดวกและรวดเร็ว ($\overline{X}$4.00, S.D.=0.60) แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน ($\overline{X}$=3.96, S.D.=0.42) วิธีการตอบข้อสอบง่ายและสะดวก ($\overline{X}$=3.93, S.D.=0.46) ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน ($\overline{X}$=3.90, S.D.=0.43) และ ความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ ($\overline{X}$=3.86, S.D.=0.44) ตามลำดับ

อภิปรายผล

1. การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่าผลการประเมินคุณภาพเฉลี่ยทุกด้านเท่ากับ 4.45 แสดงว่าระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก ไม่ต้องมีการปรับปรุงระบบใหม่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในขั้นตอนการสร้างบทเรียน การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การหาวิธีแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียน ผู้วิจัยได้ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เพื่อให้ระบบดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน สอดคล้องกับอภิสิทธิ์ คุ้มรักษา (2556: 89) ที่ว่าการพัฒนาระบบต้องวิเคราะห์กระบวนการ ตั้งแต่ขั้นตอนของการกำหนดความสำคัญของเนื้อหา วิเคราะห์องค์ประกอบของโครงสร้างเนื้อหาให้สามารถประเมินความรู้ของผู้เรียนได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ในระบบนี้ผู้วิจัยใช้หลักเกณฑ์ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ คือค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดา (c) มาประยุกต์ใช้ในการจัดทำคลังข้อสอบของระบบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง เนื่องจากช่วยให้ระบบสามารถค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนและระดับความสามารถของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของดิเรก หอมจันทร์ (2555: 14) ที่ว่าการจัดทำคลังข้อสอบจะส่งผลต่อการจัดการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้น ควรจัดทำคลังข้อสอบที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งข้อสอบที่นำมาบรรจุในคลังข้อสอบต้องได้ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพตามหลักเกณฑ์ และเงื่อนไขของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) มีวิธีการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบได้หลายวิธี เช่นการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบด้วยโมเดลการตอบ สนองข้อสอบแบบ 1 พารามิเตอร์ โมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 2 พารามิเตอร์ และโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 3 พารามิเตอร์เป็นการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบที่มีความสะเอียดมากที่สุด โดยสามารถวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบได้ทั้งค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยากของข้อสอบ (b) และค่าการเดา (c) การพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน เป็นการจัดทำระบบที่ผสานรูปแบบของ Web application รวมกับการทดสอบแบบปรับเหมาะ เนื่องจากการทดสอบแบบปรับเหมาะคำนึงถึงความสามารถของบุคคลที่มีความแตกต่างกัน ระบบจะดึงข้อสอบออกมาตามความสามารถของนักเรียนที่เข้าทดสอบสำหรับในระบบ ทำให้ผู้ทดสอบทำข้อสอบจำนวนน้อยลง การทดสอบใช้เวลาเร็วขึ้น และได้ทราบผลการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนและความสามารถของตนเองได้ทันทีหลังจากการทดสอบยุติลง สอดคล้องกับแนวคิดของ Cheng (ทิพย์ ขำอยู่ และเสรี ชัดแช้ม,

2556: 14) ที่กล่าวไว้ว่า การทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นวิธีการที่ผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องทำข้อสอบทุกข้อ ลดข้อจำกัดที่ข้อสอบมียากเกินไปหรือง่ายเกินไปสำหรับผู้สอบ เพราะการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้วิธีการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบและคัดเลือกข้อสอบข้อถัดไปเพื่อให้ได้ข้อสอบที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้สอบเป็นสำคัญ โดยผู้สอบแต่ละคนจะได้ทำข้อสอบในข้อที่แตกต่างกันตามความสามารถของตนเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน พบว่าระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยภายหลังจากนักเรียนใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน นักเรียนสามารถทราบข้อบกพร่องทางการเรียนและระดับความสามารถของตนเองได้ทันที สามารถกลับไปทบทวนเนื้อหาที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้ตรงจุด ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับสมใจ ภูครองทุ่ง (2553) ที่พบว่าการทราบข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนจากแบบฝึกหัด มีส่วนช่วยในการนำไปใช้ปรับปรุงแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อันส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้ และสอดคล้องกับวรานาถ กิมาลี(2552) ที่พบว่าการได้รับข้อมูลสะท้อนกลับจากนักเรียน มาวิเคราะห์สภาพปัญหาและหาแนวทางแก้ไขให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนแต่ละคน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. การประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อระบบภาพรวม อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากทุกข้อ เรียงจากข้อที่มากที่สุดไปน้อย ดังนี้ การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็วอยู่ในระดับมาก รองลงมาเป็นจำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน, นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้ ลำดับสุดท้ายคือความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระบบมีการออกแบบเป็นเว็บแอพพลิชันและใช้เทคโนโลยี Web Responsive ในการพัฒนาระบบ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสมาร์ทโฟน รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รวมถึงใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบปรับเหมาะ (Adaptive testing) ในการออกแบบการทดสอบของนักเรียน ที่มีการดึงข้อสอบออกมาตามความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนผ่านระบบ ทราบข้อบกพร่องทางการเรียนของตนเอง รวมถึงยังสามารถประเมินระดับความสามารถของนักเรียนได้

อย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับสมประสงค์ เสนารัตน์ (2555) ที่พบว่ากลุ่มครูผู้สอนและนักเรียน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ ในภาพรวมและรายด้าน อยู่ในระดับมาก แสดงว่าผู้ใช้เห็นว่าโปรแกรมการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ มีประโยชน์ มีความเหมาะสม มีความเป็นไปได้ การทำงานของโปรแกรมมีความถูกต้องครอบคลุม และมีความน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยกระบวนการเรียนของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อสอบที่จะนำมาใช้ในระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนต้องผ่านขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อสอบ และหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์มาแล้ว จึงจะทำให้การคำนวณค่าความสามารถและหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนที่เข้ามาทำแบบทดสอบผ่านระบบได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2. สมาร์ทโฟนที่นำมาใช้ต้องรองรับการเปิดระบบผ่านเว็บบราวเซอร์ได้ รวมถึงการเชื่อมต่อสัญญาณเครือข่ายที่มีความรวดเร็ว จึงจะสามารถช่วยให้การใช้งานระบบการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน สามารถเพิ่มบทเรียนหรือประยุกต์ใช้กับวิชาอื่นๆ ได้ในอนาคต โดยสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้ 1) วิเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) วิเคราะห์จำนวนแบบทดสอบกับความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3) ประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 4) วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่จะนำไปใช้กับระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การสร้างข้อสอบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ จะต้องมีจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์ให้มากพอ เพื่อช่วยให้การคัดเลือกข้อสอบแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้มีความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับ และช่วยให้หาข้อบกพร่องการเรียนรู้ได้ถูกต้องมากที่สุด

2. ควรมีการพัฒนาระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนผ่านสมาร์ทโฟนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนในรายวิชาอื่นๆ

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ซีเอ็มเอสไทยแลนด์.(2550). "**เทคโนโลยีเว็บไซต์**". ออนไลน์ เข้าถึงเมื่อ 27 ตุลาคม 2557 เข้าถึงได้จาก http:// www.cmsthailand.com/web45-47/print.php?sid=68

ณัชพล วาณิชกมลนันท์.(2557). "การพัฒนาระบบการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์หนังสือด้วยเครือข่ายสังคมออนไลน์". วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรทหาบัณฑิต สาขาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ดาราพร หาญกล้า. (2552). "การพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดทางฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 2". วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เดเรก หอมจันทร์. (2555). การพัฒนาแบบทดสอบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบสำหรับการเรียนการสอนแบบอีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) รายวิชา 4000107: เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต. **The Eighth National Conference on Computer and Information Technology (NCCIT) 2012**, 396-402.

ทิพย์ ขำอยู่ และ เสรี ชัดแช้ม. (2556). การวินิจฉัยทักษะภาษาอังกฤษโดยประยุกต์โมเดลลำดับขั้นคุณภาพลักษณะและการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์. **วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ปีที่ 10 ฉบับที่ 2**, ตุลาคม 2555 – มีนาคม 2556.

ธนัฏฐา ฉายขุนทด. (2539). "การศึกษาความบกพร่องในกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ประยุกต์ 1 ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพมหานคร". วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหบัณฑิตภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เบญจมาภรณ์ เสนารัตน์. (2558). "การพัฒนาโปรแกรมการประเมินความรู้ทางการวิจัยการศึกษาแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์ออนไลน์ สำหรับนักศึกษาครู มหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ". ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พูลศรี เวศย์อุฬาร.(2551). **Mobile Learning(mLearning) เอ็มเลิร์นนิ่ง-การเรียนทางเครือข่ายไร้สาย**. เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2559 เข้าถึงได้จาก http://thaimlearning.blogspot.com

วรานาถ กิมาลี. (2552). “การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนธรรมโฆษิตวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครพนม เขต 1”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

สมประสงค์ เสนารัตน์.(2555). “การพัฒนาการทดสอบแบบปรับเหมาะด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวินิจฉัยกระบวนการพุทธิปัญญาในการเรียนพีชคณิตของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติ”. ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมลักษณ์ สะหรั่งบิน. (2553). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้จากการสอนซ่อมเสริม โดยใช้เทคนิคของพอลโลเวย์และแพตตันร่วมกับการใช้เส้นจำนวน”. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมใจ ภูครองทุ่ง. (2553). “การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบฝึกหัดเรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”. ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุนันท์ พลอายา. (2551). “การทดสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบที่ดำเนินการทดสอบบนเว็บเพจ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย เรื่อง ความรู้ทางภาษาและการพัฒนาทักษะภาษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3”. วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุรศักดิ์ มังสิงห์. (2551). **ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์.** เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2559 เข้าถึงได้จาก http://dllibrary.spu.ac.th:8080/dspace/bistream/12345679 /1474/ 07.pdf

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร. (2558). **เศรษฐกิจดิจิทัล (Digital Economy) นโยบายขับเคลื่อนเศรษฐกิจยุคใหม่**. เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2559 เข้าถึงได้จาก http:// www.parliament.go.th/library

อนุชิต กลิ่นกำเนิด.(2553). “ระบบบริหารการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ”. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อภิสิทธิ์ คุ้มรักษา. (2556). “การพัฒนาระบบช่วยสอนเสริมแบบปรับเหมาะบนระบบบริหารจัดการเรียนรู้”. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาษาต่างประเทศ

Chen, Shipin, and Jianping Zang. (2008). “The Adaptive Learning System base on Learning Style and Cognitive State.” In **International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling**, 69-73. Santander, Spain, July 1-5, 2008. Washington, D.C: IEEE Computer Society

Diao, Q. And Reckase, M. (2009). **Comparison of Ability Estimation and Item Selection Methods in Multidimensional Computerized Adaptive Testing**. In D. J. Weiss (Ed.), Proceedings of the 2009 GMAC Conference on Computerized Adaptive Testing. Accessed 8 February 2016. Available from http://www.psych.umn.edu/psylabs/CATCentral

Miguel Badaracco., Jun Liu., and Luis Martinez. (2013). “A Mobile App for Adaptive Test in Intelligent Tutoring System Based on Competences”. **Workshop Proceedings of the 9th International on Intelligent Environments**, 419-430.

Melis, Eric., and Andres Eric. (2005). “Global Feedback in ACTIVEMATH”. **The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching 24**, 2 (April): 197-221

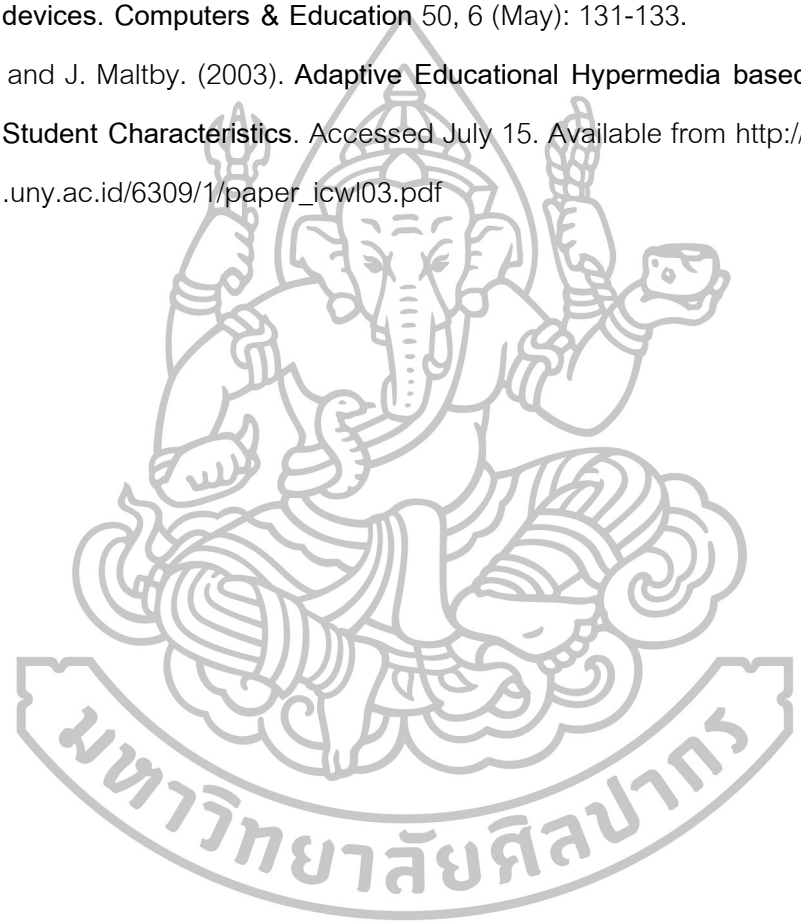
Park, Ok choom., and Jung Lee. (2004). **Adaptive Instructional Systems**. Accessed July 15. Available from http://www.etc.edu.cn/eet/Articles/cmi/Park,%202003 .pdf

Parshall, C.G. And others. (2002). “Innovative Item Types for Computerized Testing.” in **W. J. Van Der Linden and C.A.W. Glass (Eds.), Computerized Adaptive Testing: Theory and Practice**, 129–148. Netherlands: Kluwer.

Sanrach, Charun., and Grandbastien, Monique. (2000). “An Adaptive and intelligent web based Environment.” In Proceeding of International Conference on Intelligent Technology, 45-54. Bangkok, Thailand, December 13-15.

Shanmungapriya M and Dr.Tamilarai A. (2012). Developing a Mobile Adaptive Test. In **the design and evaluation of a computerized adaptive test on mobile devices. Computers & Education** 50, 6 (May): 131-133.

Surjono, H., and J. Maltby. (2003). **Adaptive Educational Hypermedia based on Multiple Student Characteristics**. Accessed July 15. Available from http://www.eprints .uny.ac.id/6309/1/paper_icwl03.pdf



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน มีดังนี้

1. นายสมศักดิ์ เหลืองมังกร	คึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี
2. นางสาวธัญญารัตน์ โพธิ์ทอง	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ครูวิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี
3. นางปิยกาญจน์ แก้วล้อมทรัพย์	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ครูวิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

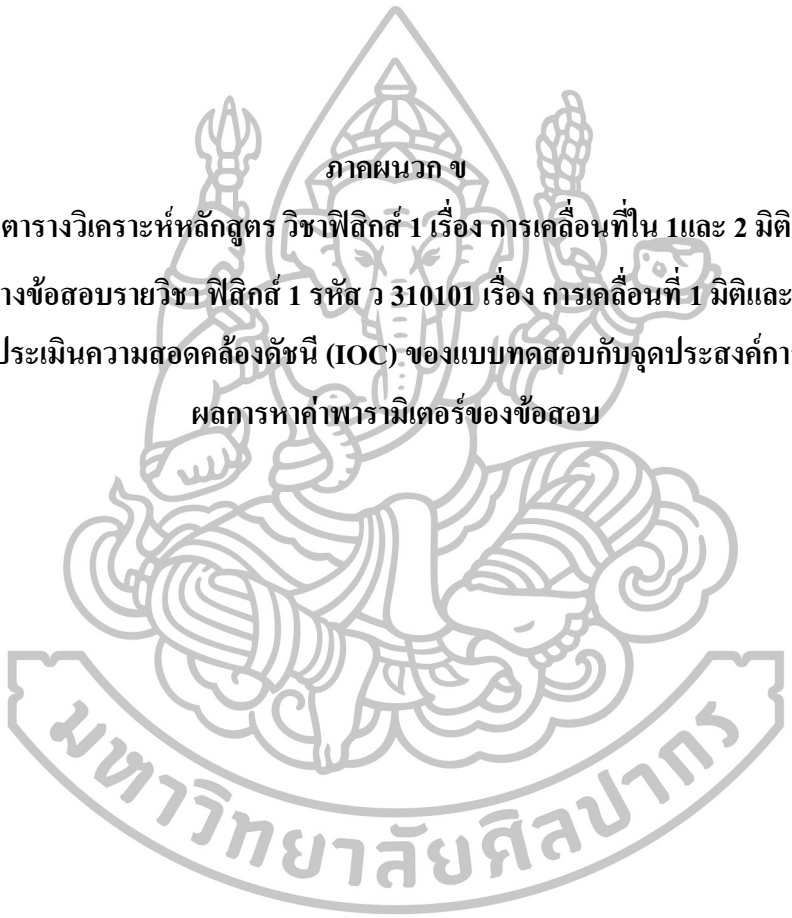
ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1และ 2 มิติ

ตัวอย่างข้อสอบรายวิชา ฟิสิกส์ 1 รหัส ว 310101 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติและ 2 มิติ

ผลการประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ผลการหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ



ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร วิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1และ 2 มิติ สำหรับสร้างข้อสอบ 100 ข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้	คุณลักษณะ						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
1. อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดพร้อมทั้งบอกความแตกต่างได้	4	5	4	4	1	2	20
2. อธิบายความหมายของความเร็ว, ความเร็วเฉลี่ย, อัตราเร็ว, อัตราเร็วเฉลี่ย พร้อมทั้งหาค่าอย่างง่ายได้	2	5	6	3	2	3	20
3. อธิบายกราฟของการกระจัดกับเวลา, ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลาได้ รวมถึงการอ่านค่าของกราฟในระยะเวลาต่างๆ และสามารถแปลงกราฟจากชนิดหนึ่งไปอีกชนิดหนึ่งได้	2	4	5	3	4	2	20
4. สามารถหาค่าต่างๆ เช่น ระยะทาง เวลาและความเร็วกรณีการเคลื่อนที่ความเร่งเป็นค่าคงที่ได้	1	2	7	3	3	3	20
5. สามารถหาระยะทาง เวลาและความเร็วกรณีวัตถุตกอย่างเสรีมีความเร่งเป็นค่าคงที่ได้	1	2	8	4	3	2	20
รวม	10	18	30	17	13	12	100
ลำดับ	6	2	1	3	4	5	

ตัวอย่างข้อสอบรายวิชา ฟิสิกส์ 1 รหัส ว 30101 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติและ 2 มิติ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ 1 อธิบายความหมายของระยะทางและการกระจัดพร้อมทั้งบอกความแตกต่างได้

1. มาตรวัดความเร็วบนหน้าปัดรถยนต์ที่ชี้เลข 60 km/hr หมายความว่าอย่างไร
   ก. ขณะนั้นรถยนต์มีความเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 60 km/hr
   ข. ขณะนั้นรถยนต์มีอัตราเร็วเฉลี่ยเท่ากับ 60 km/hr
   ค. ขณะนั้นรถยนต์มีความเร็วในขณะใดขณะหนึ่งเท่ากับ 60 km/hr
   ง. ขณะนั้นรถยนต์มีอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งเท่ากับ 60 km/hr
2. ถนนที่ตัดตรงจากเมือง A ไปถึงเมือง B มีความยาว 50 km ขณะที่คลองคดเคี้ยวจากเมือง A ไปเมือง B มีระยะทาง 79 km ถ้าชายคนหนึ่งขนสินค้าจากเมือง A ไปเมือง B โดยรถยนต์ ถามว่าสินค้ามีการกระจัดเท่าใด
   ก. 29 กิโลเมตร
   ข. 50 กิโลเมตร
   ค. 72 กิโลเมตร
   ง. 79 กิโลเมตร
3. ถนนที่ตัดตรงจากเมือง A ไปถึงเมือง B มีความระยะทาง 50 km ขณะที่คลองคดเคี้ยวจากเมือง A ไปเมือง B มีระยะทาง 79 km ถ้าชายคนหนึ่งขนสินค้าจากเมือง A ไปเมือง B โดยรถยนต์ ระยะทางในการขนส่งสินค้าเป็นกี่กิโลเมตร
   1. 29 กิโลเมตร
   2. 50 กิโลเมตร
   3. 72 กิโลเมตร
   4. 79 กิโลเมตร
4. รถยนต์คันหนึ่งวิ่งด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 80km/hr จากเมือง A ไป เมือง B ที่อยู่ห่างกัน 200 km ถ้าออกเดินทางเวลา 06.20 น. จะถึงปลายทางเวลาเท่าใด
   ก. 07.50 น.
   ข. 08.05 น.
   ค. 08.30 น.
   ง. 08.50 น.

จุดประสงค์การเรียนรู้ 2 อธิบายความหมายของความเร็ว, ความเร็วเฉลี่ย, อัตราเร็ว, อัตราเร็วเฉลี่ย พร้อมทั้งหาค่าอย่างง่ายได้

5. เด็กคนหนึ่งออกกำลังกายด้วยการวิ่งอัตราเร็ว 6 m/s เป็นเวลา 1 นาที วิ่งด้วยอัตราเร็ว 5 m/s อีก 1 นาที แล้วเดินด้วยอัตราเร็ว 1 m/s อีก 1 นาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ยในช่วงเวลา 3 นาทีนี้
   ก. 3.0 m/s
   ข. 3.5 m/s
   ค. 4.0 m/s
   ง. 4.5 m/s
6. เด็กชายคนหนึ่งออกกำลังกายด้วยการวิ่งด้วยอัตราเร็ว 6 m/s เป็นเวลา 2 วินาที วิ่งด้วยอัตราเร็ว 5 m/s อีก 2 วินาที แล้วเดินด้วยอัตราเร็ว 1 m/s อีก 2 วินาที จงหาอัตราเร็วในช่วงเวลา 6 วินาที นี้
   ก. 3.0 m/s
   ข. **3.7 m/s**
   ค. 4.0 m/s
   ง. 4.7 m/s
7. ชายคนหนึ่งขับรถบนทางตรงด้วยอัตราเร็ว 40 km/hr เป็นระยะทาง 10 km แล้วขับต่อด้วยอัตราเร็ว 60 km/hr เป็นระยะทางอีก 10 km และด้วยอัตราเร็ว 80km/hr เป็นระยะทางอีก 10 km อัตราเร็วเฉลี่ยของรถคันนี้เป็นเท่าใด
   ก. 60 km/hr
   ข. มากกว่า 60 km/hr
   ค. **น้อยกว่า 60 km/hr**
   ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ
8. รถเทียมม้าคันหนึ่งวิ่งระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะทางรวม โดยไม่บรรทุกน้ำหนัก จึงทำความเร็วได้ 12 km/hr ส่วนอีกครึ่งหนึ่งของระยะทางรวม ต้องบรรทุกน้ำหนักเต็ม จึงทำความเร็วได้ 4 km/hr ความเร็วเฉลี่ยตลอดเส้นทางของรถเทียมม้านี้คือเท่าไร
   ก. 6 km/hr
   ข. 7 km/hr
   ค. **8 km/hr**
   ง. 9 km/hr

มหาวิทยาลัยศิลปากร

จุดประสงค์การเรียนรู้ 3 อธิบายกราฟของการกระจัดกับเวลา, ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลาได้ รวมถึงการอ่านค่าของกราฟในระยะเวลาต่างๆ และสามารถแปลงกราฟจากชนิดหนึ่งไปอีกชนิดหนึ่งได้

9. ขับจักรยานด้วยอัตราเร็วดังนี้

อัตราเร็ว (m/s)	10	8	6	4	2	0
เวลา (s)	0	1	2	3	4	5

จงหาอัตราเร่งในเวลา 0 – 5 วินาทีในหน่วยเมตร/ วินาที^{2}

ก. -2

ข. 2

ค. 5

ง. 10

10. ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร็วที่ลดลงอย่างสม่ำเสมอ ความเร่งจะมีค่าเป็นอย่างไร

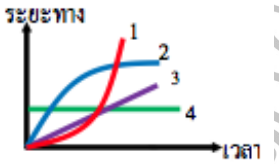
ก. มีค่าเป็นศูนย์

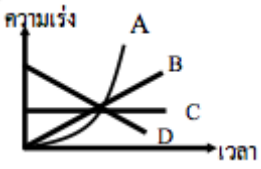
ข. มีค่าเป็นบวก

ค. มีค่าเป็นลบ

ง. ไม่มีคำตอบที่ถูก

11. พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ – เวลา และกราฟระหว่างความเร่ง – เวลา





คำตอบข้อใดที่แสดงความสอดคล้องที่ถูกต้องของการเคลื่อนที่ของวัตถุหนึ่ง

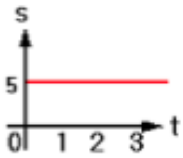
ก. 1 และ C

ข. 2 และ B

ค. 3 และ A

ง. 4 และ D

12. จากกราฟ จงหาความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่ในหน่วย m/s และ m/s^2 ตามลำดับ



ก. 5, 0 **ข. 0, 0**

ค. 0, 5 ง. 5, 5

จุดประสงค์การเรียนรู้ 4 สามารถหาค่าต่างๆ เช่น ระยะทาง เวลาและความเร็ว กรณีการเคลื่อนที่ความเร่งเป็นค่าคงที่

13. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 m/s ไปตามแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว จนมีความเร็วปลาย 60 m/s ภายในเวลา 5 s จงหาระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 5 s

    ก. 100 m

    ข. 200 m

    ค. 300 m

    ง. 400 m

14. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น 5 m/s ด้วยความเร่งคงตัว 2 m/s^2 เป็นเวลานาน 10 s จงหาระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในเวลา 10 s

    ก. 150 m

    ข. 300 m

    ค. 350 m

    ง. 400 m

15. วัตถุเคลื่อนที่จากสภาพนิ่ง ด้วยความเร่งคงตัวในช่วงเวลา 2 s แรก ได้ระยะทาง 54 m ถ้าจะเคลื่อนที่ต่อไปอีก 162 m จะใช้เวลาอีกกี่วินาที

    ก. 4 s

    ข. 3 s

    ค. 2 s

    ง. 1 s

16. รถไฟ 2 ขบวนวิ่งเข้าหากันโดยวิ่งในรางเดียวกัน รถขบวนที่ 1 วิ่งด้วยความเร็ว 10 m/s ส่วนรถไฟขบวนที่ 2 วิ่งด้วยความเร็ว 20 m/s ขณะที่อยู่ห่าง 325 m รถไฟทั้งสองขบวนต่างเบรกและหยุดพอดีพร้อมกันโดยอยู่ห่างกัน 25 m เวลาที่รถทั้งสองใช้เป็นเวลาเท่าใด

    ก. 10 s

    ข. 20 s

    ค. 30 s

    ง. 40 s

จุดประสงค์การเรียนรู้ 5 สามารถหาระยะทาง เวลาและความเร็ว กรณีวัตถุตกอย่างเสรีมีความเร่งเป็นค่าคงที่

17. โยนลูกบอลขึ้นไปในแนวดิ่งจากยอดตึกสูง 45 m ด้วยความเร็วต้น 40 m/s จงหาว่าความเร็วของลูกบอลขณะถึงพื้นดินมีค่าเท่าใด

    ก. 50 m/s

    ข. -50 m/s

    ค. 100 m/s

    ง. -100 m/s

18. จรวดลำหนึ่งถูกยิงขึ้นในแนวดิ่งจากฐานแห่งหนึ่งด้วยความเร่งคงที่ 20 m/s^2 เมื่อเวลาผ่านไปได้ 5 s เชื้อเพลิงของจรวดหมดพอดี จงหาว่าระยะสูงสุดเหนือพื้นดินที่จรวดขึ้นไปได้

    ก. 550 m

    ข. 650 m

    ค. 750 m

    ง. 850 m

19. บอลลูน 2 ลูกลอยอยู่กับที่ ลูกที่อยู่สูงกว่าปล่อยก้อนหินให้ตกลงสู่พื้นล่าง ก่อนลูกที่อยู่ต่ำเป็นเวลานาน 1 s และต่อมาอีก 4 s ก้อนหินทั้งสองก็ตามทันกัน บอลลูนทั้งสองลูกนั้นลอยอยู่ห่างกันกี่เมตร

    ก. 30 m

    ข. 35 m

    ค. 40 m

    ง. 45 m

20. บอลลูนลอยขึ้นในแนวตรงด้วยอัตราเร็วคงที่ 3 m/s เป็นเวลา 20 s และเคลื่อนที่ลงมาที่เดิมด้วยอัตราเร็ว 2 m/s เป็นเวลา 15 s จงหาความเร็วเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของบอลลูน

    ก. 3.15 m/s

    ข. 2.57 m/s

    ค. 2.5 m/s

    ง. 0.857 m/s

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องดัชนี (IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
43	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
44	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
46	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
48	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
51	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			
52	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
53	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
54	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
55	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
56	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
57	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
58	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
59	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
60	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
61	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
62	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
63	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
64	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
65	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
66	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
67	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
68	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
69	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
70	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
71	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
72	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
73	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
74	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
75	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
76	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
77	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
78	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			
79	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
80	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
81	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
82	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
83	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
84	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
85	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
86	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
87	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
88	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
89	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
90	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
91	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
92	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
93	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
94	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
95	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
96	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
97	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
98	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
99	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
100	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

+1 แทน แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 แทน ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 แทน แน่ใจว่าข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

การวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายวิชา ฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ 1 มิติ และ 2 มิติ จำนวน 100 ข้อ ตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c) โดยใช้โปรแกรม IRT (BAY) version 1.0 เพื่อคัดเลือกข้อสอบมาใส่ในระบบค้นหาข้อพกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (a) อยู่ระหว่าง + 0.50 ถึง + 2.50 ค่าความยากของข้อสอบ (b) อยู่ระหว่าง – 3.50 ถึง + 3.50 และค่าการเดา (c) มีค่าเป็นบวก ไม่เกิน 0.30

ตารางที่ 11 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบแสดงค่าอำนาจจำแนก (a) ค่าความยาก (b) และค่าการเดา (c)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
1	0.561	3.340	0.236	คัดไว้	16	1.386	-0.988	0.300	คัดไว้
2	1.233	-1.000	0.212	คัดไว้	17	0.689	-3.665	0.304	คัดออก
3	0.530	3.300	0.212	คัดไว้	18	0.690	3.231	0.271	คัดไว้
4	0.695	2.761	0.200	คัดไว้	19	1.350	1.231	0.200	คัดไว้
5	-9.000	-3.300	0.103	คัดออก	20	1.009	-3.627	0.200	คัดออก
6	1.438	0.568	0.103	คัดไว้	21	0.548	3.300	0.200	คัดไว้
7	0.934	3.241	0.237	คัดไว้	22	0.618	2.889	0.232	คัดไว้
8	1.840	1.080	0.200	คัดไว้	23	1.614	0.727	0.187	คัดไว้
9	0.720	3.057	0.200	คัดไว้	24	0.545	3.300	0.226	คัดไว้
10	1.032	3.488	0.310	คัดไว้	25	1.121	-1.913	0.135	คัดไว้
11	0.812	3.660	0.219	คัดออก	26	0.744	3.797	0.211	คัดไว้
12	0.585	2.285	0.200	คัดไว้	27	0.561	3.300	0.200	คัดไว้
13	0.547	3.898	0.200	คัดออก	28	0.687	1.894	0.200	คัดไว้
14	0.826	2.318	0.200	คัดไว้	29	2.060	-0.096	0.147	คัดไว้
15	1.895	1.050	0.200	คัดไว้	30	0.778	1.837	0.127	คัดไว้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
31	1.351	0.937	0.200	คัดไว้	52	1.116	-0.329	0.155	คัดไว้
32	0.977	3.629	0.200	คัดไว้	53	0.440	3.300	0.218	คัดไว้
33	0.537	3.969	0.145	คัดไว้	54	0.564	2.657	0.200	คัดไว้
34	1.493	0.994	0.200	คัดไว้	55	1.585	0.723	0.200	คัดไว้
35	0.765	3.215	0.200	คัดไว้	56	0.300	0.271	0.200	คัดไว้
36	0.638	2.637	0.200	คัดไว้	57	0.519	0.200	0.147	คัดไว้
37	1.586	-0.263	0.253	คัดไว้	58	-3.300	0.200	0.310	คัดออก
38	0.763	-3.300	0.200	คัดไว้	59	2.300	0.200	0.213	คัดไว้
39	1.684	2.493	0.200	คัดไว้	60	2.401	0.200	0.315	คัดไว้
40	1.121	1.589	0.255	คัดไว้	61	2.165	0.187	0.095	คัดไว้
41	0.804	2.945	0.237	คัดไว้	62	2.156	0.226	0.252	คัดไว้
42	0.596	3.005	0.249	คัดไว้	63	1.541	0.135	0.200	คัดไว้
43	0.874	1.839	0.200	คัดไว้	64	1.371	0.211	0.200	คัดไว้
44	1.391	3.380	0.277	คัดไว้	65	1.875	0.200	0.183	คัดไว้
45	1.014	2.251	0.200	คัดไว้	66	0.690	3.231	0.287	คัดไว้
46	2.065	0.027	0.178	คัดไว้	67	1.350	1.231	0.200	คัดไว้
47	0.900	3.126	0.23	คัดไว้	68	1.009	-3.227	0.242	คัดออก
48	0.636	2.172	0.306	คัดไว้	69	0.548	3.300	0.200	คัดไว้
49	0.834	-3.924	0.200	คัดออก	70	0.618	2.889	0.200	คัดไว้
50	1.119	3.469	0.200	คัดไว้	71	1.164	0.727	0.306	คัดออก
51	1.544	2.835	0.182	คัดไว้	72	0.545	3.300	0.291	คัดไว้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ	ข้อที่	ค่าพารามิเตอร์			ผลการคัดเลือกข้อสอบ
	a	b	c			a	b	c	
73	0.778	1.837	0.182	คัดไว้	87	0.575	3.690	0.212	คัดออก
74	2.061	0.262	0.241	คัดไว้	88	1.121	-1.913	0.268	คัดไว้
75	1.131	2.897	0.311	คัดไว้	89	0.744	3.497	0.182	คัดไว้
76	1.155	-3.190	0.096	คัดไว้	90	0.561	3.300	0.200	คัดไว้
77	0.539	3.300	0.200	คัดไว้	91	0.687	1.894	0.200	คัดไว้
78	1.062	2.841	0.200	คัดไว้	92	2.060	-0.096	0.179	คัดไว้
79	1.116	-0.327	0.285	คัดไว้	93	1.411	0.963	0.200	คัดไว้
80	0.440	3.300	0.315	คัดไว้	94	1.553	2.275	0.238	คัดไว้
81	0.564	2.657	0.156	คัดไว้	95	1.473	-2.773	0.200	คัดไว้
82	1.493	0.994	0.200	คัดไว้	96	1.543	0.843	0.192	คัดไว้
83	0.765	3.215	0.299	คัดไว้	97	0.851	2.248	0.171	คัดไว้
84	0.638	2.637	0.303	คัดออก	98	0.585	3.351	0.200	คัดไว้
85	1.586	-0.263	0.200	คัดไว้	99	1.289	1.173	0.200	คัดไว้
86	1.262	3.925	0.103	คัดออก	100	2.033	3.206	0.200	คัดไว้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนต่อระบบหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

แบบสอบถามความพึงพอใจของครูผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ในรายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2 มิติ เพื่อความสมบูรณ์ขอให้ครูผู้สอนตอบแบบสอบถามทุกข้อตามความเป็นจริง โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น

ความหมายของระดับความคิดเห็น

5	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับมาก
3	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับปานกลาง
2	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับน้อย
1	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

มากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน

คะแนนเฉลี่ย	**การแปลความหมาย**
4.50 – 5.00	มีความหมายพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 12 แบบประเมินความพึงพอใจของครูผู้สอนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านหลักการและวัตถุประสงค์ของระบบ					
1. วัตถุประสงค์มีความเหมาะสม					
ด้านการออกแบบระบบ					
2. การเชื่อมโยงในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม					
3. การใช้ปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม					
4. การจัดวางองค์ประกอบของระบบ มีความเหมาะสม					
5. ขนาดตัวอักษรและสีมีความชัดเจน					
ด้านการใช้งานระบบ					
6. มีการอธิบายการใช้งานระบบที่เข้าใจง่าย					
7. มีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้งาน					
8. การเข้าใช้งานระบบมีความรวดเร็ว					
9. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบบททดสอบมีความสะดวก					
10. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบจุดประสงค์การเรียนรู้มีความสะดวก					
11. การสร้าง การลบ และแก้ไขข้อสอบมีความสะดวกรวดเร็วความสะดวก รวดเร็ว					
12. การแทรกรูปภาพในข้อสอบมีความสะดวก					
ด้านการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน					
13. ลักษณะการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนกับแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน					
14. การรายงานผลการทดสอบของนักเรียนมีความรวดเร็ว					

ตารางที่ 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านคุณภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน					
15. ระบบมีส่วนช่วยพัฒนาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน					
16. ภาพรวมของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน					

ข้อเสนอแนะ

…….

…….

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีการใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ในรายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ใน 1 มิติและ 2 มิติ เพื่อความสมบูรณ์ขอให้นักเรียนตอบแบบสอบถามทุกข้อตามความเป็นจริง โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น

ความหมายของระดับความคิดเห็น

5	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับมาก
3	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับปานกลาง
2	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับน้อย
1	หมายถึง เห็นด้วยกับรายการประเมินในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน

มากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

เกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน

คะแนนเฉลี่ย	**การแปลความหมาย**
4.50 – 5.00	มีความหมายพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	มีความหมายพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 13 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ระบบการลงทะเบียนมีความสะดวกและรวดเร็ว					
2. สามารถเข้าใช้งานระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว					
3. ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน					
4. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
5. วิธีการตอบข้อสอบง่ายและสะดวก					
6. ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดที่ความเหมาะสม					
7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ					
8. จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม					
9. การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็ว					
10. นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้					
11. ระบบมีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เพิ่มมากขึ้น					
12. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน					

ข้อเสนอแนะ

…….

…….

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญที่มีความพึงพอใจต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
ด้านหลักการและวัตถุประสงค์ของระบบ				
1. วัตถุประสงค์มีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.67**	**0.58**	**มากที่สุด**	
ด้านการออกแบบระบบ				
2. การเชื่อมโยงในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก	3
3. การใช้ปุ่มต่าง ๆ มีความเหมาะสม	4.00	0.00	มาก	3
4. การจัดวางองค์ประกอบของระบบ มีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก	2
5. ขนาดตัวอักษรและสีมีความชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.25**	**0.29**	**มาก**	
ด้านการใช้งานระบบ				
6. มีการอธิบายการใช้งานระบบที่เข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด	1
7. มีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้งาน	4.33	0.58	มาก	2
8. การเข้าใช้งานระบบมีความรวดเร็ว	4.33	0.58	มาก	2
9. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบบททดสอบมีความสะดวก	4.33	0.58	มาก	2
10. การเพิ่ม แก้ไข หรือลบจุดประสงค์มีความสะดวก	4.00	0.00	มาก	3
11. การสร้าง การลบ และแก้ไขข้อสอบมีความสะดวก รวดเร็วความสะดวก รวดเร็ว	4.67	0.58	มากที่สุด	1
12. การแทรกรูปภาพในข้อสอบมีความสะดวก	4.00	0.00	มาก	3
รวม	**4.33**	**0.41**	**มาก**	

ตารางที่ 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
ด้านการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน				
13. ลักษณะการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนกับแบบทดสอบมีความสอดคล้องกัน	4.33	0.58	มาก	2
14. การรายงานผลการทดสอบของนักเรียนมีความรวดเร็ว	4.67	0.58	มากที่สุด	1
รวม	**4.50**	**0.58**	**มากที่สุด**	
ด้านคุณภาพของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน				
15. ระบบมีส่วนช่วยพัฒนาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด	1
16. ภาพรวมของระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน	4.33	0.58	มาก	2
รวม	**4.50**	**0.58**	**มากที่สุด**	
รวมทั้งหมด	**4.45**	**0.49**	**มาก**	

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	ลำดับ
1. ระบบการลงทะเบียนมีความสะดวกและรวดเร็ว	4.00	0.60	มาก	8
2. สามารถเข้าใช้งานระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว	4.07	0.59	มาก	6
3. ระบบมีการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการใช้งาน	3.90	0.49	มาก	11
4. แบบทดสอบมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	3.96	0.42	มาก	9
5. วิธีการตอบข้อสอบง่ายและสะดวก	3.93	0.46	มาก	10
6. ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดที่ความเหมาะสม	4.03	0.50	มาก	7
7. ความเหมาะสมในการเลือกใช้สีตัวอักษรและรูปภาพ	3.86	0.44	มาก	12
8. จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม	4.21	0.41	มาก	2
9. การรายงานผลข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนมีความรวดเร็ว	4.28	0.45	มาก	1
10. นักเรียนสามารถกลับมาทดสอบในจุดประสงค์ที่ตนเองมีข้อบกพร่องได้	4.13	0.51	มาก	4
11. ระบบมีส่วนช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถของการเรียนวิชาฟิสิกส์เพิ่มมากขึ้น	4.10	0.49	มาก	5
12. ความพึงพอใจที่มีต่อระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน	4.17	0.38	มาก	3
รวม	**4.05**	**0.48**	**มาก**	

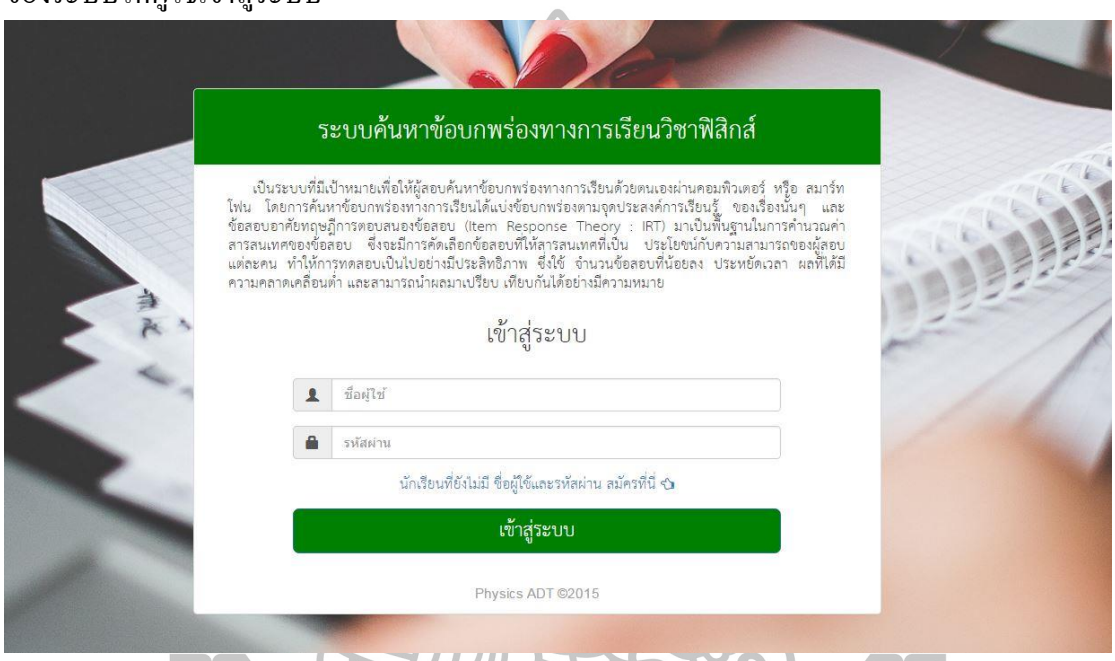
ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้งานระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

คู่มือ

การใช้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟน

การเข้าสู่ระบบสามารถเข้าผ่านเว็บเบราเซอร์ ด้วยโดเมนเนม physicsadt.com จะปรากฏหน้าแรกของระบบให้ผู้ใช้เข้าสู่ระบบ



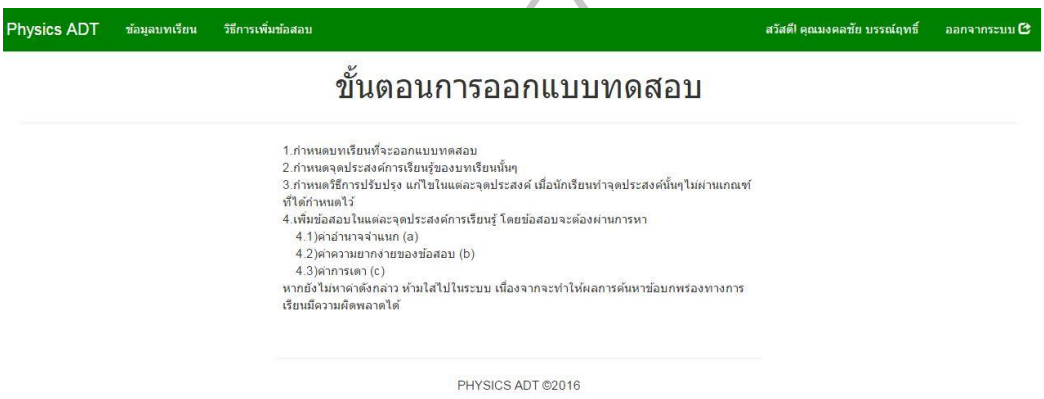
ภาพที่ 21 หน้าแรกของระบบ

โดยระบบระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 1 ผ่านสมาร์ทโฟนได้พัฒนาออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนของครู

1. การเข้าสู่ระบบ : ครูจะได้ชื่อผู้ใช้งานและรหัสจากผู้ดูแลระบบเพื่อเข้าใช้งาน
2. การเพิ่มบทเรียนใหม่ โดยเมื่อเข้าสู่ระบบจะปรากฏหน้ามูลบทเรียน ซึ่งประกอบด้วย
   2.1 วิธีการเพิ่มข้อสอบ
   2.2 แสดงชื่อผู้ใช้
   2.3 ออกจากระบบ
   2.4 เพิ่มบทเรียนใหม่

ภาพที่ 22 หน้าข้อมูลบทเรียน



ภาพที่ 23 หน้าขั้นตอนการเพิ่มแบบทดสอบ

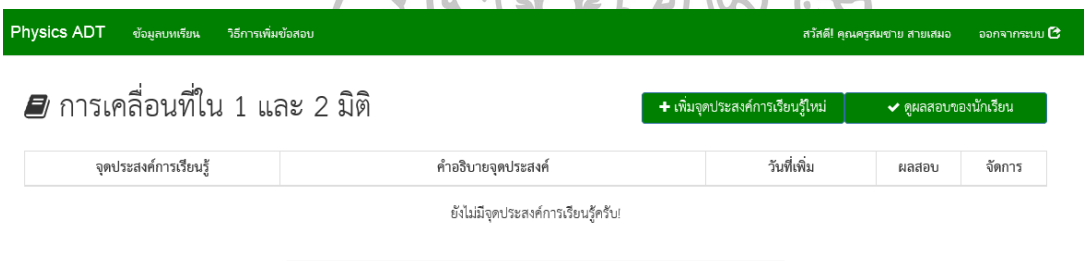
โดยเมื่อคลิก +เพิ่มบทเรียนใหม่ จะปรากฏหน้าให้เพิ่มข้อมูลบทเรียน (ภาพที่ 24) โดยประกอบด้วยหัวข้อและรายละเอียดของบทเรียน กดบันทึกเมื่อทำรายการเสร็จสิ้น

ภาพที่ 24 หน้าเพิ่มบทเรียนใหม่

3. การเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้

หลังจากเพิ่มบทเรียนจะปรากฏบทเรียนที่ได้เพิ่มเข้ามาดังภาพที่ 25 ให้คลิกที่ชื่อบทเรียนที่ต้องการเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ จะปรากฏหน้าจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังภาพที่ 26

ภาพที่ 25 หน้าข้อมูลบทเรียนที่ได้เพิ่มบทเรียนแล้ว



ภาพที่ 26 หน้าจุดประสงค์การเรียนรู้

คลิกที่เมนูเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ โดยจะปรากฏหน้าเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู่ใหม่ ดังภาพที่ 27 โดยครูเป็นต้องใส่รายละเอียดดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. คำอธิบายจุดประสงค์
3. วิธีการปรับปรุงข้อบกพร่อง

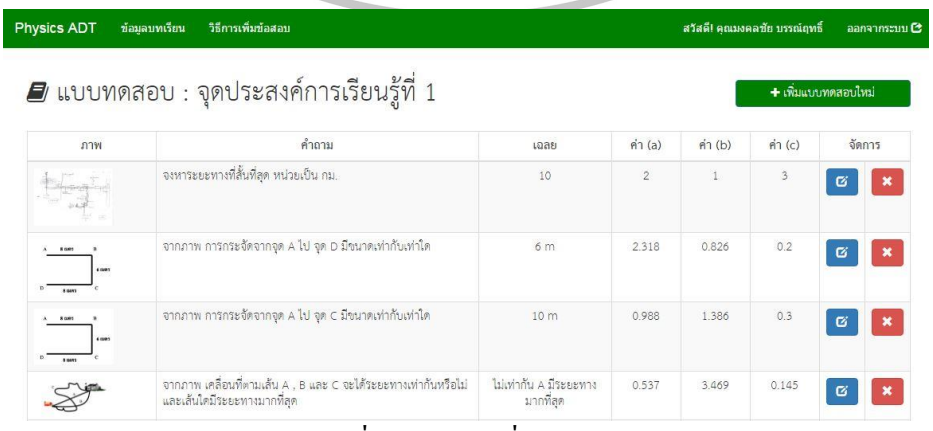
ภาพที่ 27 หน้าเพิ่มจุดประสงค์การเรียนรู้และวิธีการปรับปรุงข้อบกพร่อง

4. การเพิ่มข้อสอบ

คลิกที่จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการเพิ่มข้อสอบ จะปรากฏหน้าจอ เพิ่มบททดสอบ ทดสอบใหม่ดังภาพที่ 28 โดยข้อสอบที่จะนำเข้าไปในระบบต้องผ่านการการหาค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมาแล้ว ซึ่งครูต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุก เพื่อทำให้ระบบค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนมีความถูกต้องมากที่สุด เมื่อกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกบันทึกเพื่อจัดเก็บข้อสอบ

ภาพที่ 28 หน้าเพิ่มบททดสอบทดสอบใหม่

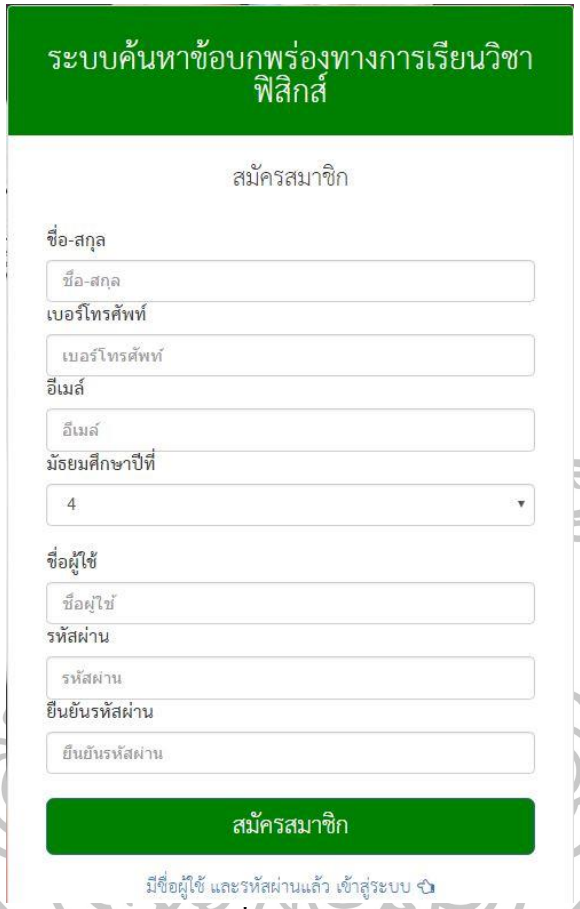
ภาพที่ 29 แสดงข้อมูลของข้อสอบที่ได้บันทึกเข้าไปในระบบแล้ว ซึ่งครูสามารถจัดการข้อสอบได้ (ลบ,แก้ไข)



ภาพที่ 29 ข้อสอบที่ได้บันทึกในระบบ

ส่วนของนักเรียน

1. สมัครสมาชิกเพื่อเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 30 หน้าสมัครสมาชิก

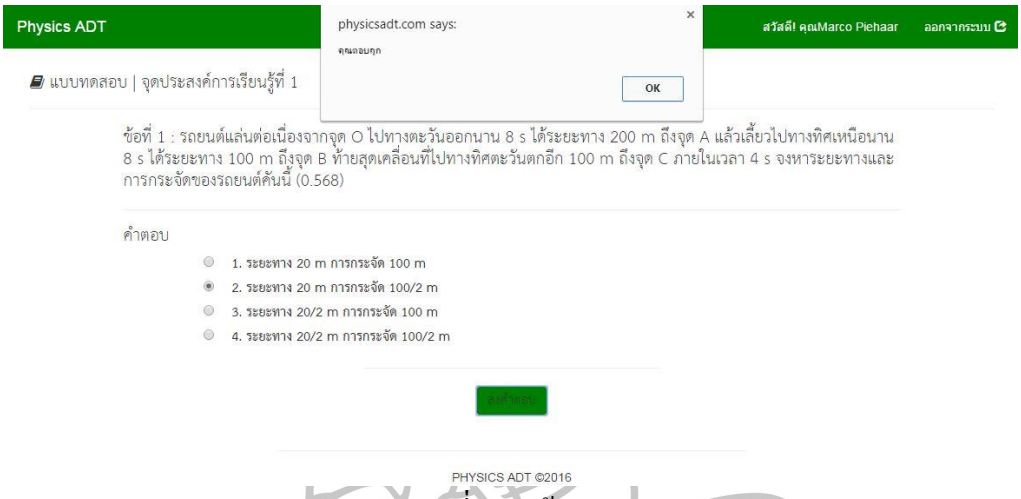
2. เลือกบทเรียน เข้าสู่บททดสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียน

ภาพที่ 31 เลือกบททดสอบ

3. การทำบททดสอบ

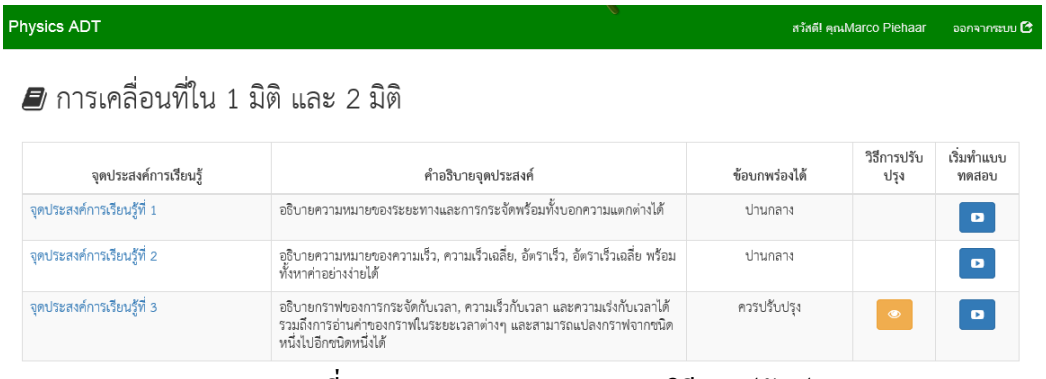
คลิกเลือกคำตอบที่ต้องการ คลิกส่งคำตอบ จะมีกล่องโต้ตอบขึ้นมาเพื่อแจ้งผลการตอบ หากตอบถูกระบบจะดึงข้อสอบที่มีค่าความยากมากขึ้นมาให้ทำ หากตอบผิดระบบจะดึงข้อสอบที่มีค่าความยากต่ำลงมาให้ทดสอบ ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ หากผ่านจุดประสงค์ระบบแสดงหน้าผลการ

ทดสอบ ดังภาพที่ 32 จะมีปุ่มคำสั่งแบบทดสอบจุดประสงค์ถัดไป เพื่อให้เลือกทำแบบทดสอบในจุดประสงค์ถัดไป ดังภาพที่ 33 หากไม่ผ่านจุดประสงค์ระบบแสดงผลการทดสอบพร้อมทั้งแสดงวิธีการปรับปรุง ดังภาพที่ 34 เมื่อคลิกที่วิธีการปรับปรุงจะปรากฏ วิธีการแก้ไขข้อบกพร่องที่ครูได้แนะนำไว้ดังภาพที่ 35

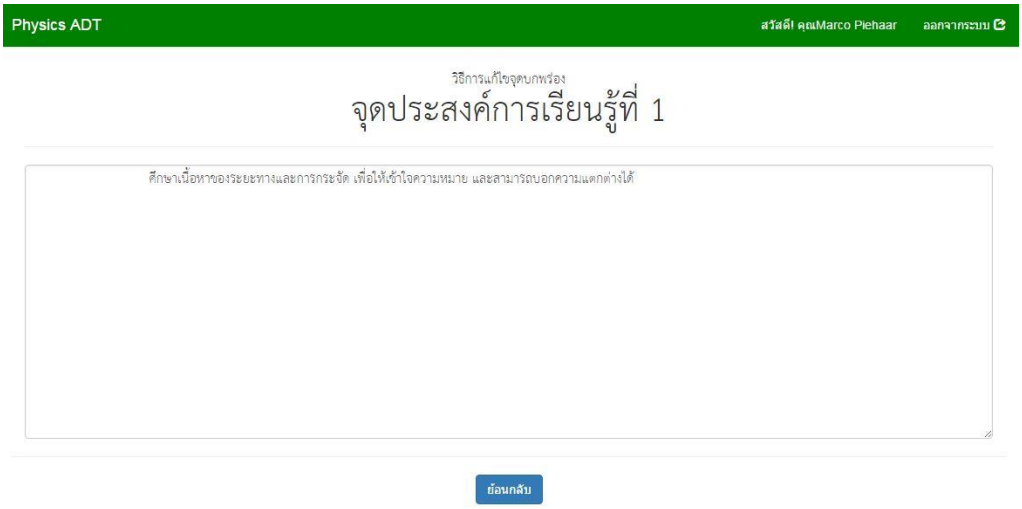


ภาพที่ 32 หน้าแบบทดสอบ

ภาพที่ 33 ผลการทดสอบ กรณีผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้



ภาพที่ 34 แสดงผลการทดสอบและวิธีการปรับปรุง



ภาพที่ 35 วิธีการปรับปรุงข้อบกพร่องทางการเรียน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายมงคลชัย บรรณ์ฤทธิ์
ที่อยู่	90 หมู่ 1 ตำบลบางตะไนย์ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
ที่ทำงาน	โรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ ตำบลบางตะไนย์ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2556	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตร สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2550 – 2552	วิศวกร โรงงาน บริษัท ไทยสเตนเลส สตีล จำกัด ตำบลบ้านสร้าง อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี
พ.ศ. 2553 – 2554	ครูวิทยาลัยบริหารธุรกิจกาญจนบุรี ตำเภอท่าเรือ อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2555 –2556	ครูโรงเรียนวิสุทธรังสี ตำบลท่าม่วง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2557 –ปัจจุบัน	ครูโรงเรียนสารสาสน์วิเทศราชพฤกษ์ ตำบลบางตะไนย์ อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี