รายงานวิจัย

เรื่อง

การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

The Data-Driven Science Education Reform Project for Improving Quality of Secondary School Science Instruction

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2558

จากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ชื่อเรื่อง การปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก

ปีที่แล้วเสร็จ 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาโดยใช้การทดลองการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญ คือ 1) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2) เพื่อประเมินคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างเป็นครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 60 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย 1,930 คน ซึ่งเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบสองขั้นตอน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างครูตามความสมัครใจ และจัดเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน และแบ่งนักเรียนจำนวน 1,930 คน ออกเป็นกลุ่มทดลอง 1,158 คน และกลุ่มควบคุม 772 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์การวินิจฉัยด้วยโมเดล G-DINA และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

ผลการวิจัยที่สำคัญพบว่า

1. ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ที่พัฒนาขึ้นสำหรับประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความเหมาะสม โดยมีความตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเที่ยง อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2. จุดอ่อนที่สำคัญด้านการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน คือ ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รองลงมา คือ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

3. จุดอ่อนของนักเรียนมาจากสาเหตุที่สำคัญสองประการ คือ การมีความรู้เดิมไม่เพียงพอ และฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวไม่ดี

4. การปฏิรูปการศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลค่อนข้างมีประสิทธิผล โดยส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาจำนวน 8 วิชา จาก 12 วิชา หรือคิดเป็นร้อยละ 66.7 วิชาที่ยังไม่มีประสิทธิผลเท่าที่ควรมีสาเหตุมาจากบริบทที่เกี่ยวกับจำนวนนักเรียน การเรียนรู้ของนักเรียน และระดับชั้น

คำสำคัญ: คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ คุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การปฏิรูปด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ระดับมัธยมศึกษา

Title: The Data-Driven Science Education Reform Project for Improving Quality of Secondary School Science Instruction

Researcher: Assistant Professor Dr. Sungworn Ngudgratoke

Year: 2018

Abstract

The goal of this research was to conduct an experiment so as to assess the extent to which the data-driven reform approach had a positive effect on the quality of science instruction. The objectives of this research included 1) to develop and validate test items measuring leaning progression in science, 2) to assess quality of science instruction and identify weaknesses and strengths of science instruction from students and teachers, 3) to evaluate the effectiveness of the data-driven reform implementation.

Samples were 60 teachers and 1,930 students at the secondary school level. Drawn from the two-stage sampling method, teachers were selected from the voluntary basis. Some samples of teachers were assigned to treatment group and some teachers were assigned to the control group, each of which has a group size of 30. There were 1,158 and 772 students in the experimental and control group, respectively. Instrument used in this research was achievement tests. Data was analyzed through content analysis, diagnostic assessment using G-DINA model, and multiple regression.

The major findings were that

1. Science achievement tests namely general science, physics, chemistry, and biology were developed to measure students' learning progression. The developed tests were appropriate which were evidenced by their content validity evidences, difficulty indices, discrimination indices, and reliability coefficients which were acceptably appropriate.

2. The most significant weakness of students was the ability to use scientific evidence, followed by the ability to explain phenomena scientifically, and ability to identify scientific issues, respectively.

3. Students' weaknesses in science was believed to be due to the fact that students had insufficient prior knowledge and low family's socioeconomic status.

4. The data-driven reform implementation was considered acceptably effective; it had a positive effect on student achievement in 8 out of 12 subjects (66.7%). The explanation for some subjects that had small positive effects were that class size, learning strategies, and educational level might moderate their effects.

Keywords: Science Education, Science Instructional Quality, Data-Driven Reform, High School Level

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยด้วยทุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี 2558 ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) คณะกรรมการผู้พิจารณาโครงการวิจัยและผลงานวิจัย ครูและนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย นายนพรัตน์ ใบยา รวมถึงสาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สังวรณ์ งัดกระโทก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
การปฏิรูปการศึกษาโดยขับเคลื่อนด้วยข้อมูล	4
การประเมินเชิงวินิจฉัยทางการศึกษา	6
กรอบการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA)	16
ระบบการประเมินที่สมดุล	17
งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	21
กรอบแนวคิดการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
วิธีดำเนินการวิจัย	25
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	31
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนนำไปใช้จริง	31
ผลการประเมินคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน	77

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการดำเนินโครงการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล 79
บทที่ 5 สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย 88
สรุปผลการวิจัย 88
อภิปรายผลการวิจัย 89
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 90
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 90
รายการอ้างอิง 92

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันเป็นยุคที่นานาประเทศอาศัยการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจที่อาศัยความรู้สมัยใหม่มาสร้างข้อได้เปรียบในการแข่งขัน และความรู้สมัยใหม่ที่เกิดขึ้นล้วนมาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ประเทศใดที่เข้าถึงเทคโนโลยีได้มาก ก็ย่อมสร้างความได้เปรียบได้มาก ดังนั้นการส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพจึงมีความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ เพื่อให้ประเทศไทยมีความเข้มแข็งในการแข่งขัน การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูต้องได้รับการช่วยเหลือและแก้ไข เนื่องจาก ที่ผ่านมา ผลการศึกษาจำนวนมากชี้ว่าคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานมีปัญหาโดยเฉพาะในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา หากไม่สามารถยกระดับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมจะมีปัญหามาก เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่ศาสตร์ที่ทำให้มีความรู้สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาประเทศเท่านั้น แต่ยังเป็นศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิด เหตุผล และการใช้ชีวิตในสังคมด้วย

ผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย พบว่า คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพไม่ดี ส่วนหนึ่งเกิดจากครูสอน และมอบหมายงานให้นักเรียนทำ โดยการขาดการประเมินติดตามและแก้ไขการเรียนของนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน การทำเช่นนี้ ทำให้นักเรียนขาดความรู้ที่ลึกซึ้ง รวมถึงหน่วยงานต่างๆ เช่น โรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษายังไม่มีระบบกำกับติดตามการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ ทั้งที่ๆ ในการปฏิรูปการศึกษารอบที่สามที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ โรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษามีบทบาทและหน้าที่สำคัญในการประเมินติดตามความก้าวหน้าของการจัดการเรียนการสอนเป็นระยะ ๆ เพื่อนำผลการประเมินไปพัฒนาและปรับปรุงการจัดการศึกษาของตนเองให้มีคุณภาพ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศเกี่ยวกับการยกระดับผลการศึกษา พบว่า การดำเนินงานพัฒนาการศึกษาด้วยวิธีการปฏิรูปที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Data-driven reform) เป็นการดำเนินงานที่มีประโยชน์ในการยกระดับคุณภาพการศึกษา โดย Carson, Borman, และ Robinson (2011) ได้กำหนดนิยามของคำว่า การปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) ว่าหมายถึง การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อบอกและชี้นำหน่วยงานที่รับผิดชอบให้สามารถปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น และพบว่าการดำเนินการนี้มีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาการอ่าน ส่วนในการวิจัยของคนไทยโดยคมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) ที่ทำการประเมินประสิทธิผลของการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยที่สำคัญ คือ การพบว่าการใช้ข้อมูลเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาการศึกษาซึ่งเป็นมิติหนึ่งของวัฒนธรรมการประเมินมีผลทางบวกต่อผลการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาด้านคุณภาพผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากผลการวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าการดำเนินการปฏิรูปที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลสามารถยกระดับคุณภาพการศึกษาได้ ดังนั้นการวิจัยเรื่องนี้จึงมุ่งนำแนวคิดของดำเนินการปฏิรูปที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมายกระดับคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เพื่อเป็นการพัฒนาและช่วยเหลือครู โรงเรียน และเขตพื้นที่การศึกษาให้สามารถทำงานประเมินการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ร่วมกันอย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาครูด้านการใช้ผลการประเมินเพื่อติดตาม และพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยกระบวนการทำงานอย่างมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยกับครู

ผลจากการวิจัยจะช่วยให้ครูมีความรู้ ความเข้าใจในระบบการประเมิน การพัฒนาระบบการประเมิน และการใช้เครื่องมือการประเมินเพื่อพัฒนาการสอน รวมถึงมีความคาดหวังว่า การวิจัยเรื่องนี้จะทำให้มีเครื่องมือและระบบในการติดตามประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนที่สอดรับกับการปฏิรูปการศึกษา โดยครูทั้งประเทศสามารถนำไปใช้ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อประเมินคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน
3. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ครูที่เข้าร่วมโครงการเป็นครูวิทยาศาสตร์

2. ระยะในการทำวิจัย 1 ปี โดยเริ่มต้นการวิจัยในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งเป็นช่วงเวลาในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย และทำการทดลองหลังจากเครื่องมือวิจัยเสร็จแล้ว คือ ทำการทดลองในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2558

3. กลุ่มตัวอย่างนักเรียนมีสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มนักเรียนที่เรียนกับครูที่ได้ร่วมโครงการและใช้ผลการประเมินกับนักเรียน กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่ไม่ใช้ข้อมูลจากโครงการการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มนี้ การใช้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะช่วยให้สามารถประเมินประสิทธิผลของโครงการได้ชัดเจนมากขึ้น

4. กลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่ครูได้รับทราบผลการประเมินเกี่ยวกับจุดอ่อน และจุดแข็งของนักเรียนที่สอน และครูใช้ผลการประเมินนั้นปรับการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ครูที่สอนแบบปกติ ซึ่งไม่ได้รับผลการประเมินเกี่ยวกับจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียน

นิยามศัพท์

การปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล หมายถึง การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อบอกและชี้นำหน่วยงานที่รับผิดชอบให้สามารถปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

ประสิทธิผล หมายถึง การบรรลุวัตถุประสงค์ของการดำเนินการ

ประสิทธิผลของการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล หมายถึง กลุ่มทดลองที่ได้รับทราบผลการประเมินเกี่ยวกับจุดอ่อน และจุดแข็งของนักเรียนมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับทราบผลการประเมินเกี่ยวกับจุดอ่อน และจุดแข็งของนักเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

โครงการวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมครูและโรงเรียนโดยอาศัยการทำงานอย่างมีส่วนร่วมของนักวิจัยกับครูและโรงเรียน ผลการวิจัยจะช่วยให้ครูมีความรู้ความสามารถในการใช้เครื่องมือประเมินในการตรวจสอบและวินิจฉัยผู้เรียน เพื่อให้มีข้อมูลสำหรับปรับปรุงการสอน และพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้เต็มมาตรฐาน โรงเรียนก็จะมีความสามารถในการพัฒนาระบบการประเมินเพื่อติดตาม ความก้าวหน้าของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ผลการวิจัยจะได้เครื่องมือ และคู่มือสำหรับประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยจะส่งเครื่องมือนี้ให้กับครู โรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษาทั่วประเทศได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการรายงานผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา 5 ส่วน ประกอบด้วย

1. การปฏิรูปการศึกษาโดยขับเคลื่อนด้วยข้อมูล
2. การประเมินเชิงวินิจฉัยทางการศึกษา
3. กรอบการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA)
4. ระบบการประเมินที่สมดุล
5. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
6. กรอบแนวคิดของการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การปฏิรูปการศึกษาโดยขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

Carson, Borman, และ Robinson (2011) นิยามของการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) ว่าหมายถึง การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อบอกและชี้นำหน่วยงานที่รับผิดชอบให้สามารถปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

ตัวอย่างการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลที่เห็นชัดเจน คือ การดำเนินการการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลของศูนย์การปฏิรูปขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Center for Data-Driven Reform) ของมหาวิทยาลัยจอห์นส์ ฮอบคินส์ (Johns Hopkins University) เป้าหมายของศูนย์นี้ คือ การแก้ปัญหาการปฏิรูปการศึกษาโดยจะทำงานร่วมกับผู้นำเขตพื้นที่และผู้อำนวยการสถานศึกษาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายต่อไปนี้

1. เข้าใจผลการประเมินนักเรียน
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อการชี้แนะการพัฒนาโรงเรียน
3. ระบุสาเหตุของปัญหาที่สำคัญของโรงเรียน
4. เลือกและดำเนินโครงการเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบ

โครงการนี้ของศูนย์การปฏิรูปตามผลการประเมิน เป็นโครงการวิจัย 3 ปี ในปีที่ 1 โรงเรียนจะได้รับการประเมินติดตามเป็นครั้งคราว (benchmark assessment) และได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการแปลผลการวิเคราะห์ผลการประเมินติดตาม ในปีที่ 2 ผู้นำโรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษาจะร่วมกันค้นหาวิธีการปฏิรูปที่ช่วยแก้ปัญหาที่พบจากผลการประเมิน และในปีที่ 3 โรงเรียนจะต้องนำแนวทางการปฏิรูปไปใช้ การออกแบบการประเมินของโครงการนี้ คือ การเลือกเขตพื้นที่โรงเรียนอย่างสุ่มจำนวน 60 เขตพื้นที่ 500 โรงเรียน จาก 7 รัฐ และแบ่งโรงเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โรงเรียนกลุ่มทดลองเริ่มดำเนินการในปีที่ 1 ส่วนโรงเรียนกลุ่มควบคุมเริ่มดำเนินการในปีที่ 2 ดังนั้น จะเห็นว่าในปีที่ 1 เป็นการประเมินเชิงทดลอง โดยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการประเมินติดตาม และให้บริการด้านการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการประเมินติดตาม แต่จะได้รับในปีที่ 2 งานประเมินที่นำเสนอในรายงานวิจัยครั้งนี้ใช้ผลการประเมินจากข้อมูลที่ได้จากปีที่หนึ่งเท่านั้น โดยมีคำถามวิจัย คือ

“การประเมินติดตามร่วมกับการให้คำปรึกษา แนะนำในการแปลการประเมินแก่โรงเรียนทำให้คุณภาพนักเรียนในกลุ่มทดลองต่างจากกลุ่มควบคุม หรือไม่”

การประเมินโครงการนี้เป็นการประเมินเชิงทดลองเพื่อคำนวณผลกระทบของการประเมินติดตามและการให้คำแนะนำโรงเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง เริ่มจากการประสานงานกับสำนักงานการศึกษาของรัฐ 7 รัฐ คือ อลาบาม่า แอริโซน่า อินเดียน่า มิสซิสซิปปี้ โอไฮโอ เพนซิลเวเนีย และเทนเนสซี ให้แต่ละแห่งเสนอชื่อเขตพื้นที่ที่มีโรงเรียนที่มีคุณภาพการศึกษาไม่ดีเพื่อให้เข้าร่วมโครงการ จากนั้นเขตพื้นที่ที่สนใจเข้าร่วมโครงการทำการเลือกโรงเรียนให้ ได้ทั้งหมด 549 โรงเรียน จาก 59 เขตพื้นที่ การคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมใช้การเลือกอย่างสุ่มจากเขตพื้นที่ โดยแต่ละเขตมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละเท่ากัน (50%)

ตัวแปรทดลอง กลุ่มทดลองได้รับการประเมินติดตามผลด้านการอ่านและคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 3 ถึง เกรด 8 ทุกฝ่ายในโรงเรียน และเขตพื้นที่ตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจความจำเป็นของโรงเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินของรัฐ นอกจากนี้ยังได้รับการอบรมด้านการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล การให้ความรู้เกี่ยวกับงานสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการทำโครงการที่มีประสิทธิภาพ และได้รับการช่วยเหลือในด้านการเลือกและการทำโครงการ

ข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน ประกอบด้วย

1. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และการอ่าน วัดจากแบบทดสอบของรัฐ และเปลี่ยนคะแนนเฉลี่ยของแต่ละโรงเรียนให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน Z (Z score)
2. ข้อมูลของโรงเรียน คือ ร้อยละของนักเรียนที่เป็นชนกลุ่มน้อย
3. ข้อมูลของเขตพื้นที่ ได้แก่ ร้อยละของนักเรียนที่เป็นชนกลุ่มน้อย ร้อยละของนักเรียนที่มีฐานะยากจน และร้อยละของนักเรียนที่เรียนการศึกษาพิเศษ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ประเมินวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel modeling) โดยสร้างสมการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับโรงเรียน (ระดับที่ 1) ดังนี้

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_1(BaseAch.)_{ij} + \beta_2(FRPL)_{ij} + \beta_3(Pct.Min.)_{ij} + \beta_4(BaseAch.Miss)_{ij} + B_5(FRPLMiss.)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ และ i คือ โรงเรียนที่ i, j คือ เขตพื้นที่ที่ j และ β_{0j} คือ ค่าจุดตัดแกน (intercept) แสดงค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ของเขตพื้นที่ที่ j โมเดลนี้มีตัวแปรทำนายประกอบด้วย คะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมา (Base Ach) ร้อยละของนักเรียนที่ได้รับประทานอาหารกลางวันฟรี (FRPL) ร้อยละของนักเรียนที่เป็นคนกลุ่มน้อย (Pct. Min.) ตัวแปรดัมมี่โรงเรียนที่ไม่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านมา (Miss.) และตัวแปรดัมมี่โรงเรียนที่ไม่มีข้อมูลร้อยละของนักเรียนที่ได้รับประทานอาหารกลางวันฟรี (FRPL Miss.) และ ε_{ij} คือ ส่วนที่โมเดลระดับโรงเรียนทำนาย

สมการทำนายผลสัมฤทธิ์ระดับเขตพื้นที่ (ระดับที่ 2) มีดังนี้

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{Treat.})_j + \gamma_{02}(\text{Pct.Min.})_j + \gamma_{03}(\text{FRPL})_j + \gamma_{04}(\text{Pct.Sp.Ed.})_j + \delta(\text{Rand.Block})_j + \tau_{j.}$$

การวิเคราะห์ผลกระทบของโครงการมีสองส่วน คือ วิชาคณิตศาสตร์ และวิชาการอ่าน ผู้ประเมินวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด 4 โมเดลของแต่ละวิชา เพื่อให้เห็นผลกระทบของโครงการชัดเจนมากขึ้น นักประเมินสรุปว่า การประเมินติดตามและช่วยเหลือโรงเรียนมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และถึงแม้ว่าผลกระทบในวิชาการอ่านไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้ประเมินก็คำนวณค่าขนาดอิทธิพล (effect size) เพิ่มเติมได้เท่ากับ 0.21 และ .14 ในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านตามลำดับ ซึ่งมีขนาดมากพอสมควร ดังนั้นจึงสรุปว่าการดำเนินการปฏิรูปการศึกษาที่ดำเนินการตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิชาการอ่าน

สำหรับในประเทศไทยมีการวิจัยของคมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) เรื่องการประเมินประสิทธิผลของการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินผลการดำเนินงานของการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา 2) ศึกษาประสิทธิผลของการดำเนินงานการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และ 3) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยที่สำคัญ คือ การใช้ข้อมูลเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาการศึกษาซึ่งเป็นมิติหนึ่งของวัฒนธรรมการประเมินมีผลทางบวกต่อผลการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาด้านคุณภาพผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2. การประเมินเชิงวินิจฉัยทางการศึกษา

Huff & Goodman (2007 อ้างถึงใน Rupp และคณะ, 2010) ได้สำรวจการให้ข้อมูลสารสนเทศผลการเรียนของผู้เรียนต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทางการศึกษาต้องการรับรู้รายละเอียดข้อมูลสารสนเทศเชิงวินิจฉัย ทั้งจุดแข็งและจุดอ่อน เกี่ยวกับความรู้ทักษะ และความสามารถของผู้เรียนให้มากขึ้น ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจะได้รับข้อมูลที่เฉพาะเจาะจง ทำให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและพัฒนาได้เฉพาะเจาะจงตามความบกพร่องที่แท้จริง ยังผลให้เกิดการประหยัดทรัพยากร เพราะหากพบว่านักเรียนมีปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก็จะสามารถแก้ไขได้ด้วยการจัดโปรแกรมการสอนซ่อมเสริมที่เหมาะสมกับสภาพการเรียนของนักเรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน ดังนั้น การพัฒนาโปรไฟล์เชิงวินิจฉัยของนักเรียนแต่ละคนต้องมีข้อมูลเชิงวินิจฉัยที่มีรูปแบบของทักษะที่ต่ำกว่ามาตรฐานอย่างเฉพาะเจาะจง โดยมีกระบวนการดำเนินการดังต่อไปนี้

ในขั้นแรก เป็นการพัฒนาโปรไฟล์เชิงคุณภาพ (qualitative profile) ของระดับผลการเรียนของผู้เรียนที่เกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ การอ่าน การเขียน รวมไปถึงสถานภาพทางอารมณ์และสังคม ในการพิจารณาเลือกคุณลักษณะ (construct) ควรเป็นคุณลักษณะที่เป็นความบกพร่อง หรือมีพัฒนาการที่ล่าช้ากว่าเกณฑ์ปกติ ทั้งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างรอบด้าน จากการบันทึกของโรงเรียน และบันทึกสุขภาพ การสัมภาษณ์นักเรียน ผู้ปกครองและครูมาประกอบการพิจารณา ซึ่งในขั้นตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาที่เป็นจุดบกพร่องจากหลักฐานสำคัญที่บ่งชี้ถึงความบกพร่องนั้นๆ

ขั้นที่ 2 การวินิจฉัยเบื้องต้น (basic diagnosis) เป็นขั้นการประเมินคุณลักษณะเดียวกันผ่านการบริหารการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน และเป็นขั้นการพัฒนาแบบสอบถามเป็นโปรไฟล์เชิงปริมาณสำหรับนักเรียนในกลุ่มที่เปรียบเทียบกันได้ด้วยปกติวิสัยที่เหมาะสม ซึ่งการวินิจฉัยสามารถจำแนกเป็นพหุตัวแปรได้ (multivariate classification) กล่าวคือ นอกจากจะวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนว่าเป็นกลุ่มผ่านหรือกลุ่มไม่ผ่านแล้ว ยังสามารถวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนให้มากกว่า 2 กลุ่มได้ เช่น การวินิจฉัยผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกกลุ่มได้เป็น 1) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญา (IQ) สูงกว่า 70 2)

นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่าค่าเฉลี่ย 1.5 SD และ 3) นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำกว่า เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 เป็นต้น

ขั้นที่ 3 การวินิจฉัยความแตกต่าง (differential diagnosis) เป็นการประเมินสมรรถนะพื้นฐานที่สำคัญ โดยการประเมินเชิงวินิจฉัยผ่านการบริหารการทดสอบที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้ได้รายละเอียดมากขึ้น เช่น ในการทดสอบเกี่ยวกับจำนวน สมรรถนะที่สนใจอาจประกอบด้วย working memory,

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นการรายงานอย่างครอบคลุม (comprehensive report) เป็นการสังเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยให้บุคคลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผู้ปรึกษาหารือร่วมกันเพื่อแนะนำวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องอย่างเฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นการประเมินวิธีการแก้ไขผู้เรียน (the evaluation of the suggested treatment) เป็นขั้นการประเมินผลจากการใช้วิธีนั้นๆ ในการแก้ไขความบกพร่องของผู้เรียน (treatment) แล้ววินิจฉัยผู้เรียนใหม่ เพื่อการแก้ไขหรือยุติวิธีการแก้ไขนั้นๆ

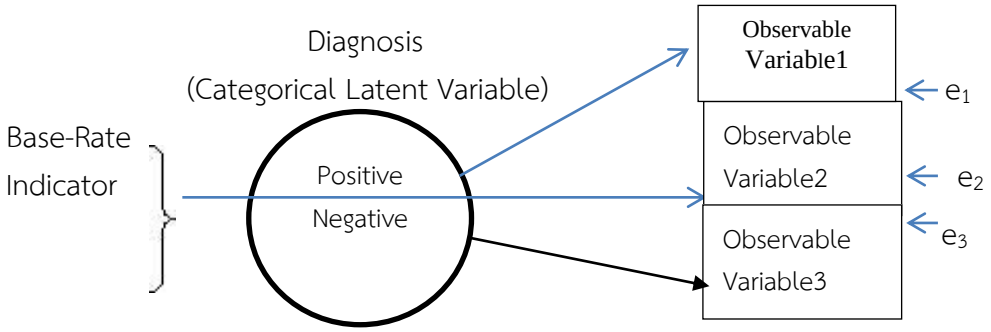
จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ใช้กระบวนการทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ เป็นการนำ แนวคิดของการวินิจฉัยมาใช้วิเคราะห์เชิงวินิจฉัยผู้เรียนให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนอย่างละเอียดลึกซึ้ง เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผู้เรียนตามความบกพร่องที่เกิดขึ้น โดยการหาวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ แล้วทำการวัดซ้ำเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของวิธีการนั้นๆ หากวิธีการช่วยเหลือดังกล่าวทำให้ความสามารถของผู้เรียนพัฒนาขึ้นตามความต้องการก็อาจจะยุติการให้ความช่วยเหลือ แต่หากการช่วยเหลือไม่ประสบความสำเร็จก็อาจจะปรับปรุงวิธีการหรือเปลี่ยนไปให้ความช่วยเหลืออื่นเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถที่บกพร่อง

2.2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินเชิงวินิจฉัยด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงพุทธิปัญญา (cognitive diagnostic model หรือ DCM)

การใช้ DCM วิเคราะห์ข้อมูลผลการตอบจากการประเมินเชิงวินิจฉัย จำเป็นต้องทราบทฤษฎีที่สำคัญเกี่ยวกับ DCM ก่อนการนำไปใช้ในบริบทต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปรียบเทียบความแตกต่างของโครงสร้าง DCM กับโมเดลทางสถิติอื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินเชิงวินิจฉัย ข้อมูลเชิงวินิจฉัยเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่นำไปสู่การพิจารณา ดังนั้น ข้อมูลเชิงวินิจฉัยจึงควรเป็นข้อมูลที่คงเส้นคงวาในการจำแนก และมีการอธิบายอย่างมีเหตุมีผลในการปฏิบัติเชิงวินิจฉัยในชีวิตจริง DCMs เป็นสถิติที่ถูกออกแบบมาเพื่อวิเคราะห์จำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มๆ ตามระดับความสามารถ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้วิเคราะห์เชิงวินิจฉัย เพื่อให้ผลวิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ

DCMs มีความเหมาะสมในการสนับสนุนการวินิจฉัย เนื่องจากเป็นการจำแนกผลการตอบด้วยการขับเคลื่อนทางสถิติโดยใช้เกณฑ์เชิงวินิจฉัย (diagnostic criteria) เพียงเกณฑ์เดียวหรือหลายเกณฑ์ได้ การจัดกลุ่มใน DCMs ขึ้นอยู่กับข้อมูลผลการตอบที่รวบรวมมาจากการประเมินเชิงวินิจฉัย ผลการตอบที่นำมาจำแนกมาจากหลายๆ คุณลักษณะที่อยู่ภายใต้โครงสร้างเดียวกัน การจำแนกขึ้นอยู่กับตัวแปรแฝงแบบจัดประเภท (categorical latent variable) ที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง ดังนั้น การจัดกลุ่มจึงต้องใช้สถิติในการอ้างอิงจากตัวแปรสังเกตได้

โดยที่ DCMs แตกต่างจากโมเดลทางจิตมิติโดยทั่วไป เนื่องจากใช้ตัวแปรแฝงแบบจัดประเภท ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ DCMs ของแต่ละบุคคลจะอยู่ในรูปโปรไฟล์คุณลักษณะที่เป็นไปได้ (probabilistic attribute profile) ที่ชี้ให้เห็นว่าความสามารถของผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ในแต่ละคุณลักษณะ หรืออาจเป็นคุณลักษณะหลายคุณลักษณะก็ได้ ดังภาพที่ 2.1



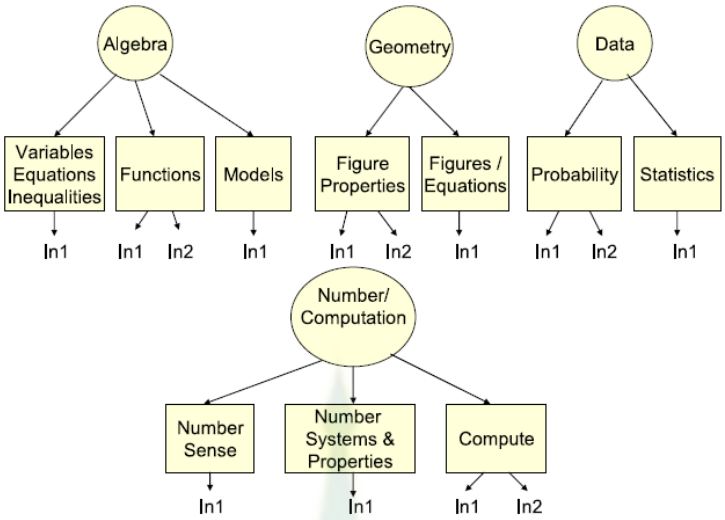
ภาพที่ 2.1 โมเดลทางสถิติอย่างง่ายสำหรับการประเมินเชิงวินิจฉัย (Rupp และคณะ, 2010)

จากภาพที่ 2.1 จะสังเกตได้ว่า คุณลักษณะแฝงจะมีสัญลักษณ์รูปวงกลม ส่วนเส้นตรงที่ลากผ่านวงกลมชี้ให้เห็นว่าตัวแปรแฝงจะถูกวินิจฉัยเป็น 2 ระดับ คือ positive และ negative นอกจากนี้ ด้านซ้ายมือสุดของปลายเส้นตรง เป็นจุดบอกระดับเริ่มต้นของคนที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นแบบ positive

ตัวแปรแฝงดังที่ปรากฏในภาพที่ 2.1 นั้นสามารถจำแนกได้มากกว่า 2 ระดับ ตัวอย่างเช่น งานวิจัยทางจิตวิทยาของ Merz และ Roesh (2011) ที่ศึกษาโปรไฟล์บุคลิกภาพของบุคคล 5 ลักษณะ (the five factor model of personality) สามารถจัดกลุ่มตัวแปรแฝงในระดับจัดประเภท (nominal) ได้ 3 กลุ่ม/ลักษณะ คือ กลุ่มปรับตัวได้ดี (well-adjusted) กลุ่มเก็บตัว (reserved) และกลุ่มที่ตื่นเต้นง่าย (excitable) นอกจากตัวแปรแฝงจะอยู่ในระดับจัดประเภทได้แล้ว ตัวแปรแฝงยังสามารถอยู่ในระดับเรียงอันดับ (ordinal) ได้อีกด้วย เช่น มีทักษะระดับดี ปานกลาง หรือควรปรับปรุง เป็นต้น

สำหรับรูปสี่เหลี่ยมด้านขวามือในภาพที่ 2.1 เป็นชุดของตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นตัวชี้วัดของตัวแปรแฝง โดยที่ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรสังเกตได้จะไม่มีความสัมพันธ์กัน ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงแล้ว DCMs จะเป็นการวิเคราะห์จัดกลุ่มผลการตอบด้วยพารามิเตอร์ในโมเดลที่ปราศจากความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ แต่จะต้องเลือกใช้ link function ทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับเชื่อมระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้

ภาพที่ 2.1 เป็นตัวอย่างง่ายๆ ของการเขียนตัวแปรแฝงแบบจัดประเภทที่แสดงถึงสถานการณ์วินิจฉัยรายบุคคล ซึ่งสะท้อนมาจากตัวแปรสังเกตได้ในโมเดล เป็นตัวอย่างการวาดรูปอย่างง่ายที่มีตัวแปรแฝงแบบจัดประเภทเพียงตัวเดียว โดยปกติ DCMs สามารถใช้กับตัวแปรแฝงแบบจัดประเภทหลายตัวแปรได้ จะทำให้มีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Embretson และ Yang (2013) ที่ศึกษาความสามารถทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ คือ พีชคณิต เรขาคณิต ข้อมูล และจำนวนและการคำนวณ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบยังมีทักษะย่อยที่จำเป็นแตกต่างกันออกไป ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเชิงลดหลั่นของมาตรฐานและตัวชี้วัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์มาตรฐาน (Embretson และ Yang, 2013)

ข้อมูลการสร้างโมเดลจากตัวแปรสังเกตได้เพื่อวินิจฉัยตัวแปรแฝงแบบจัดประเภท ทำให้การวินิจฉัยแบบ DCMs แตกต่างจากการวิเคราะห์โมเดลด้วยตัวแปรแฝงแบบต่อเนื่องพหุลักษณะ โดย DCMs ประมาณค่าความน่าจะเป็นได้โดยตรงจากผลการตอบเทียบกับเกณฑ์มาใช้ในการวินิจฉัย (โดยที่ผลการตอบแต่ละรูปแบบจะตกอยู่ในชั้นการวินิจฉัยแฝงแต่ละชั้นที่แสดงระดับความสามารถเทียบเท่ากับความสามารถของผู้ตอบ ซึ่งชั้นการวินิจฉัยแฝงอาจถูกแบ่งเป็น 2 ชั้น เป็นรอบรู้และไม่รอบรู้ หรืออาจแบ่งชั้นมากกว่านั้นก็ได้)

2.2.2 โมเดลการวิเคราะห์ตามโมเดลการจัดกลุ่มเชิงวินิจฉัย

โมเดลตามทฤษฎีการจัดกลุ่มเชิงวินิจฉัยมีเกณฑ์ในการจำแนก ดังนี้ 1) ชนิดของตัวแปรสังเกตได้ 2) ชนิดของ ตัวแปรแฝง และ 3) ตัวแปรคุณลักษณะแฝงแบบชดเชยหรือแบบไม่ชดเชย ซึ่งโมเดลทั้ง 18 โมเดลในตารางมีวัตถุประสงค์เดียวกัน คือ จัดกลุ่มชั้นแฝง โดยแบ่งเป็นประเภทดังตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 โมเดลตามทฤษฎีการจัดกลุ่มเชิงวินิจฉัย (Rupp และคณะ, 2010)

		Latent predictor variables		Model type
		Dichotomous	Polytomous	
Manifest response variables	Dichoto mous	RSM AHM DINA HO-DINA MS-DINA NIDA RERUM BIN MCLCM Full NC-RUM Reduced NC-RUM	BIN MCLCM Full NC-RUM Reduced NC-RUM	Noncompensatory
		DINO NIDO BIN MCLCM C-RUM GDM H-GDM LCDM G-DINA	BIN MCLCM C-RUM GDM H-GDM LCDM G-DINA	Compensatory
	Polytomous	RSM AHM BIN MCLCM Full NC-RUM Reduced NC-RUM	BIN MCLCM Full NC-RUM Reduced NC-RUM	Noncompensatory
		BIN MCLCM C-RUM GDM H-GDM LCDM G-DINA	BIN MCLCM C-RUM GDM H-GDM LCDM G-DINA	Compensatory

Rupp และคณะ (2010) กล่าวว่า DCMs เหมาะที่จะใช้กับตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงแบบให้คะแนน 2 ค่า คือ การให้คะแนนแบบถูก-ผิด และการจัดกลุ่มตัวแปรแฝงแบบรอบรู้-ไม่รอบรู้ เพราะมีความยืดหยุ่นและสามารถประยุกต์ใช้ได้ในทุกบริบท แต่จากข้อมูลในตาราง พบว่า DCMs ยังสามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงแบบให้คะแนนหลายค่าได้อีกด้วย โดยที่โมเดลที่ปรากฏในหลายๆ ช่องในตาราง เช่น BINs, RUM, GDM, MCLCM, G-DINA และ LCDM จะมีข้อจำกัดน้อยกว่าโมเดลที่ปรากฏเพียงไม่กี่ช่องในตาราง เช่น DINA, NIDA, DINO หรือ NIDO แต่โมเดลที่มีความยืดหยุ่นสูงก็จะมีความซับซ้อนมากกว่า กล่าวคือ จะใช้ข้อสอบมากกว่า และใช้การประมาณค่าพารามิเตอร์แบบไม่

จำกัด แต่แนวโน้มในปัจจุบันจะใช้หลักการง่ายๆ ของ DCMs มาใช้กำหนดกรอบแนวคิดให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น เช่น GDM, G-DINA และ LCDM โดยที่กรอบแนวคิดที่ต่างกันจะมีมุมมองในการประมาณค่าพารามิเตอร์แตกต่างกันภายใต้แนวความคิดเดียวกัน นอกจากนี้ ภายใต้กรอบแนวคิดเดียวกัน ยังสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยโมเดลหลายโมเดล โมเดลยิ่งซับซ้อน การแปลความหมายก็จะยากขึ้น และผลการประมาณค่าจะสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ยากกว่าโมเดลง่ายๆ แต่จะใช้สถิติที่ซับซ้อนเพื่อให้มีความเหมาะสมกับโมเดลได้มากกว่า เช่น โมเดล DINA และ DINO เป็นโมเดลที่ใช้กับโครงสร้างข้อสอบแบบไม่ชดเชยและแบบชดเชย โดยจะมีการคำนวณพารามิเตอร์ความสะเพร่า (slipping) และพารามิเตอร์การเดา (guessing) ด้วย ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าความสามารถ และการจัดกลุ่มผลการตอบของผู้เรียนมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.2.3 การพัฒนา Q-matrix

Q-matrix เป็นเมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับทักษะหรือคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด ซึ่งจะอยู่ในรูปของเมทริกซ์แถวคูณกับคอลัมน์ โดยในแต่ละเซลล์จะกำหนดตัวเลข 0 และ 1 เอาไว้ การกำหนดคุณลักษณะที่วัดด้วยข้อสอบแต่ละข้อในตาราง Q-matrix จะระบุข้อสอบในแนวแถว ข้อสอบแต่ละข้อจะอยู่ในคนละแถว และกำหนดให้คุณลักษณะในแนวคอลัมน์ ซึ่งแต่ละคุณลักษณะจะอยู่คนละคอลัมน์เช่นเดียวกัน ส่วนการระบุเลข 0 และ 1 ลงในแต่ละเซลล์เป็นเครื่องหมายว่า ข้อสอบข้อนั้นๆ วัดคุณลักษณะนั้นๆ หรือไม่ หากต้องใช้ทักษะใดในการทำข้อสอบข้อหนึ่งๆ ก็ให้กำหนดเลข 1 ลงในตาราง Q-matrix แต่หากไม่ต้องใช้ทักษะใดในการทำข้อสอบข้อนั้น ก็ให้กำหนดเลข 0 แทน ซึ่งแต่ละคุณลักษณะจะต้องเป็นอิสระจากกัน

สำหรับมุมมองทางสถิติ Q-matrix คือ loading matrix หรือ pattern matrix ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับคุณลักษณะแฝง โดย Q-matrix ใช้ในโมเดลทางสถิติเชิงยืนยัน ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบเชิงยืนยัน (Confirmatory IRT)

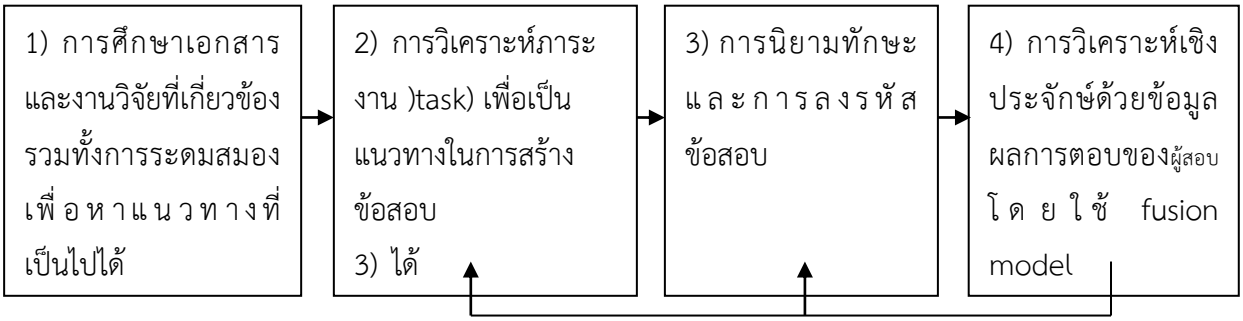
Buck และคณะ (1998 อ้างถึงใน Li และ Suen, 2013) ได้อธิบายขั้นตอนการสร้าง Q-matrix ไว้ดังนี้

1) พัฒนารายการทักษะเบื้องต้น
2) ระบุข้อสอบที่สะท้อนแต่ละทักษะใน Q-matrix เบื้องต้น
3) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ DCM ที่เหมาะสมในการพัฒนา Q-matrix
4) ปรับปรุง Q-matrix เบื้องต้นโดยใช้สถิติที่ปรากฏในแต่ละทักษะตามทฤษฎี
5) ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 3 และ 4 จนกว่า Q-matrix จะถูกต้องเหมาะสม

ซึ่งสอดคล้องกับ Sawaki และคณะ (2009) ที่มีแนวทางในการพัฒนา Q-matrix ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการระดมสมองเพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้
2) การวิเคราะห์ภาระงาน (task) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบ
3) การนิยามทักษะและการลงรหัสข้อสอบ
4) การวิเคราะห์เชิงประจักษ์ด้วยข้อมูลผลการตอบของผู้สอบ โดยใช้ fusion model

Sawaki และคณะ (2009) พัฒนาและการตรวจสอบ Q-matrix ในแบบทดสอบ TOEFL iBT ด้านความสามารถในการอ่านและการฟัง สำหรับผู้เรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศ ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการกำหนดทักษะและการพัฒนา Q-matrices ในแบบทดสอบการอ่านและการฟังของ TOEFL iBT (Sawaki และคณะ, 2009)

จากภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการพัฒนาและตรวจสอบ Q-matrix ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการระดมสมองเพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้

กำหนดให้ทีมผู้เชี่ยวชาญศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ TOEFL iBT และระดมสมองหาแนวทางที่เป็นไปได้ในการกำหนดรายการทักษะเป้าหมาย ซึ่งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย เอกสารเกี่ยวกับกรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบทดสอบ TOEFL ปี 2000 ที่เกี่ยวกับแนวคิดเริ่มต้นของการประเมินแบบใหม่ รวมทั้งคุณสมบัติของข้อสอบภายใต้แนวคิดการออกแบบโดยอิงหลักฐาน (Evidence Centered Design) และกรอบแนวคิดในการพัฒนา TOEFL iBT โดยทั่วไป โดยที่ทีมผู้เชี่ยวชาญกำหนดคุณสมบัติของข้อสอบอย่างรอบคอบ รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเบื้องต้น (item reviewed) เพื่อให้มั่นใจได้ว่าการระบุทักษะและการลงรหัสข้อสอบใน Q - matrix สะท้อนลักษณะการออกแบบโครงสร้างข้อสอบหลัก ในขณะเดียวกัน ก็มีการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการวิเคราะห์ข้อสอบ จึงทำให้ได้แนวทางที่เป็นไปได้ในการพัฒนารายการทักษะ โดยรายการทักษะการอ่านและการฟังได้จากการพัฒนาโดยใช้กรอบแนวคิดของแบบทดสอบ TOEFL iBT ฉบับก่อนปี 2000 เป็นฐาน การพัฒนาคุณสมบัติของข้อสอบ TOEFL iBT ในครั้งนี้ได้พัฒนาทักษะการอ่าน 6 องค์ประกอบ และทักษะการฟัง 5 องค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 2.4 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 รายการทักษะด้านการอ่านและการฟังสำหรับแบบทดสอบ TOEFL iBT

ทักษะ	รายการทักษะ
ทักษะการอ่าน	
1	การเข้าใจความหมายของคำ
2	การระบุข้อมูล: การค้นหาและจับคู่
3	การระบุข้อมูลด้วยประโยคหลายประโยค
4	การระบุและเชื่อมโยงข้อมูลในย่อหน้าเดียวกัน
5	การระบุและเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างย่อหน้า
6	การระบุความเกี่ยวข้องของความสำคัญของข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด
ทักษะการฟัง	
1	ความเข้าใจคำศัพท์
2	ความเข้าใจในเรื่องโดยรวม/สาระสำคัญ
3	ความเข้าใจข้อมูลสารสนเทศที่สำคัญ
4	ความเข้าใจโครงสร้าง (โวหาร, วาทกรรม)
5	การลงข้อสรุป

(2) การวิเคราะห์ภาระงาน (task) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบ

ถึงแม้ว่าทั้ง 6 องค์ประกอบของแบบทดสอบการอ่านและการฟังจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจการออกแบบข้อสอบตามโครงสร้างอย่างกว้างๆ แต่ยังไม่ได้ให้ภาระงานที่แสดงถึงการปฏิบัติ ทักษะหรือกระบวนการอย่างละเอียดลึกซึ้งที่จำเป็นต้องมีในการตอบข้อสอบถูก การวิเคราะห์ภาระงาน คือ การนิยามแต่ละทักษะว่าการจะผ่านทักษะนี้ ผู้เรียนจะต้องทำอะไรได้ จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาภาระงานหรือข้อสอบให้สอดคล้องตามคำนิยามของทักษะ ข้อสอบแต่ละข้อจะแสดงให้เห็นว่า การจะตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก ผู้สอบจะต้องมีความสามารถในการทำภาระงานย่อยใดได้บ้าง เช่น ข้อสอบการเชื่อมโยงข้อมูลในด้านการฟัง ต้องการให้ผู้สอบระบุความต่างของข้อมูลที่เกี่ยวข้องในแต่ละส่วนของข้อความ แล้วค่อยมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ นอกจากนี้ การวิเคราะห์ภาระงานแสดงให้เห็นช่วงของทักษะที่มีส่วนระหว่างการจัดกลุ่มข้อสอบลงในองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ดังนั้น ทีมผู้เชี่ยวชาญจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงความซ้ำซ้อนกันระหว่างข้อสอบในแต่ละทักษะ แต่ในขณะเดียวกัน อาจกำหนดข้อสอบบางข้อให้สะท้อนมากกว่า 1 ทักษะได้ แต่ต้องระมัดระวังความซ้ำซ้อนกันของข้อสอบที่สะท้อนแต่ละทักษะ จากตัวอย่างทักษะในข้างต้น หลังตรวจสอบคุณภาพของรายการทักษะ พบว่า มีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของทักษะเป็น 4 ทักษะ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 รายการทักษะการฟังของแบบทดสอบ TOEFL iBT

ทักษะ	นิยาม
ทักษะที่ 1 การทำความเข้าใจข้อมูลทั่วไป	ความสามารถในการทำความเข้าใจข้อมูลทั่วไป หรือข้อมูลสำคัญจากคำบรรยายหรือบทสนทนา
ทักษะที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูลเฉพาะเจาะจง	ความสามารถในการทำความเข้าใจ (อ้างอิง หรือระลึกได้) รายละเอียดและข้อมูลสนับสนุนจากคำบรรยายหรือบทสนทนา และการทำความเข้าใจใจความที่สำคัญเพียงพอต่อการจดจำหรือจดบันทึกไว้
ทักษะที่ 3 การทำความเข้าใจโครงสร้างข้อความและเจตนารมณ์ของผู้พูด	ความสามารถในการระลึกถึงรูปแบบเชิงโวหารของข้อความ เช่น การให้เหตุและผล โครงสร้างขิงบทสนทนา วัตถุประสงค์เชิงโวหาร เช่น เหตุผลที่ผู้พูดเล่าเรื่องราว หรือท่าทางของผู้พูด เช่น อารมณ์ในการพูด
ทักษะที่ 4 การเชื่อมโยงแนวความคิดหลัก	ความสามารถในการอ้างอิงหรือเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อความได้อย่างเหมาะสม ความสามารถในการทำความเข้าใจความหมายที่นอกเหนือจากคำพูด ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับความหมายโดยนัยในข้อความ

(3) การกำหนดทักษะและการลงรหัสข้อสอบ

สิ่งสำคัญของขั้นตอนการกำหนดและการลงรหัสข้อสอบ คือ การที่ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์เนื้อหาภาระงานที่จะนำไปใช้ในการสร้างข้อสอบ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัยทางปัญญาในแบบทดสอบทางการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน ประเมินข้อสอบแต่ละข้อและอธิบายทักษะที่เกี่ยวกับข้อสอบแต่ละข้อทั้งข้อสอบในด้านการอ่านและการฟังอย่างเป็นอิสระจากกัน โดยใช้แนวทางการสำรวจให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนตอบคำถามว่า **“ทักษะและกระบวนการอะไรที่ผู้สอบจำเป็นต้องมีในการตอบคำถามข้อนี้ได้ถูกต้อง”** หลังจากนั้น ให้ผู้เชี่ยวชาญในทีมอภิปรายคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน จนกระทั่งได้ฉันทามติเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในการตอบคำถามแต่ละข้อได้ถูกต้อง โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสรุปผล เมื่อได้ร่างรายการทักษะการอ่านและการฟังแล้ว จึงนำไปลงรหัสใน ตาราง Q-matrix กำหนดให้ 1 แทนข้อสอบที่สะท้อนการมีทักษะนั้นๆ จึงจะสามารถตอบข้อสอบข้อนั้นถูก

หลังจากได้ร่าง Q-matrix ให้ผู้สอบทำข้อสอบดังกล่าว แล้วใช้ผลการตอบข้อสอบและ Q-matrix มาวิเคราะห์ด้วย Fusion model เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Non Compensatory Reparameterized Unified Model (NC-RUM) (Henson Templin และ Willse, 2008) ซึ่งเป็นโมเดลที่ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติทางจิต

มิติของข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้ fusion model สัมพันธ์กับรูปแบบการตอบข้อสอบที่สะท้อนชุดคุณลักษณะที่สนใจ เนื่องจากการประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแต่ละคนจะอยู่บนฐานของคุณลักษณะที่สนใจ ประโยชน์ที่ได้จากการใช้ fusion model ไม่เพียงแต่จะให้โปรไฟล์ความรอบรู้คุณลักษณะของผู้สอบเป็นรายบุคคล แต่ยังจัดระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละคนได้อีกด้วย เนื่องจาก fusion model สามารถวัดความสามารถของผู้สอบ และความสามารถในการวินิจฉัยของข้อสอบและแบบทดสอบได้อีกด้วย เพราะมีพารามิเตอร์ที่ระบุความคลาดเคลื่อน (residual) และพารามิเตอร์ที่ชี้ความแกร่งของข้อสอบที่จะต้องรอบรู้ในแต่ละทักษะ

ในการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบยังสามารถหาได้จากวิธีอื่นๆ ได้แก่ การวัดซ้ำจากแบบทดสอบต่างฉบับกัน โดยใช้การวิเคราะห์ด้วย Test-retest Consistency Rates (TCR) ที่นำเสนอโดย Zhang และคณะ (2013) นอกจากนี้ ยังมีการหาดัชนีความสอดคล้องของการตัดสินโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยดัชนี Kappa เพื่อให้สามารถจัดกลุ่มผู้สอบที่รอบรู้และไม่รอบรู้ในแต่ละทักษะได้อย่างคงเส้นคงวาระหว่างแบบทดสอบ 2 ฉบับ และจำนวนทักษะที่จัดผู้สอบเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้มีความสอดคล้องกันระหว่าง 2 ฉบับ

หลังจากการอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาการประเมินและการวัดโดยผู้เชี่ยวชาญจากการประชุมหลายครั้งจนได้ร่างรายการทักษะ การลงรหัส และการสร้าง Q-matrix สำหรับแบบทดสอบ 2 ฉบับแล้ว ระหว่างการประชุมจะมีการกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อสอบและการลงรหัสทีละข้อ ทีละคน ผ่านการประมาณค่าทางสถิติ โดยใช้จุดตัดค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมากกว่า .90 ในการระบุว่าข้อสอบไม่มีประสิทธิภาพในการจำแนกผู้รอบรู้และไม่รอบรู้ในแต่ละทักษะ ผู้เชี่ยวชาญได้ร่วมกันอธิบายเหตุผลที่เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าอำนาจจำแนกต่ำโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและใช้ข้อมูลมาปรับปรุงการลงรหัสข้อสอบใหม่ อาจพบว่าบางทักษะจำเป็นต้องคงรายการทักษะไว้หรืออาจต้องตัดทิ้งไป เพื่อให้รายการทักษะสะท้อนความสามารถที่ต้องการวัดอย่างแท้จริง

2.2.5 การตรวจสอบคุณภาพของ Q-Matrix

การคัดเลือกโมเดลจะต้องมีการตรวจสอบการประมาณค่าทั้งพารามิเตอร์ข้อสอบ พารามิเตอร์ผู้สอบ และการจัดกลุ่มผู้สอบในแต่ละทักษะ โมเดลที่มีทักษะจำนวนมาก หรือค่าเฉลี่ย (ไม่รอบรู้/รอบรู้) ของจำนวนทักษะต่อข้อสอบสูงๆ จะทำให้การประมาณค่าเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย ซึ่งจะต้องมีจำนวนข้อสอบเพียงพอที่จะสะท้อนทักษะแต่ละทักษะ การทดสอบเชิงวินิจฉัยจะต้องใช้โมเดลที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่า เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือมากที่สุด สำหรับการประมาณค่าตามโมเดลการจัดกลุ่มเชิงวินิจฉัยที่จะใช้ในครั้งนี้ จะใช้ fusion model เนื่องจากเป็นโมเดลที่เหมาะสมที่สุดในการประมาณค่าแบบทดสอบการอ่าน (Li, 2011)

***2.2.6* วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล**

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ RUM เรื่องความสอดคล้องของข้อมูล การทำให้โมเดลมีพารามิเตอร์น้อยลง และการพิสูจน์กระบวนการประมาณค่า จึงต้องอาศัยการประมาณค่าด้วย Bayesian การรวมความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแบบโมเดล Bayesian เชิงลดหลั่น ดังนั้น การอธิบายกรอบแนวคิดของโมเดล Bayesian สำหรับพารามิเตอร์ความสามารถและพารามิเตอร์ข้อสอบ จะใช้กระบวนการ Markov Chain Monte Carlo (MCMC) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบ Bayesian

2.2.7 กระบวนการตรวจสอบโมเดล

วิธีการตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม หรือความสอดคล้องของโมเดลมีอยู่หลายวิธี เพื่อให้โมเดลมีความน่าเชื่อถือ โดยวิธีการตรวจสอบสามารถตรวจสอบจากการตรวจสอบความคงที่ในการคำนวณ (convergence) ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MCMC

2.2.8 การรายงานผลโปรไฟล์คุณลักษณะ

DCMs ต่างจาก CFA และ SEM ตรงที่ DCMs ใช้กับข้อมูลแบบจัดประเภท ส่วน CFA และ SEM ใช้กับข้อมูลแบบต่อเนื่อง ทั้งนี้ เนื่องจากมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน โดย DCMs มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อจำแนกผลการตอบออกเป็นโปรไฟล์ในลักษณะที่แตกต่างกัน จากมุมมองของผลการตอบรายบุคคล จะประกอบด้วย หลายๆ คุณลักษณะ ในการแปลความเชิงวินิจฉัยที่เหมาะสมนั้น report card ไม่ได้บอกว่าผ่านหรือไม่ผ่าน แต่การแปลความจะซับซ้อนกว่านั้น โดยการนำโปรไฟล์คะแนนรวมแต่ละทักษะของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบกัน ดังตัวอย่างการแสดงโปรไฟล์ของนักเรียน ดังตารางที่ 2.6 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างโปรไฟล์ความรอบรู้ของนักเรียน 8 คนใน 3 ทักษะ (Lee และSawaki, 2009)

Class	Skill Profile	Mastery of Individual Attributes		
		Attribute 1	Attribute 2	Attribute 3
1	000	Nonmaster	Nonmaster	Nonmaster
2	001	Nonmaster	Nonmaster	Master
3	010	Nonmaster	Master	Nonmaster
4	100	Master	Nonmaster	Nonmaster
5	011	Nonmaster	Master	Master
6	101	Master	Nonmaster	Master
7	110	Master	Master	Nonmaster
8	111	Master	Master	Master

จากตารางที่ 2.6 แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างโปรไฟล์ความรอบรู้ของนักเรียนแต่ละคน ทั้ง 8 คน ใน 3 ทักษะ แต่ละทักษะวัดด้วยข้อสอบ 1 ข้อ ซึ่งสะท้อนถึงจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนในแต่ละด้าน โดยที่จะสังเกตได้ว่า โปรไฟล์ผลการตอบของนักเรียนที่เป็นไปได้ทั้งหมด จะเท่ากับ 2^3 คือ 8 รูปแบบ แต่มีเพียง 2 รูปแบบที่สามารถจัดกลุ่มผู้เรียนได้อย่างชัดเจน คือ นักเรียนคนแรกที่ไม่มีความรอบรู้เลยทั้ง 3 ทักษะ และนักเรียนคนที่ 8 มีความรอบรู้ครบทั้ง 3 ทักษะ สำหรับนักเรียนคนที่ 2-7 ผ่านบางทักษะ และไม่ผ่านบางทักษะ จึงกลายเป็นสิ่งท้าทายที่จะต้องจัดกลุ่มนักเรียนประเภทนี้ให้อยู่ในระดับที่ถูกต้องตรงตามระดับความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริงโดยใช้โมเดล DCMs ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อให้สามารถจำแนกโปรไฟล์ทักษะเป็นระดับความสามารถต่างๆ ได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

จากตัวอย่างข้างต้น พบว่า โปรไฟล์ความรอบรู้ในแต่ละทักษะมาจากการวัดด้วยข้อสอบเพียงข้อเดียว ซึ่งอาจจะทำให้ผลการวัดเชื่อถือได้ยาก ดังนั้น ในการวัดแต่ละทักษะควรใช้ข้อสอบที่มีจำนวนมากพอที่จะสะท้อนความเป็นตัวแทนของทักษะดังกล่าว เพื่อให้ผลการวัดมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เมื่อมีจำนวนข้อสอบในแต่ละทักษะเพิ่มมากขึ้น ก็ย่อมทำให้โปรไฟล์ผลการตอบของผู้เรียนมีความหลากหลายและซับซ้อนมากขึ้นด้วย ดังตัวอย่างภาพที่ 2.6 ต่อไปนี้

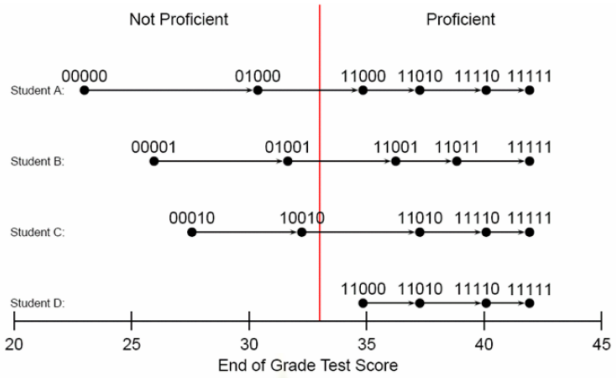


Figure 5: Fast path to proficiency

ภาพที่ 2.6 เส้นทางความสามารถของผู้เรียน (Wilson, 2010)

จะเห็นได้ว่า ข้อสอบจากภาพที่ 2.6 มีทั้งหมด 5 ทักษะ วัดจากข้อสอบทักษะละ 5 ข้อ โปรไฟล์ผลการตอบของนักเรียนแต่ละคนจะแตกต่างกัน จึงนำเอารูปแบบการตอบของนักเรียนแต่ละคนมาเปรียบเทียบกัน เส้นตรงที่ตั้งฉากแสดงคะแนนจุดตัดเพื่อจำแนกความรอบรู้และไม่รอบรู้จากสเกลของคะแนนรวม 20-45 คะแนน โดย โปรไฟล์ความสามารถจะจับคู่กับคะแนนรวม เส้นทางความสามารถเหล่านี้จึงแสดงลำดับของทักษะที่ผู้สอบควรจะผ่าน ซึ่งจะทำให้เห็นคะแนนรวมที่คาดหวัง เช่น นักเรียน A ที่ตอบทักษะแรกไม่ถูกเลย เป็นคนที่มีคะแนนรวม 23 คะแนน แต่เมื่อตอบทักษะที่ 2 ถูก จะมีคะแนนรวมเพิ่มขึ้นเป็น 31 คะแนน และเมื่อผ่านทั้ง 2 ทักษะแรก จะมีคะแนนรวมเป็น 35 คะแนน ซึ่งจะถือว่าผ่านเกณฑ์ความสามารถพื้นฐาน จากแผนภาพจะเห็นเพียงโปรไฟล์ผลการตอบเพียงจำนวนหนึ่งเท่านั้น แต่โปรไฟล์ผลการตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด คือ 2^{30} รูปแบบ จึงต้องเลือกโมเดล DCMs ที่เหมาะสมเพื่อจัดกลุ่มโปรไฟล์ผลการตอบให้ตรงกับระดับความสามารถของผู้เรียนมากที่สุด

3. กรอบการประเมินสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ของโครงการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA)

PISA กำหนดว่าผู้เรียนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะ 4 อย่าง คือ 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการระบุคำถาม หาความรู้ใหม่ อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และหาข้อสรุปในประเด็นเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยมีหลักฐาน 2) เข้าใจลักษณะของวิทยาศาสตร์ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของความรู้ของมนุษย์และการหาความรู้ 3) มีความตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้เกิดวัสดุ ปัญญา และสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรม และ 4) เข้าร่วมในประเด็นวิทยาศาสตร์ ด้วยการมีความคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะของคนที่ไม่เชื่ออะไรง่ายๆ

PISA ประเมินสมรรถนะของนักเรียนอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นวัยที่ผ่านการศึกษาภาคบังคับของประเทศส่วนใหญ่ การออกแบบข้อสอบประเมินสมรรถนะวิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA จะกำหนดโครงสร้างของคำถามไว้ 4 ประเด็น คือ 1) ประเภทคำตอบ 2) สมรรถนะ 3) ความรู้ 4) บริบทและขอบเขตของการนำไปใช้ ดังนี้

3.1 ประเภทคำตอบ

การประเมิน PISA ใช้ข้อสอบที่มีลักษณะหลากหลาย คือ ข้อสอบเลือกตอบ (Multiple-choice items)4-5 ตัวเลือก (ข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เช่น ใช่ หรือ ไม่ใช่, เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย ข้อสอบเลือกตอบแบบซับซ้อน (complex multiple-choice items) ตอบสั้น และตอบยาว

3.2 สมรรถนะ

PISA กำหนดสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องประเมินไว้ 3 สมรรถนะ คือ

1. ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่าประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2. อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม

3. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) ประกอบด้วย การแปลผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สรุป และสื่อสารให้เข้าใจได้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หลักฐาน และเหตุผลเบื้องหลังข้อสรุป และการสะท้อนนัยของการนำผลการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคม

3.3 ความรู้

กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA มีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (knowledge of science) และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (knowledge about science) ดังนี้

ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- ระบบกายภาพ
- ระบบสิ่งมีชีวิต
- ระบบโลกและอวกาศ
- ระบบเทคโนโลยี

ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการเรียน แต่เป็นความรู้ที่นำมาใช้เมื่อต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมี 2 มิติที่ประเด็น คือ การหาความรู้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

3.4 บริบทและขอบเขตของการนำไปใช้

การประเมิน PISA ได้ออกแบบบริบทเกี่ยวกับการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในบริบท 3 ด้าน คือ บริบทเกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก ในขอบเขตของการนำไปใช้ 5 ด้าน คือ

- สุขภาพ
- ทรัพยากรธรรมชาติ
- สิ่งแวดล้อม
- อันตราย
- และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ

4. ระบบการประเมินที่สมดุล

ในอนาคต สังคมและเศรษฐกิจจะมีส่วนสำคัญในการปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาของโรงเรียนจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมไปสู่การสอนที่เน้นให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษามากขึ้น เมื่อนักเรียนไปโรงเรียน โรงเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนของนักเรียนทุกคน ไม่ควรเกิดกรณีว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่งผ่านเกณฑ์ของหลักสูตร และมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ของหลักสูตร โรงเรียนต้องส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสได้เรียนรู้และผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนั้นบทบาทของการประเมินทางการศึกษาในอนาคตจะต้องไม่ใช่แค่การตัดเกรดเท่านั้น แต่ต้องให้สารสนเทศแก่ผู้เกี่ยวข้องเพื่อใช้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จนผ่านมาตรฐานการเรียน ดังนั้นรูปแบบและวิธีการประเมินที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาควรใช้ คือการประเมินที่สมดุล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

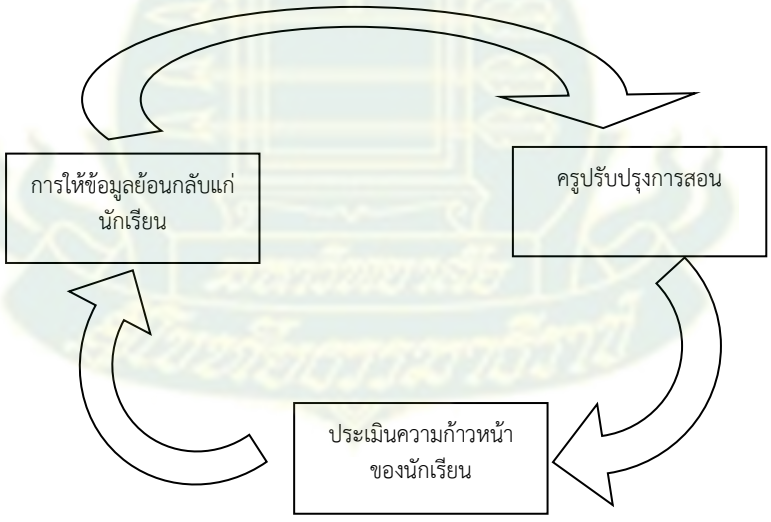
การประเมินทางการศึกษาที่สมดุล หมายถึง การประเมินที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาที่สำคัญ ได้แก่ นักเรียน ครู ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหารเขตพื้นที่การศึกษา เป็นต้น ดังนั้น การประเมินทางการศึกษาต้องให้สารสนเทศที่ถูกต้องแก่บุคคลเหล่านี้

9.2.1 องค์ประกอบของการประเมินทางการศึกษาที่สมดุล

การประเมินทางการศึกษาที่ให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการศึกษา ควรประกอบด้วยวิธีการประเมินสามแบบ คือ การประเมินในชั้นเรียน (classroom assessment หรือ formative assessment) การประเมินเพื่อชี้วัด (interim assessment หรือ benchmark assessment) และการประเมินเพื่อสรุปรวม (summative assessment) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

9.2.1.1 การประเมินในชั้นเรียน

การประเมินในชั้นเรียน หมายถึง การประเมินที่จัดทำโดยครูและนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับปรับปรุงการสอนของครู และปรับปรุงผู้เรียน การที่จะทำให้การประเมินประสบความสำเร็จต้องเกิดจากความร่วมมือของครูกับนักเรียน กล่าวคือ ภายหลังจากการประเมิน ครูต้องให้ข้อมูลย้อนกลับที่**ชัดเจน**แก่นักเรียน และต้องกระตุ้นให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนของตนเองโดยใช้วิธีการประเมินตนเองว่าทำได้ตามเป้าหมายของการเรียนรู้หรือไม่ ถ้ายังไม่สำเร็จ นักเรียนต้องร่วมมือกับครูเพื่อให้ทราบว่าต้องทำอะไรบ้างเพื่อให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ทั้งนี้ครูก็อาจต้องปรับเปลี่ยนการสอนจนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจหรือรอบรู้ตามวัตถุประสงค์ การกระทำนี้มีลักษณะเป็นวงจร (McMillan, 2008) ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 วงจรการประเมินในชั้นเรียน

การใช้กระบวนการประเมินในชั้นเรียนและผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน มีชื่อเรียกว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (assessment *for* learning) ผลการวิจัยพบว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้สามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีกว่าวิธีการอื่น เช่น การลดขนาดชั้นเรียน (class size) หรือโครงการพัฒนาการศึกษา (intervention) นักเรียนที่ได้ประโยชน์มากที่สุดจากการประเมินเพื่อ

การเรียนรู้ คือ นักเรียนที่เรียนอ่อน ดังนั้นการประเมินเพื่อเรียนรู้จึงสามารถช่วยลดช่องว่างของการเรียนระหว่างนักเรียนเก่งกับนักเรียนอ่อนได้

การทำการประเมินเพื่อการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ ครูต้องมีความสามารถและปฏิบัติได้ดีในประเด็นต่อไปนี้ (Brookhart, 2008; Stiggins, 2008)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจน ตลอดจนต้องทราบว่าข้อมูลที่ต้องการคืออะไร
2. กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ให้ชัดเจน นักเรียนเข้าใจได้
3. ใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับเนื้อหา และหลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง แฟ้มสะสมงาน และแบบทดสอบ
4. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และ ทันเวลา เพื่อให้นักเรียนทราบว่าควรทำอะไร อย่างไร ต่อไป
5. สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนไม่ย่อท้อกับการเรียน และตั้งใจทำให้ดียิ่งขึ้น
6. พัฒนาผู้เรียนให้รับผิดชอบผลการเรียนของตนเอง และประเมินตนเองตามความเป็นจริง

9.2.1.2 การประเมินเพื่อสรุปรวม

การประเมินเพื่อสรุปรวม เป็นการประเมินที่ใช้หลังการเรียนการสอน การประเมินแบบนี้ใช้เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยทั่วไป คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าการประเมินเพื่อสรุปรวมใช้สำหรับการตัดเกรด หรือคัดเลือกผู้เรียน เท่านั้น ทว่า ปัจจุบันนี้การประเมินเพื่อสรุปรวมได้ถูกนำไปใช้สำหรับการประเมินเพื่อประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของโรงเรียน หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบการศึกษาอื่นๆ มากยิ่งขึ้น การประเมินเพื่อสรุปรวมที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการศึกษาเป็นการประเมินมีลักษณะเป็นการประเมินการศึกษาในภาพรวมที่ดำเนินงานโดยบุคคลภายนอกโรงเรียน ผลการประเมินจะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดคุณภาพของบุคคลากรและหน่วยงานที่รับผิดชอบกับการจัดการศึกษา ไม่ใช่การประเมินนักเรียนรายบุคคล

เมื่อกล่าวถึงระบบการประเมินที่สมดุล การประเมินเพื่อสรุปรวมจึงมีสองส่วน คือ การประเมินโดยครูหลังการเรียนการสอนเพื่อการตัดเกรด และการประเมินเพื่อสรุปรวมที่ดำเนินโดยองค์กรภายนอกที่ทำขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพการสอนของโรงเรียน ประโยชน์ของการประเมินทั้งสองแบบนี้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ แน่นอนว่า การประเมินหลังการสอนโดยครูก็เพื่อใช้ประเมินความรู้รวบยอดของนักเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือเพื่อการตัดเกรดหลังสิ้นสุดภาคการศึกษา ส่วนการประเมินโดยบุคคลภายนอกมีประโยชน์ในระดับนโยบายและการรับรองคุณภาพการศึกษา อย่างไรก็ตาม ในบริบทของการประเมินอย่างสมดุล โรงเรียนและครูควรนำผลการประเมินทั้งสองแบบมาวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของการจัดการศึกษา เพื่อให้ครูจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการประเมินของนักเรียนที่สอนโดยครูคนละคนกัน ในโรงเรียนเดียวกัน จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากสำหรับการปรับปรุงการสอนในอนาคต เพราะการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าผลการเรียนที่แตกต่างกันของนักเรียนเกิดจากการสอนของครูที่ต่างกัน หรือไม่ อย่างไร การสอนแบบใดดีที่สุด การวิเคราะห์เปรียบเทียบนี้อาจทำในรูปของคณะกรรมการครู ซึ่งจะช่วยให้ครูเกิดการเรียนรู้ และได้พัฒนาตนเองจากการเรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ โรงเรียนอาจนำผลการประเมินของโรงเรียนที่ประเมินโดยองค์กรภายนอกมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับโรงเรียนอื่น ก็จะทำให้ได้สารสนเทศอื่นเพื่อพัฒนาโรงเรียนต่อไปในอนาคต

9.2.1.3 การประเมินเพื่อชี้วัด

การประเมินเพื่อชี้วัด มีลักษณะของการประเมินที่อยู่ระหว่างการประเมินในชั้นเรียน และการประเมินเพื่อสรุปรวม กล่าวคือ ไม่ใช่การประเมินที่ดำเนินการโดยครูในระหว่างการสอน แต่ก็ไม่ใช่การประเมินหลังสิ้นสุดภาคการศึกษา หากแต่เป็นการประเมินในระหว่างที่มีการเรียนการสอนโดยบุคคลอื่นที่

ไม่ใช่ครู และเป็นการประเมินการศึกษาในภาพรวม ไม่ใช่การประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยส่วนใหญ่ผู้ที่ดำเนินการประเมินเพื่อชี้วัด คือ หน่วยงานภายนอกที่รับผิดชอบการจัดการศึกษา เช่น เขตพื้นที่การศึกษา หรือ หน่วยงานจากส่วนกลาง เป็นต้น นอกจากนี้ การประเมินเพื่อชี้วัดจะมีการประเมินเป็นระยะๆ อาจจะทุกเดือน หรือทุกสองเดือนในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ซึ่งต่างจากการประเมินเพื่อสรุปรวมที่มีการประเมินครั้งเดียว

การประเมินเพื่อชี้วัดอาจมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างประกอบกัน ดังต่อไปนี้ (Pirie, Marion, & Gong, 2007)

1. เพื่อปรับปรุงการสอน

วัตถุประสงค์ข้อนี้เหมือนกับการประเมินในชั้นเรียนมาก คือการประเมินเพื่อปรับเปลี่ยนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน การประเมินเพื่อชี้วัดที่ตอบสนองวัตถุประสงค์ข้อนี้ คือ การดำเนินการประเมินว่าตรวจสอบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจุดอ่อนด้านใดบ้างที่ต้องการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ณ จุดใดจุดหนึ่งระหว่างที่มีการเรียนการสอน หลังการประเมิน ครูและโรงเรียนจะได้รับผลการประเมินเป็นภาพรวมของโรงเรียนหรือห้องเรียน จากนั้นการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขการสอนมักจะขึ้นอยู่การตัดสินใจของครูและโรงเรียน

2. เพื่อประเมินหลักสูตรโปรแกรมการศึกษา หรือวิธีการสอน

การใช้การประเมินเพื่อชี้วัดคุณภาพของโปรแกรมการศึกษา หรือวิธีการสอนมักเป็นการประเมินขนาดใหญ่ที่มีโรงเรียนเข้าร่วมจำนวนมาก เพื่อประเมินว่าโปรแกรมการจัดการศึกษาแบบใด หรือวิธีการสอนแบบใดมีคุณภาพ ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการประเมินในลักษณะนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นนักเรียนที่ถูกประเมิน ณ เวลานั้น แต่อาจเป็นนักเรียนในอนาคตก็ได้ เพราะผลการประเมินจะนำไปใช้เพื่อปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนของครูให้ดีขึ้นในอนาคต

3. เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

การประเมินเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ใช้เมื่อต้องการทำนายว่า การเรียนการสอน ณ ปัจจุบันจะสามารถช่วยให้นักเรียนสอบผ่านในการประเมินที่จะมีขึ้นในอนาคตหรือไม่ เช่น การประเมินเพื่อสำเร็จการศึกษา และการประเมินของหน่วยงานภายนอก การประเมินแบบนี้จะช่วยให้ครู และโรงเรียนทราบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถใกล้หรือไกลจากเป้าหมายของการประเมินที่นักเรียนต้องถูกประเมินในอนาคต ซึ่งดีกว่าการปล่อยให้ครูสอนไปตามเนื้อหาโดยไม่สนว่านักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ การประเมินแบบนี้เริ่มมีบทบาทมากในยุคปัจจุบันสำหรับการรับรองและตรวจสอบคุณภาพการศึกษา เพราะผลการประเมินจะทำให้โรงเรียนทราบว่านักเรียนต้องได้รับการพัฒนาในเนื้อหาสาระใดบ้าง ก่อนที่จะเข้าสู่การประเมินจากภายนอก

9.2.2 การออกแบบการประเมินที่สมดุลอย่างมีคุณภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ว่า การประเมินที่สมดุลต้องให้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการศึกษาแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้ใช้ร่วมกัน การใช้ผลการประเมินในชั้นเรียน ผลการประเมินเพื่อสรุปรวม และผลการประเมินเพื่อชี้วัดของผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย จะเอื้อให้มีข้อมูลที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา การออกแบบการประเมินที่สมดุลจะมีคุณภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับประเด็นที่สำคัญต่อไปนี้

1. การประเมินทั้งสามแบบต้องประเมินเป้าหมายหรือมาตรฐานเดียวกัน
2. ครูต้องจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐาน

3. เครื่องมือประเมินต้องวัดเนื้อหาที่กำหนดในมาตรฐาน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินและการเรียนการสอนของครู
4. เครื่องมือประเมินมีคุณภาพตามมาตรฐานของการวัดและการทดสอบทางการศึกษา
5. นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้สาระที่กำหนดในมาตรฐาน
6. มีการรายงานข้อมูลหรือผลการประเมินที่เข้าใจง่าย และทันเวลา

5. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การวิจัยในประเทศไทยที่มีการศึกษาปัญหา และแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยเชิงสำรวจ การวิจัยเชิงเชิงทดลองส่วนมากใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการสอนแบบเก่า รูปแบบวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นส่วนมากเป็นรูปแบบของการสอนแบบสืบเสาะที่ให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มความรู้ของนักเรียน และมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสอนแบบเก่า ส่วนการวิจัยเชิงสำรวจส่วนมากใช้ในการศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความต้องการของครู และปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการสำรวจส่วนใหญ่ พบว่าครูมีปัญหาด้านวิธีการสอน ขาดสื่อการสอน ขาดทรัพยากรทางการศึกษา และต้องการพัฒนาตนเองเพื่อให้มีความรู้มากขึ้น นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงตั้งใจเรียนและมีความรับผิดชอบมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ตัวอย่างของงานวิจัยเหล่านี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สังวรณ์ งัดกระโทก (2552) ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยโดยใช้ข้อมูลผลการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ปี พ.ศ. 2549 เพื่อให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์สำหรับการปฏิรูปการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย วัตถุประสงค์ย่อยของการวิจัยประกอบด้วย 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการสอนวิทยาศาสตร์ของครูและความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพร้อมกับตรวจสอบว่าความสัมพันธ์เหล่านั้นได้รับผลกระทบจากการประกันคุณภาพการศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา ข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการศึกษา และบริบทของโรงเรียนหรือไม่ 2) ตรวจสอบว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงและนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติมีความแตกต่างกันในปัจจัยใด และ 3) เพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่สามารถทำนายความน่าจะเป็นในการได้คะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ ในรายงานการวิจัย มีการอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ผลการวิจัยที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์ทางลบกับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย ผลการวิเคราะห์นี้ชี้ว่าวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูใช้มีคุณภาพต่ำ ปัญหาที่สำคัญของการสอนแบบนี้คือ วิธีการสอนขาดคุณภาพ โดยด้านที่เป็นปัญหาได้แก่ การสอนแบบมีปฏิบัติการ การให้นักเรียนศึกษาทดลองด้วยตนเอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่าในบริบทของสังคมไทย วิธีการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. ข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการศึกษาที่กระทบต่อคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การขาดวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ การขาดบุคลากรสนับสนุน และการขาดครูที่มีความรู้
3. คุณภาพการสอนของครูในด้านการให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองมีคุณภาพต่ำ และมีคุณภาพลดลงอีกเมื่อโรงเรียนขาดบุคลากรสนับสนุน

4. คุณภาพการด้านการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนและคุณภาพของการให้นักเรียนศึกษาและทดลองด้วยตนเองไม่มีคุณภาพ และคุณภาพของการสอนทั้งสองวิธีนี้ลดลงไปอีกเมื่อครูขาดวัสดุและอุปกรณ์ประกอบการสอน
5. จำนวนคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เนตมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แต่ชั้นเรียนขนาดเล็กมีอิทธิพลทางลบต่อความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
6. การดำเนินงานเกี่ยวกับการประกันคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน และบรรยากาศการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และไม่ส่งผลให้มีการปรับปรุงการสอนวิทยาศาสตร์ของครู
7. นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติแตกต่างจากนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติในด้าน การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ เวลาที่ใช้ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ และมโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ แต่ความสัมพันธ์นี้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเพศของนักเรียน ที่ตั้งของโรงเรียน และขนาดโรงเรียน
8. ความมั่งคั่งของครอบครัวมีผลต่อความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในสมรรถภาพของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์เกี่ยวกับการวิทยาศาสตร์ และทรัพยากรทางการศึกษาที่บ้าน
9. ดัชนีทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมของครอบครัวมีผลต่อจำนวนเวลาที่ใช้ศึกษาวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในสมรรถภาพของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์เกี่ยวกับการวิทยาศาสตร์ และทรัพยากรทางการศึกษาที่บ้าน
10. ปัจจัยที่เพิ่มความน่าจะเป็นในการได้คะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติได้แก่ โรงเรียนในเมือง โรงเรียนรัฐบาล การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรทางการศึกษาที่บ้าน ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นในสมรรถภาพของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดัชนีทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมของครอบครัว นักเรียนเพศชาย และจำนวนเวลาที่ใช้ศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่ปัจจัยข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์ของครู มโนทัศน์เกี่ยวกับการวิทยาศาสตร์ ชั้นเรียนขนาดเล็ก และความมั่งคั่งของครอบครัวลดความน่าจะเป็นในการได้คะแนนวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ

ผลงานวิจัยหลายเรื่อง ระบุว่าครูยังขาดความรู้ด้านการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ครูไม่สามารถพัฒนาการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างมีคุณภาพ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ศึกษาผลการดำเนินงานโครงการนำร่องด้านกระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ พบว่า ครูยังจัดกระบวนการเรียนรู้ได้น้อย การประเมินการเรียนรู้แนวใหม่ที่ครูได้ทำระดับมาก ได้แก่ การใช้วิธีการหลากหลายในการประเมิน การแจ้งผลการประเมินให้ผู้ปกครองทราบ การบอกวัตถุประสงค์และวิธีการประเมินให้นักเรียนทราบตั้งแต่ต้นและการกำหนดเกณฑ์การประเมินร่วมกับนักเรียน ประเด็นที่ครูยอมรับว่าทำได้น้อย คือ การส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการสอนของครู การวางระบบการประเมินทั้งโรงเรียน การวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของผลการประเมินที่ใช้อยู่ การร่วมมือกับผู้ปกครองนำผลการประเมินไปใช้ประโยชน์ ผลการ

วิเคราะห์ที่น่าสังเกตคือ ประเด็นที่ครูทำพฤติกรรมน้อยได้แก่ การประเมินการเรียนรู้แนวใหม่ที่ให้นักเรียนและผู้ปกครองมีบทบาทในการประเมินมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีประเด็นของระดับการแสดงพฤติกรรมของครูที่มีความแตกต่างกันมากด้วย

นอกจากนี้ ชินภัทร ภูมิรัตน (2544) ยังพบว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยมีปัญหา 6 เรื่อง คือ ปัญหาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน ครู สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังสรุปได้ดังนี้

1. หลักสูตรมีปัญหาเรื่องความต่อเนื่องเชื่อมโยงระหว่างระดับการศึกษาและขาดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2. การจัดการเรียนการสอนยังเน้นการอธิบายและการสาธิตทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดและการทดลองปฏิบัติจริง

3. ครูมีปัญหาในเชิงปริมาณและคุณภาพ และควรมีการเร่งพัฒนาครูประจำการให้มีคุณภาพด้านการสอน และมีปริมาณเพียงพอ

4. สื่อการสอนมีข้อจำกัด ขาดความหลากหลาย ขาดคุณภาพมาตรฐานและราคาที่เหมาะสม สื่อโทรทัศน์เพื่อการเรียนรู้และการฝึกอบรมครูยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร

5. การวัดและประเมินผลเน้นความรู้ ความจำ เน้นการเลือกคำตอบมากกว่าการวัดกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนขาดทักษะการสื่อสาร การประเมินผลในสภาพจริงมีการดำเนินงานในวงจำกัด

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลงเรื่อยๆ ทุกวิชา ตั้งแต่วิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ

จากข้อจำกัดของครูด้านการใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนของนักเรียน จึงมีความจำเป็นในการช่วยเหลือครูวิทยาศาสตร์ในรูปของการอบรมให้ความรู้ และฝึกให้ครูได้ปฏิบัติการออกแบบระบบและเครื่องมือการประเมินร่วมกันกับบุคลากรทางการศึกษาในระดับโรงเรียน และเขตพื้นที่การศึกษา การทำงานร่วมกันจะทำให้ผลการพัฒนาครูมีความยั่งยืน ครูและบุคลากรทางการศึกษาในระดับโรงเรียน และเขตพื้นที่การศึกษาสามารถทำการประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษาร่วมกันในพื้นที่ของตนเองในอนาคตได้ อันจะเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยให้การปฏิรูปการศึกษาประสบความสำเร็จได้

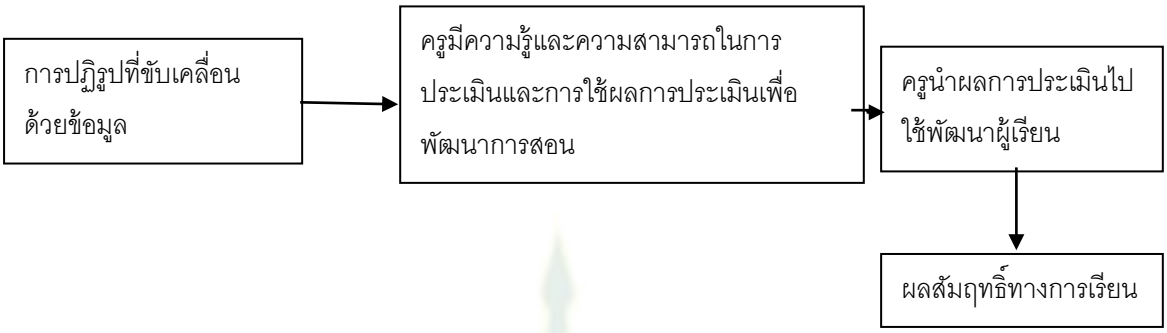
6. กรอบแนวคิดการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย

6.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิผลเชิงบวกของการปฏิรูปการศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลประเมินต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ Carson, Borman, และ Robinson (2011) และคมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) ตลอดจนผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (assessment for learning) ที่พบว่า การให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครูเกี่ยวกับจุดอ่อนจุดแข็งของการเรียนการสอนจะช่วยให้ครูพัฒนาจัดการเรียนการสอนได้ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นตามมา การวิจัยเรื่องนี้นำแนวคิดของการปฏิรูปด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและการประเมินเพื่อการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของครู ดังนั้นในการวิจัยเรื่องนี้จึงคาดหวังว่าการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

กรอบแนวคิดของการวิจัยใช้ทฤษฎีโปรแกรม (program theory) ในการออกแบบโมเดลการเปลี่ยนแปลง (change model) และโมเดลการกระทำ (action model) โดยโมเดลการเปลี่ยนแปลงคือการอธิบายว่าทำไมการปฏิรูปที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจากการวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ว่ากลไกที่ทำให้การปฏิรูปที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การ

ที่ครูได้มีความรู้เกี่ยวกับการประเมินและการใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการสอนของตนเอง และครูได้นำผลการประเมินไปใช้การปรับปรุงการเรียนการสอนของตนเอง ดังภาพต่อไปนี้



ส่วนโมเดลการกระทำเป็นรายละเอียดของกิจกรรมที่ต้องดำเนินการเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโมเดลการเปลี่ยนแปลง โดยกิจกรรมสำหรับการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย การคัดเลือกครูเข้าร่วมโครงการ การชี้แจงการทำงานของโครงการ การอบรมครู และการกำกับติดตาม และช่วยเหลือครูเพื่อให้ความรู้แก่ครูในการใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

6.2 สมมติฐานการวิจัย

จากแนวคิดของการปฏิรูปการศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลประเมินต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ Carson, Borman, และ Robinson (2011) และผลการวิจัยของคมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) ตลอดจนผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินเพื่อการรู้เรียนรู้ (assessment for learning) ที่พบว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับจุดอ่อนจุดแข็งของการเรียนการสอนช่วยให้ครูจัดการเรียนการสอนได้ดีขึ้นและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย การวิจัยเรื่องนี้นำแนวคิดของการปฏิรูปด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและการประเมินเพื่อการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของครู ดังนั้นในการวิจัยเรื่องนี้จึงตั้งสมมติฐานว่าการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาให้มีคุณภาพ การวิจัยนี้มีการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัย ครู โรงเรียน ตามแนวคิดของการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประกอบด้วย ครูกลุ่มเป้าหมายของการพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นครูวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลอง 30 คน และมีนักเรียน 1,158 คน และกลุ่มตัวอย่างครูวิทยาศาสตร์กลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยมีนักเรียนจำนวน 772 คน โดยใช้การสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยสุ่มเลือกครูที่ประสงค์เข้าร่วมโครงการก่อนด้วยเกณฑ์ คือ ความสมัครใจเข้าร่วมโครงการ จากนั้นเลือกใช้นักเรียนทุกคนของครูที่เลือกไว้

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนใหญ่ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกครูเข้าร่วมโครงการ

การคัดเลือกครูเข้าร่วมโครงการใช้การคัดเลือกตามความสมัครใจ และเพื่อให้เป็นการพัฒนาครูทั้งพื้นที่ตามแนวคิดของการวิจัยที่ใช้พื้นที่เป็นฐาน (area-based research) ผู้วิจัยคัดเลือกพื้นที่ที่มีครูประสงค์เข้าร่วมโครงการวิจัยจำนวนมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดน่าน มีครูเข้าร่วมโครงการทั้งหมด 60 คน ซึ่งครูแต่ละคนสอนหลายห้อง ผู้วิจัยเลือกใช้ห้องหนึ่งเป็นห้องทดลอง และอีกห้องเป็นควบคุม โดยใช้เกณฑ์การเลือกอย่างสุ่ม ในการสุ่มครูและนักเรียนครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบสองขั้นตอน (two-stage sampling) กล่าวคือ ขั้นตอนแรกเป็นการสุ่มเลือกครูตามความสมัครใจ 60 คน หลังจากได้จำนวนครูที่สมัครใจเข้าร่วมการทดลองแล้ว ผู้วิจัยสุ่มครูเข้าสู่กลุ่มทดลอง (30 คน) และควบคุม (30 คน) ด้วยวิธีการจับฉลาก ขั้นที่สองเป็นการสุ่มเลือกห้องเรียนของครูที่ถูกคัดเลือกในขั้นที่ 1 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลผลการสอบของนักเรียนทุกคนจากห้องที่ถูกสุ่มเลือก ได้นักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 1,158 คน และกลุ่มควบคุม 772 คน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์

การพัฒนาแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ชั้นปี ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา รวม 1,223 ข้อ และตรวจสอบคุณภาพ จากนั้นจัดฉบับแบบทดสอบแต่ละระดับชั้นๆ ละ 2 ฉบับที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

การพัฒนาแบบทดสอบแต่ละรายวิชาเริ่มต้นจากการวิเคราะห์หลักสูตรโดยครู จำนวน 12 คน ร่วมกับนักวิจัย เพื่อกำหนดโครงสร้างของข้อสอบ โดยมีการกำหนดสาระการเรียนรู้จำนวน 7 สาระการเรียนรู้ คือ สิ่งมีชีวิตกับกระบวน ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และดาราศาสตร์และอวกาศซึ่งมีจำนวนมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ต่างกันตามที่ปรากฏในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เมื่อวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจึงนำผลการวิเคราะห์มาสร้างข้อสอบ การเขียนข้อสอบมี 2 ลักษณะ คือ

1. **<u>ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u>** เป็นข้อสอบที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด

สำหรับวิชาพื้นฐาน หรือ ผลการเรียนรู้สำหรับวิชาเพิ่มเติม โดยข้อสอบเป็นประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

2. **ข้อสอบตามแนว PISA** การสร้างข้อสอบดำเนินการตามแนวคิดของการประเมิน PISA โดยใช้ข้อสอบที่มีลักษณะหลากหลาย คือ ข้อสอบเลือกตอบ (Multiple-choice items)4-5 ตัวเลือก (ข้อสอบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เช่น ใช่ หรือ ไม่ใช่, เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย ข้อสอบเลือกตอบแบบซับซ้อน (complex multiple-choice items) ตอบสั้น และตอบยาว ในการวิจัยครั้งนี้สร้างข้อสอบที่มีสถานการณ์ของเนื้อหาที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ โดยข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก และข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน ตอบถูกทั้งหมดได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน

ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นตามแนว PISA (ปี 2012) มีการกำหนดกรอบการสร้างดังนี้

2.1 สมรรถนะ PISA กำหนดสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต้องประเมินไว้ 3 สมรรถนะ คือ

1. ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่าประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

2. อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยายอธิบาย และทำนายที่เหมาะสม

3. ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) ประกอบด้วย การแปลผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สรุป และสื่อสารให้เข้าใจได้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หลักฐาน และเหตุผลเบื้องหลังข้อสรุป และการสะท้อนนัยของการนำผลการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคม

2.2 ความรู้ กรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA มีการประเมินความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (knowledge of science) และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (knowledge about science) ดังนี้

1) ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่เกิดจากการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- ระบบกายภาพ
- ระบบสิ่งมีชีวิต
- ระบบโลกและอวกาศ
- ระบบเทคโนโลยี

2) ความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ที่ไม่จำเป็นต้องเกิดจากการเรียน แต่เป็นความรู้ที่นำมาใช้เมื่อต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมี 2 มิติที่ประเด็น คือ การหาความรู้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2.3 บริบทและขอบเขตของการนำไปใช้

การประเมิน PISA ได้ออกแบบบริบทเกี่ยวกับการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในบริบท 3 ด้าน คือ บริบทเกี่ยวกับตนเอง สังคม และโลก ในขอบเขตของการนำไปใช้ 5 ด้าน คือ

- สุขภาพ
- ทรัพยากรธรรมชาติ
- สิ่งแวดล้อม

- อันตราย
- และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใหม่ๆ

ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีจำนวน 1223 ข้อ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ ม.1	รวม 110 ข้อ
2. วิทยาศาสตร์ ม.2	รวม 108 ข้อ
3. วิทยาศาสตร์ ม.3	รวม 106 ข้อ
4. ม.4 ฟิสิกส์ 134 ข้อ ชีววิทยา 121 ข้อ เคมี 109 ข้อ	รวม 364 ข้อ
5. ม.5 ฟิสิกส์ 115 ข้อ ชีววิทยา 115 ข้อ เคมี 98 ข้อ	รวม 328 ข้อ
6. ม.6 ฟิสิกส์ 54 ข้อ ชีววิทยา 56 ข้อ เคมี 46 ข้อ	รวม 156 ข้อ
7. ฟิสิกส์พื้นฐาน (หนังสือของ สสวท. พิมพ์ปี พ.ศ. 2553)	รวม 55 ข้อ

การดำเนินการพัฒนาข้อสอบได้ดำเนินการเมื่อวันที่ 14-15 พฤศจิกายน 2557 ดังภาพต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

หลังจากเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเนื้อหาของแบบทดสอบในแต่ละรายวิชา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC มีการดำเนินการตรวจสอบตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตามสาขาวิชา 4 สาขาวิชา ได้แก่

วิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น วิชาเคมี วิชาชีววิทยา และวิชาฟิสิกส์ โดยกำหนดผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านในแต่ละรายวิชา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา กำหนดคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1.1) มีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือ

1.2) ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

2) การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้กับข้อคำถามของแบบทดสอบ โดยกำหนดเกณฑ์ความเห็นในการพิจารณาและให้คะแนนดังนี้

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ ให้คะแนนเท่ากับ 1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ ให้คะแนนเท่ากับ 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ ให้คะแนนเท่ากับ –1

3) บันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในแต่ละข้อ เพื่อนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้โดยใช้สูตร IOC เลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป สำหรับข้อสอบที่มีค่า IOC ไม่ถึงเกณฑ์ได้ทำการปรับปรุง แก้ไขข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 4 การทดลองใช้แบบทดสอบ

การทดลองแบบทดสอบแบ่งออกเป็นสองช่วง เพราะแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นข้อสอบที่ใช้สอบภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 คือ เทอมที่ 2 ปีการศึกษา 2557 และเทอมที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ทั้งนี้การทดลองแบบทดสอบดำเนินการที่โรงเรียนปัว และโรงเรียนมัธยมป่ากลาง วิชาละ 1 ห้องเรียน โดยมีนักเรียน 30-40 คน ต่อห้อง

การวิเคราะห์ข้อสอบรายงานค่าความยาก สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล (ค่าอำนาจจำแนก) ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงรายงานด้วยค่าความเที่ยงจากทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คือ KR-21 เพราะ KR-21 มีข้อตกลงเบื้องต้นที่ผ่อนคลายมากกว่า KR-20) ข้อสอบที่ใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีความยากระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าสหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียลเป็นบวก ข้อสอบที่มีความยากและอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์จะมีการทบทวน และทำการปรับคำ หรือข้อความในข้อคำถาม หรือปรับตัวเลือก/ตัวลวงเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการดำเนินการวิจัยขั้นทดลอง

ขั้นการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

1) ปฐมนิเทศโครงการ และประชุมให้ความรู้กับครูเกี่ยวกับการออกข้อสอบ

2) ดำเนินการออกข้อสอบในวิชาจำนวน 1,223 ข้อ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ ม.1	รวม 110 ข้อ
2. วิทยาศาสตร์ ม.2	รวม 108 ข้อ
3. วิทยาศาสตร์ ม.3	รวม 106 ข้อ
4. ม.4 ฟิสิกส์ 134 ข้อ ชีววิทยา 121 ข้อ เคมี 109 ข้อ	รวม 364 ข้อ
5. ม.5 ฟิสิกส์ 115 ข้อ ชีววิทยา 115 ข้อ เคมี 98 ข้อ	รวม 328 ข้อ
6. ม.6 ฟิสิกส์ 50 ข้อ ชีววิทยา 56 ข้อ เคมี 46 ข้อ	รวม 156 ข้อ
7. ฟิสิกส์พื้นฐาน (หนังสือของ สสวท. พิมพ์ปี พ.ศ. 2553)	รวม 55 ข้อ

3. จัดฉบับแบบทดสอบออกเป็นสองฉบับ คือ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 โดยมีข้อสอบร่วมจำนวน 5 ข้อและทดลองใช้แบบทดสอบ

4. ทดลองใช้เพื่อซักซ้อมการปฏิบัติงาน และฝึกซ้อมให้ครูเข้าใจการดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โดยมีกิจกรรมประกอบด้วย การทดสอบสองครั้ง การรายงานผลการทดสอบให้ครูทราบเพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงการเรียนการสอน

5. ดำเนินการวิจัยจริง ในเทอมที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โดยมีการดำเนินการดังนี้

5.1 จัดอบรมครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพ โดยมีวิทยากรด้านการจัดการเรียนการสอนบรรยายให้ความรู้ครู ในวันที่ วันที่ 29-30 พฤษภาคม 2558 โดยวิทยากร คือ รศ. ดร พิมพันธ์ เดชะคุปต์ จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบรรยายเรื่องการสร้างแรงจูงใจเพื่อเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ โดยมีวิทยากร คือ ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ยง ภู่วรวรรณ จากคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดังภาพ

5.1 ดำเนินการทดสอบนักเรียนครั้งที่ 1 ด้วยแบบทดสอบชุดที่ 1 ระหว่างวันที่ 8 มิถุนายน 2558 – วันที่ 3 กรกฎาคม 2558

5.2 วิเคราะห์ข้อสอบและผลการสอบครั้งที่ 1 ด้วยโมเดลการวินิจฉัย G-DINA

5.3 รายงานผลการวิเคราะห์ข้อสอบและผลการสอบให้ครูทราบ และกำกับติดตามการจัดการเรียนการสอนของครู วันที่ 17-18 สิงหาคม 2558 โดยมีการรายงานผลการสอบให้ครูทราบ และประชุมกลุ่มครู 30 คน เพื่อให้ทราบจุดอ่อนและจุดแข็งของการจัดการเรียนการสอน

5.4 ดำเนินการทดสอบนักเรียนครั้งที่ 2 ด้วยแบบทดสอบชุดที่ 2 ช่วงปลายเดือนกันยายน 2558

5.5 เผยแพร่เครื่องมือประเมินให้กับกลุ่มครูในเครือข่ายได้ใช้ผ่านทาง Google Drive และ อีเมลล์ โดยประชาสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายครู ครูท่านใดที่สนใจสามารถขอรับแบบทดสอบได้ทั้งทางอีเมลล์และ Google Drive

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลการดำเนินโครงการ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของโครงการใช้การถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนมีค่าสหสัมพันธ์ภายในชั้น (intraclass correlation) เท่ากับ .09-.15 หรือประมาณ 9% ถึง 15% ซึ่งมีความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนน้อยกว่าเกณฑ์ .20 หรือ 20% โดยตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแปรอิสระ คือ โครงการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์โดยขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งเป็นตัวแปรดัมมี่ (1=ห้องเรียนเข้าร่วมโครงการ หรือกลุ่มทดลอง 0=ห้องเรียนยังไม่เข้าร่วมโครงการ หรือกลุ่มควบคุม) โดยมีการควบคุมปัจจัยแทรกซ้อน เช่น คะแนนก่อนเรียน และขนาดชั้นเรียน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อทดลองการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งมีวัตถุประสงค์ 6 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อประเมินคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน
3. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งประเด็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนนำไปใช้จริง

ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนนำไปใช้จริง

ในการรายงานผลการวิเคราะห์ข้อสอบแต่ละวิชา ผู้วิจัยรายงานค่าความยากของข้อสอบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล (หรืออำนาจจำแนกของข้อสอบ) เกณฑ์ในการประเมินคุณภาพข้อสอบ คือ ข้อสอบที่มีคุณภาพใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีความยากระหว่าง 0.2 – 0.8 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียลเป็นบวก ข้อสอบที่มีความยากและอำนาจจำแนกไม่ผ่านเกณฑ์จะนำไปทบทวนและทำการปรับคำ หรือข้อความในข้อคำถาม หรือปรับตัวเลือก/ตัวลวงเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น

ผลการวิเคราะห์ความยาก สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล (อำนาจจำแนก) และดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในตาราง 4.1-4.22 ในภาพรวมข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีความยากโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5 มีสหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียลเป็นบวก และมีดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (IOC) มากกว่า 0.5 แต่เมื่อพิจารณาดัชนีความยาก จะพบว่ามีข้อสอบบางข้อที่ยากเกินไป บางข้อง่ายเงินไป และบางข้อมีอำนาจจำแนกต่ำ ข้อสอบเหล่านี้ถูกนำไปพิจารณาคุณภาพของคำถามและตัวเลือกใหม่โดยใช้ประธานคณะกรรมการออกข้อสอบแต่ละวิชาเป็นผู้พิจารณา ซึ่งหลังการพิจารณาข้อสอบส่วนใหญ่มีการปรับปรุงถ้อยคำในข้อคำถาม และมีการปรับปรุงตัวเลือกให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 1 เทอม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.63	0.29	1.00
ข้อที่ 2	0.88	0.54	1.00
ข้อที่ 3	0.60	0.00	1.00
ข้อที่ 4	0.29	-0.14	0.67
ข้อที่ 5	0.41	-0.34	1.00
ข้อที่ 6	0.76	0.01	1.00
ข้อที่ 7	0.53	0.07	1.00
ข้อที่ 8	0.63	0.18	1.00
ข้อที่ 9	0.44	-0.02	1.00
ข้อที่ 10	0.24	0.11	0.67
ข้อที่ 11	0.30	0.43	0.67
ข้อที่ 12	0.80	-0.11	1.00
ข้อที่ 13	0.88	0.27	1.00
ข้อที่ 14	0.84	0.29	0.67
ข้อที่ 15	0.58	0.48	1.00
ข้อที่ 16	0.71	0.58	0.67
ข้อที่ 17	0.73	0.52	1.00
ข้อที่ 18	0.96	0.35	1.00
ข้อที่ 19	0.58	0.58	1.00
ข้อที่ 20	0.58	0.54	0.67
ข้อที่ 21	0.82	0.47	1.00
ข้อที่ 22	0.50	0.44	1.00
ข้อที่ 23	0.40	0.24	1.00
ข้อที่ 24	0.70	0.55	1.00
ข้อที่ 25	0.75	0.13	1.00
ข้อที่ 26	0.33	0.29	1.00
ข้อที่ 27	0.41	0.43	0.67
ข้อที่ 28	0.50	0.12	1.00
ข้อที่ 29	0.56	0.67	1.00
ข้อที่ 30	0.58	0.59	1.00
ข้อที่ 31	0.72	0.34	0.67
ข้อที่ 32	0.64	0.47	1.00
ข้อที่ 33	0.61	0.08	1.00
ข้อที่ 34	0.49	0.04	1.00
ข้อที่ 35	0.87	0.45	1.00
ข้อที่ 36	0.32	-0.11	1.00

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 1 เทอม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 37	0.65	0.31	1.00
ข้อที่ 38	0.41	0.22	1.00
ข้อที่ 39	0.29	-0.06	1.00
ข้อที่ 40	0.62	0.08	1.00
ข้อที่ 41	0.48	0.32	0.67
ข้อที่ 42	0.59	0.30	1.00
ข้อที่ 43	0.71	0.21	1.00
ข้อที่ 44	0.73	0.27	1.00
ข้อที่ 45	0.32	0.28	1.00
ข้อที่ 46	0.56	0.50	1.00
ข้อที่ 47	0.92	0.25	1.00
ข้อที่ 48	0.43	-0.08	1.00
ข้อที่ 49	0.10	0.35	1.00
ข้อที่ 50	0.92	0.41	1.00
ข้อที่ 51	0.76	0.25	1.00
ข้อที่ 52	0.68	0.26	1.00
ข้อที่ 53	0.57	0.11	1.00
ข้อที่ 54	0.72	0.05	0.67
ข้อที่ 55	0.56	0.15	1.00
M	0.62	0.25	
SD	0.19	0.22	

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 1 เทอม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.50	0.22	1.00
ข้อที่ 2	0.75	0.46	1.00
ข้อที่ 3	0.47	-0.08	1.00
ข้อที่ 4	0.17	-0.21	1.00
ข้อที่ 5	0.28	-0.42	0.67
ข้อที่ 6	0.64	-0.07	1.00
ข้อที่ 7	0.40	-0.01	1.00
ข้อที่ 8	0.50	0.10	1.00
ข้อที่ 9	0.32	-0.09	1.00
ข้อที่ 10	0.12	0.04	1.00
ข้อที่ 11	0.89	0.35	1.00
ข้อที่ 12	0.68	-0.18	1.00
ข้อที่ 13	0.75	0.20	1.00
ข้อที่ 14	0.72	0.21	1.00
ข้อที่ 15	0.46	0.41	0.67
ข้อที่ 16	0.59	0.50	1.00
ข้อที่ 17	0.61	0.45	1.00
ข้อที่ 18	0.84	0.27	1.00
ข้อที่ 19	0.46	0.51	1.00
ข้อที่ 20	0.46	0.47	1.00
ข้อที่ 21	0.69	0.40	1.00
ข้อที่ 22	0.38	0.37	1.00
ข้อที่ 23	0.27	0.17	1.00
ข้อที่ 24	0.58	0.48	1.00
ข้อที่ 25	0.63	0.05	1.00
ข้อที่ 26	0.20	0.21	1.00
ข้อที่ 27	0.28	0.36	1.00
ข้อที่ 28	0.38	0.05	1.00
ข้อที่ 29	0.43	0.59	1.00
ข้อที่ 30	0.46	0.52	1.00
ข้อที่ 31	0.60	0.27	1.00
ข้อที่ 32	0.52	0.39	1.00
ข้อที่ 33	0.49	0.00	0.67
ข้อที่ 34	0.37	-0.04	0.67
ข้อที่ 35	0.74	0.38	1.00
ข้อที่ 36	0.20	-0.19	1.00

ตาราง 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม. 1 เทอม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 37	0.53	0.24	0.67
ข้อที่ 38	0.28	0.14	1.00
ข้อที่ 39	0.17	-0.14	1.00
ข้อที่ 40	0.49	0.01	1.00
ข้อที่ 41	0.36	0.24	1.00
ข้อที่ 42	0.47	0.22	1.00
ข้อที่ 43	0.59	0.13	1.00
ข้อที่ 44	0.61	0.19	1.00
ข้อที่ 45	0.20	0.20	0.67
ข้อที่ 46	0.44	0.42	1.00
ข้อที่ 47	0.80	0.17	1.00
ข้อที่ 48	0.30	-0.15	1.00
ข้อที่ 49	0.90	0.27	1.00
ข้อที่ 50	0.80	0.33	1.00
ข้อที่ 51	0.63	0.18	1.00
ข้อที่ 52	0.56	0.18	1.00
ข้อที่ 53	0.45	0.03	0.67
ข้อที่ 54	0.60	-0.03	0.67
ข้อที่ 55	0.43	0.07	1.00
M	0.50	0.18	
SD	0.19	0.22	

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2 เทอม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.57	0.24	0.67
ข้อที่ 2	0.43	0.22	0.67
ข้อที่ 3	0.52	0.20	1.00
ข้อที่ 4	0.67	0.37	1.00
ข้อที่ 5	0.36	0.47	1.00
ข้อที่ 6	0.43	0.13	1.00
ข้อที่ 7	0.61	0.34	1.00
ข้อที่ 8	0.86	0.37	1.00
ข้อที่ 9	0.14	0.09	0.67
ข้อที่ 10	0.37	0.41	1.00
ข้อที่ 11	0.26	-0.16	1.00
ข้อที่ 12	0.33	0.52	1.00
ข้อที่ 13	0.57	0.47	1.00
ข้อที่ 14	0.44	-0.03	1.00
ข้อที่ 15	0.67	0.69	1.00
ข้อที่ 16	0.57	0.20	1.00
ข้อที่ 17	0.97	0.65	0.67
ข้อที่ 18	0.37	0.07	1.00
ข้อที่ 19	0.32	0.01	1.00
ข้อที่ 20	0.52	0.28	1.00
ข้อที่ 21	0.42	0.18	1.00
ข้อที่ 22	0.96	0.25	1.00
ข้อที่ 23	0.96	0.32	1.00
ข้อที่ 24	0.57	-0.06	1.00
ข้อที่ 25	0.70	0.49	1.00
ข้อที่ 26	0.81	0.31	1.00
ข้อที่ 27	0.97	0.64	1.00
ข้อที่ 28	0.59	0.37	1.00
ข้อที่ 29	0.80	0.37	1.00
ข้อที่ 30	0.62	0.07	0.67
ข้อที่ 31	0.80	0.28	1.00
ข้อที่ 32	0.49	0.16	1.00
ข้อที่ 33	0.33	0.13	1.00
ข้อที่ 34	0.67	0.50	1.00
ข้อที่ 35	0.29	0.07	1.00
ข้อที่ 36	0.28	-0.11	1.00

ตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2 เทอม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 37	0.74	0.14	1.00
ข้อที่ 38	0.90	0.35	1.00
ข้อที่ 39	0.62	0.26	0.67
ข้อที่ 40	0.75	0.34	1.00
ข้อที่ 41	0.78	0.19	1.00
ข้อที่ 42	0.83	0.13	1.00
ข้อที่ 43	0.56	0.03	1.00
ข้อที่ 44	0.73	0.12	1.00
ข้อที่ 45	0.94	0.36	1.00
ข้อที่ 46	0.44	0.00	1.00
ข้อที่ 47	0.74	0.22	1.00
ข้อที่ 48	0.83	0.32	1.00
ข้อที่ 49	0.96	0.38	1.00
ข้อที่ 50	0.90	0.44	1.00
ข้อที่ 51	0.94	0.25	1.00
ข้อที่ 52	0.60	0.35	0.67
ข้อที่ 53	0.99	0.39	1.00
ข้อที่ 54	0.36	0.10	1.00
M	0.63	0.26	
SD	0.23	0.19	

ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2 เทอม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.46	0.16	1.00
ข้อที่ 2	0.32	0.14	1.00
ข้อที่ 3	0.41	0.12	1.00
ข้อที่ 4	0.56	0.29	1.00
ข้อที่ 5	0.26	0.39	1.00
ข้อที่ 6	0.32	0.05	1.00
ข้อที่ 7	0.50	0.26	1.00
ข้อที่ 8	0.75	0.29	0.67
ข้อที่ 9	0.03	0.01	1.00
ข้อที่ 10	0.26	0.33	1.00
ข้อที่ 11	0.16	-0.24	1.00
ข้อที่ 12	0.22	0.44	0.67
ข้อที่ 13	0.46	0.39	1.00
ข้อที่ 14	0.33	-0.11	1.00
ข้อที่ 15	0.92	0.61	1.00
ข้อที่ 16	0.46	0.12	1.00
ข้อที่ 17	0.86	0.57	1.00
ข้อที่ 18	0.26	-0.01	1.00
ข้อที่ 19	0.21	-0.07	1.00
ข้อที่ 20	0.41	0.20	1.00
ข้อที่ 21	0.31	0.10	0.67
ข้อที่ 22	0.85	0.17	1.00
ข้อที่ 23	0.85	0.24	0.67
ข้อที่ 24	0.46	-0.14	1.00
ข้อที่ 25	0.59	0.41	1.00
ข้อที่ 26	0.70	0.23	1.00
ข้อที่ 27	0.95	0.56	1.00
ข้อที่ 28	0.48	0.29	1.00
ข้อที่ 29	0.69	0.29	1.00
ข้อที่ 30	0.51	-0.01	1.00
ข้อที่ 31	0.69	0.20	1.00
ข้อที่ 32	0.39	0.08	0.67
ข้อที่ 33	0.22	0.05	1.00
ข้อที่ 34	0.56	0.42	1.00
ข้อที่ 35	0.18	-0.01	1.00
ข้อที่ 36	0.17	-0.19	1.00

ตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.2 เทอม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 37	0.63	0.06	1.00
ข้อที่ 38	0.79	0.27	1.00
ข้อที่ 39	0.51	0.18	1.00
ข้อที่ 40	0.64	0.26	1.00
ข้อที่ 41	0.67	0.11	1.00
ข้อที่ 42	0.72	0.05	1.00
ข้อที่ 43	0.45	-0.05	0.67
ข้อที่ 44	0.62	0.04	1.00
ข้อที่ 45	0.84	0.28	1.00
ข้อที่ 46	0.33	-0.08	1.00
ข้อที่ 47	0.63	0.14	1.00
ข้อที่ 48	0.72	0.24	1.00
ข้อที่ 49	0.85	0.30	1.00
ข้อที่ 50	0.79	0.36	1.00
ข้อที่ 51	0.83	0.17	1.00
ข้อที่ 52	0.49	0.27	1.00
ข้อที่ 53	0.88	0.31	1.00
ข้อที่ 54	0.25	0.02	1.00
M	0.53	0.18	
SD	0.24	0.19	

ตาราง 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.55	0.29	1.00
ข้อที่ 2	0.46	-0.16	1.00
ข้อที่ 3	0.61	0.28	0.67
ข้อที่ 4	0.49	-0.23	1.00
ข้อที่ 5	0.66	-0.07	1.00
ข้อที่ 6	0.24	-0.15	1.00
ข้อที่ 7	0.27	-0.03	1.00
ข้อที่ 8	0.95	0.31	1.00
ข้อที่ 9	0.22	-0.10	1.00
ข้อที่ 10	0.45	0.31	1.00
ข้อที่ 11	0.22	-0.23	1.00
ข้อที่ 12	0.20	-0.10	1.00
ข้อที่ 13	0.75	0.40	1.00
ข้อที่ 14	0.49	0.17	1.00
ข้อที่ 15	0.93	0.67	1.00
ข้อที่ 16	0.27	0.11	1.00
ข้อที่ 17	0.49	0.16	1.00
ข้อที่ 18	0.38	0.36	1.00
ข้อที่ 19	0.51	0.32	0.67
ข้อที่ 20	0.88	0.26	1.00
ข้อที่ 21	0.32	0.12	0.67
ข้อที่ 22	0.14	0.01	1.00
ข้อที่ 23	0.91	0.26	1.00
ข้อที่ 24	0.52	0.16	1.00
ข้อที่ 25	0.89	0.11	1.00
ข้อที่ 26	0.13	0.05	1.00
ข้อที่ 27	0.45	0.25	1.00
ข้อที่ 28	0.45	0.15	0.67
ข้อที่ 29	0.51	0.12	1.00
ข้อที่ 30	0.40	0.36	0.67
ข้อที่ 31	0.84	0.21	1.00
ข้อที่ 32	0.78	0.17	1.00
ข้อที่ 33	0.16	-0.18	1.00
ข้อที่ 34	0.32	0.32	0.67
ข้อที่ 35	0.20	0.07	1.00

ตาราง 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.24	0.02	1.00
ข้อที่ 37	0.26	0.06	1.00
ข้อที่ 38	0.21	0.17	1.00
ข้อที่ 39	0.37	0.22	1.00
ข้อที่ 40	0.72	0.08	1.00
ข้อที่ 41	0.65	0.28	1.00
ข้อที่ 42	0.65	0.22	1.00
ข้อที่ 43	0.76	0.35	1.00
ข้อที่ 44	0.86	0.03	1.00
ข้อที่ 45	0.66	-0.05	1.00
ข้อที่ 46	0.48	0.14	1.00
ข้อที่ 47	0.36	0.18	0.67
ข้อที่ 48	0.62	0.07	1.00
ข้อที่ 49	0.76	0.30	1.00
ข้อที่ 50	0.66	-0.05	1.00
ข้อที่ 51	0.87	0.57	0.67
ข้อที่ 52	0.83	0.29	1.00
ข้อที่ 53	0.63	0.25	1.00
M	0.54	0.15	
SD	0.24	0.19	

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.46	0.30	1.00
ข้อที่ 2	0.37	-0.08	1.00
ข้อที่ 3	0.52	0.29	1.00
ข้อที่ 4	0.40	-0.22	1.00
ข้อที่ 5	0.57	-0.07	1.00
ข้อที่ 6	0.15	-0.15	1.00
ข้อที่ 7	0.18	-0.02	1.00
ข้อที่ 8	0.86	0.32	1.00
ข้อที่ 9	0.13	-0.09	1.00
ข้อที่ 10	0.36	0.32	1.00
ข้อที่ 11	0.13	-0.22	1.00
ข้อที่ 12	0.11	-0.09	1.00
ข้อที่ 13	0.66	0.41	1.00
ข้อที่ 14	0.40	0.18	1.00
ข้อที่ 15	0.84	0.68	1.00
ข้อที่ 16	0.18	0.12	1.00
ข้อที่ 17	0.40	0.17	1.00
ข้อที่ 18	0.29	0.37	1.00
ข้อที่ 19	0.42	0.33	1.00
ข้อที่ 20	0.79	0.26	1.00
ข้อที่ 21	0.23	0.13	1.00
ข้อที่ 22	0.95	0.02	1.00
ข้อที่ 23	0.82	0.27	1.00
ข้อที่ 24	0.43	0.14	1.00
ข้อที่ 25	0.80	0.09	1.00
ข้อที่ 26	0.19	0.03	1.00
ข้อที่ 27	0.51	0.23	1.00
ข้อที่ 28	0.51	0.13	1.00
ข้อที่ 29	0.57	0.10	1.00
ข้อที่ 30	0.46	0.34	1.00
ข้อที่ 31	0.90	0.19	1.00
ข้อที่ 32	0.84	0.15	1.00
ข้อที่ 33	0.22	-0.20	1.00
ข้อที่ 34	0.38	0.30	1.00

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 35	0.26	0.08	1.00
ข้อที่ 36	0.30	0.03	1.00
ข้อที่ 37	0.32	0.07	1.00
ข้อที่ 38	0.27	0.18	1.00
ข้อที่ 39	0.43	0.23	1.00
ข้อที่ 40	0.78	0.08	1.00
ข้อที่ 41	0.71	0.29	1.00
ข้อที่ 42	0.56	0.23	1.00
ข้อที่ 43	0.67	0.36	1.00
ข้อที่ 44	0.77	0.03	0.67
ข้อที่ 45	0.57	-0.04	0.67
ข้อที่ 46	0.39	0.15	1.00
ข้อที่ 47	0.27	0.19	1.00
ข้อที่ 48	0.53	0.07	1.00
ข้อที่ 49	0.67	0.31	1.00
ข้อที่ 50	0.57	-0.04	1.00
ข้อที่ 51	0.78	0.57	1.00
ข้อที่ 52	0.74	0.30	0.67
ข้อที่ 53	0.54	0.26	1.00
M	0.49	0.15	
SD	0.23	0.19	

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.46	-0.08	1.00
ข้อที่ 2	0.14	0.01	1.00
ข้อที่ 3	0.49	0.30	1.00
ข้อที่ 4	0.32	0.43	1.00
ข้อที่ 5	0.44	0.41	0.67
ข้อที่ 6	0.16	-0.28	1.00
ข้อที่ 7	0.54	0.01	1.00
ข้อที่ 8	0.14	0.35	1.00
ข้อที่ 9	0.29	-0.12	1.00
ข้อที่ 10	0.18	-0.14	1.00
ข้อที่ 11	0.24	0.16	0.67
ข้อที่ 12	0.29	0.22	1.00
ข้อที่ 13	0.21	0.30	0.67
ข้อที่ 14	0.61	0.14	1.00
ข้อที่ 15	0.32	0.02	1.00
ข้อที่ 16	0.63	-0.05	1.00
ข้อที่ 17	0.39	-0.12	0.67
ข้อที่ 18	0.36	-0.02	1.00
ข้อที่ 19	0.22	0.11	1.00
ข้อที่ 20	0.38	0.33	1.00
ข้อที่ 21	0.60	0.07	1.00
ข้อที่ 22	0.55	0.32	0.67
ข้อที่ 23	0.79	0.11	0.67
ข้อที่ 24	0.62	0.07	0.67
ข้อที่ 25	0.31	0.24	1.00
ข้อที่ 26	0.20	0.21	1.00
ข้อที่ 27	0.25	0.31	1.00
ข้อที่ 28	0.48	0.30	0.67
ข้อที่ 29	0.32	0.32	1.00
ข้อที่ 30	0.26	0.14	1.00
ข้อที่ 31	0.33	-0.05	1.00
ข้อที่ 32	0.26	0.14	1.00
ข้อที่ 33	0.49	0.39	1.00
ข้อที่ 34	0.79	-0.08	0.67
ข้อที่ 35	0.20	-0.17	1.00

ตาราง 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.16	0.10	1.00
ข้อที่ 37	0.60	0.24	1.00
ข้อที่ 38	0.31	-0.10	0.67
ข้อที่ 39	0.46	0.19	1.00
ข้อที่ 40	0.54	0.05	1.00
ข้อที่ 41	0.38	-0.22	1.00
ข้อที่ 42	0.13	-0.05	1.00
ข้อที่ 43	0.28	-0.02	1.00
ข้อที่ 44	0.17	0.12	1.00
ข้อที่ 45	0.36	0.21	1.00
M	0.37	0.11	
SD	0.17	0.18	

ตาราง 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.80	0.15	1.00
ข้อที่ 2	0.34	0.20	1.00
ข้อที่ 3	0.47	0.08	1.00
ข้อที่ 4	0.31	0.26	1.00
ข้อที่ 5	0.23	0.22	1.00
ข้อที่ 6	0.25	0.04	1.00
ข้อที่ 7	0.03	-0.01	1.00
ข้อที่ 8	0.20	-0.07	1.00
ข้อที่ 9	0.11	0.25	0.67
ข้อที่ 10	0.05	0.52	1.00
ข้อที่ 11	0.14	0.06	1.00
ข้อที่ 12	0.23	0.18	1.00
ข้อที่ 13	0.45	0.27	1.00
ข้อที่ 14	0.12	0.04	0.67
ข้อที่ 15	0.34	0.13	1.00
ข้อที่ 16	0.46	0.04	1.00
ข้อที่ 17	0.16	0.14	0.67
ข้อที่ 18	0.63	0.13	1.00
ข้อที่ 19	0.20	-0.04	1.00
ข้อที่ 20	0.24	0.14	1.00
ข้อที่ 21	0.70	0.15	1.00
ข้อที่ 22	0.69	-0.10	1.00
ข้อที่ 23	0.79	0.16	1.00
ข้อที่ 24	0.67	0.02	1.00
ข้อที่ 25	0.34	-0.04	0.67
ข้อที่ 26	0.46	0.15	0.67
ข้อที่ 27	0.79	0.08	1.00
ข้อที่ 28	0.63	-0.06	1.00
ข้อที่ 29	0.66	-0.01	1.00
ข้อที่ 30	0.66	0.18	1.00
ข้อที่ 31	0.59	0.34	1.00
ข้อที่ 32	0.48	0.08	1.00
ข้อที่ 33	0.73	0.22	1.00
ข้อที่ 34	0.68	-0.02	1.00
ข้อที่ 35	0.84	0.05	1.00

ตาราง 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.36	0.01	1.00
ข้อที่ 37	0.81	0.17	1.00
ข้อที่ 38	0.32	-0.02	0.67
ข้อที่ 39	0.87	0.27	1.00
ข้อที่ 40	0.68	0.00	1.00
ข้อที่ 41	0.23	0.09	1.00
ข้อที่ 42	0.42	0.04	0.67
ข้อที่ 43	0.47	0.14	1.00
ข้อที่ 44	0.76	0.14	1.00
ข้อที่ 45	0.70	-0.07	0.67
ข้อที่ 46	0.68	0.18	1.00
ข้อที่ 47	0.77	0.06	1.00
ข้อที่ 48	0.68	0.32	1.00
ข้อที่ 49	0.81	0.37	1.00
ข้อที่ 50	0.71	-0.06	1.00
ข้อที่ 51	0.63	-0.10	1.00
ข้อที่ 52	0.65	0.08	1.00
ข้อที่ 53	0.73	0.09	0.67
ข้อที่ 54	0.75	0.17	1.00
ข้อที่ 55	0.73	0.29	1.00
ข้อที่ 56	0.57	0.15	1.00
ข้อที่ 57	0.60	0.22	1.00
ข้อที่ 58	0.76	0.00	0.67
ข้อที่ 59	0.64	0.04	0.67
ข้อที่ 60	0.21	-0.09	1.00
ข้อที่ 61	0.11	0.14	1.00
ข้อที่ 62	0.07	-0.03	1.00
ข้อที่ 63	0.24	-0.06	1.00
ข้อที่ 64	0.14	0.03	0.67
M	0.49	0.10	
SD	0.25	0.13	

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 3

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.37	-0.009	1.00
ข้อที่ 2	0.81	0.895	1.00
ข้อที่ 3	0.74	0.375	0.67
ข้อที่ 4	0.33	0.542	1.00
ข้อที่ 5	0.48	0.028	0.67
ข้อที่ 6	0.22	0.493	1.00
ข้อที่ 7	0.19	0.091	1.00
ข้อที่ 8	0.33	-0.145	1.00
ข้อที่ 9	0.11	0.065	1.00
ข้อที่ 10	0.33	0.542	0.67
ข้อที่ 11	0.19	-0.059	0.67
ข้อที่ 12	0.22	0.715	1.00
ข้อที่ 13	0.11	-0.197	1.00
ข้อที่ 14	0.37	-0.391	0.67
ข้อที่ 15	0.30	-0.15	1.00
ข้อที่ 16	0.41	0.313	1.00
ข้อที่ 17	0.44	0.1	0.67
ข้อที่ 18	0.41	0.51	1.00
ข้อที่ 19	0.30	0.08	1.00
ข้อที่ 20	0.30	-0.371	1.00
ข้อที่ 21	0.30	-0.557	1.00
ข้อที่ 22	0.70	-0.524	1.00
ข้อที่ 23	0.37	0.044	1.00
ข้อที่ 24	0.59	-0.172	1.00
ข้อที่ 25	0.59	0.41	1.00
ข้อที่ 26	0.11	-0.041	1.00
ข้อที่ 27	0.41	-0.032	1.00
ข้อที่ 28	0.78	-0.048	1.00
ข้อที่ 29	0.30	0.572	1.00
ข้อที่ 30	0.74	-0.13	1.00
ข้อที่ 31	0.07	-0.641	1.00
ข้อที่ 32	0.19	0.561	1.00
ข้อที่ 33	0.19	-0.314	1.00
ข้อที่ 34	0.07	0.196	1.00
ข้อที่ 35	0.52	0.138	1.00

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 3 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.41	-0.007	0.67
ข้อที่ 37	0.07	-0.159	1.00
ข้อที่ 38	0.11	0.279	0.67
ข้อที่ 39	0.33	0.102	1.00
ข้อที่ 40	0.11	-0.041	1.00
ข้อที่ 41	0.33	0.332	1.00
ข้อที่ 42	0.70	-0.227	0.67
ข้อที่ 43	0.56	0.02	1.00
ข้อที่ 44	0.07	-0.159	1.00
ข้อที่ 45	0.63	0.127	1.00
ข้อที่ 46	0.59	0.217	0.67
ข้อที่ 47	0.33	-0.064	0.67
ข้อที่ 48	0.44	0.231	1.00
ข้อที่ 49	0.11	0.609	1.00
M	0.36	0.08	
SD	0.21	0.34	

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 4

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.39	0.02	0.67
ข้อที่ 2	0.12	0.18	0.67
ข้อที่ 3	0.54	0.11	0.67
ข้อที่ 4	0.47	0.27	0.67
ข้อที่ 5	0.37	-0.18	1.00
ข้อที่ 6	0.60	0.18	1.00
ข้อที่ 7	0.34	0.17	1.00
ข้อที่ 8	0.21	-0.06	1.00
ข้อที่ 9	0.23	0.04	1.00
ข้อที่ 10	0.86	0.18	1.00
ข้อที่ 11	0.61	0.26	0.67
ข้อที่ 12	0.70	0.23	1.00
ข้อที่ 13	0.59	0.35	0.67
ข้อที่ 14	0.53	0.05	1.00
ข้อที่ 15	0.46	-0.08	0.67
ข้อที่ 16	0.41	0.08	1.00
ข้อที่ 17	0.57	0.19	0.67
ข้อที่ 18	0.28	0.12	1.00
ข้อที่ 19	0.36	0.03	1.00
ข้อที่ 20	0.51	0.10	0.67
ข้อที่ 21	0.69	0.06	1.00
ข้อที่ 22	0.31	-0.10	1.00
ข้อที่ 23	0.60	0.29	1.00
ข้อที่ 24	0.62	0.25	1.00
ข้อที่ 25	0.77	0.15	1.00
ข้อที่ 26	0.35	0.37	1.00
ข้อที่ 27	0.87	0.14	1.00
ข้อที่ 28	0.83	0.33	0.67
ข้อที่ 29	0.92	0.42	1.00
ข้อที่ 30	0.62	-0.03	0.67
ข้อที่ 31	0.61	0.09	1.00
ข้อที่ 32	0.34	-0.29	0.67
ข้อที่ 33	0.45	-0.06	1.00
ข้อที่ 34	0.34	-0.06	1.00
ข้อที่ 35	0.29	0.15	1.00

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 4 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.55	-0.21	0.67
ข้อที่ 37	0.71	-0.08	1.00
ข้อที่ 38	0.23	0.13	1.00
ข้อที่ 39	0.24	0.47	1.00
ข้อที่ 40	0.30	0.31	1.00
ข้อที่ 41	0.45	-0.07	1.00
ข้อที่ 42	0.45	0.12	1.00
ข้อที่ 43	0.21	0.15	1.00
ข้อที่ 44	0.34	0.24	0.67
ข้อที่ 45	0.31	0.01	1.00
ข้อที่ 46	0.55	0.07	0.67
ข้อที่ 47	0.37	0.11	1.00
ข้อที่ 48	0.67	0.23	1.00
ข้อที่ 49	0.53	-0.09	1.00
M	0.48	0.11	
SD	0.19	0.16	

ตาราง 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 5

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.09	-0.03	1.00
ข้อที่ 2	0.07	-0.25	1.00
ข้อที่ 3	0.27	-0.11	0.67
ข้อที่ 4	0.39	-0.22	1.00
ข้อที่ 5	0.18	-0.03	1.00
ข้อที่ 6	0.56	-0.17	0.67
ข้อที่ 7	0.44	-0.17	1.00
ข้อที่ 8	0.20	0.00	1.00
ข้อที่ 9	0.12	0.00	0.67
ข้อที่ 10	0.30	-0.06	1.00
ข้อที่ 11	0.09	-0.12	1.00
ข้อที่ 12	0.14	-0.26	0.67
ข้อที่ 13	0.25	0.00	1.00
ข้อที่ 14	0.09	-0.06	1.00
ข้อที่ 15	0.22	-0.11	1.00
ข้อที่ 16	0.25	0.00	1.00
ข้อที่ 17	0.23	0.00	0.67
ข้อที่ 18	0.20	-0.12	1.00
ข้อที่ 19	0.16	0.08	1.00
ข้อที่ 20	0.63	0.04	1.00
ข้อที่ 21	0.04	0.03	1.00
ข้อที่ 22	0.23	-0.09	1.00
ข้อที่ 23	0.65	0.04	1.00
ข้อที่ 24	0.54	-0.12	1.00
ข้อที่ 25	0.16	0.00	1.00
ข้อที่ 26	0.66	0.04	1.00
ข้อที่ 27	0.58	0.05	0.67
ข้อที่ 28	0.18	0.01	1.00
ข้อที่ 29	0.21	-0.05	0.67
ข้อที่ 30	0.14	0.12	1.00
ข้อที่ 31	0.23	-0.06	0.67
ข้อที่ 32	0.27	-0.09	1.00
ข้อที่ 33	0.34	-0.27	0.67
ข้อที่ 34	0.23	-0.10	1.00
ข้อที่ 35	0.14	0.03	1.00

ตาราง 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี เล่ม 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.09	0.03	1.00
ข้อที่ 37	0.18	-0.04	1.00
ข้อที่ 38	0.20	0.12	1.00
ข้อที่ 39	0.42	-0.32	1.00
ข้อที่ 40	0.27	0.10	1.00
ข้อที่ 41	0.57	-0.19	0.67
ข้อที่ 42	0.68	-0.31	1.00
ข้อที่ 43	0.58	-0.02	0.67
ข้อที่ 44	0.18	0.15	1.00
ข้อที่ 45	0.33	-0.27	1.00
ข้อที่ 46	0.20	-0.04	0.67
M	0.29	-0.06	
SD	0.18	0.12	

ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.25	0.26	0.67
ข้อที่ 2	0.21	0.33	0.67
ข้อที่ 3	0.22	-0.29	1.00
ข้อที่ 4	0.38	0.09	0.67
ข้อที่ 5	0.34	-0.11	1.00
ข้อที่ 6	0.41	0.48	1.00
ข้อที่ 7	0.12	0.02	1.00
ข้อที่ 8	0.31	0.21	0.67
ข้อที่ 9	0.18	-0.04	0.67
ข้อที่ 10	0.32	-0.06	1.00
ข้อที่ 11	0.16	0.23	0.67
ข้อที่ 12	0.59	-0.37	1.00
ข้อที่ 13	0.46	-0.34	0.67
ข้อที่ 14	0.28	-0.27	1.00
ข้อที่ 15	0.03	0.60	1.00
ข้อที่ 16	0.53	-0.66	1.00
ข้อที่ 17	0.16	0.24	1.00
ข้อที่ 18	0.47	0.03	1.00
ข้อที่ 19	0.09	-0.29	1.00
ข้อที่ 20	0.18	-0.35	1.00
ข้อที่ 21	0.25	0.04	1.00
ข้อที่ 22	0.40	0.57	1.00
ข้อที่ 23	0.25	0.16	1.00
ข้อที่ 24	0.18	0.42	0.67
ข้อที่ 25	0.50	0.07	1.00
ข้อที่ 26	0.35	0.60	1.00
ข้อที่ 27	0.15	0.54	1.00
ข้อที่ 28	0.22	0.18	0.67
ข้อที่ 29	0.38	0.33	1.00
ข้อที่ 30	0.18	0.38	1.00
ข้อที่ 31	0.71	0.11	1.00
ข้อที่ 32	0.10	-0.10	0.67
ข้อที่ 33	0.75	0.00	1.00
ข้อที่ 34	0.29	0.21	1.00
ข้อที่ 35	0.12	-0.25	1.00

ตาราง 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.07	-0.27	1.00
ข้อที่ 37	0.22	0.22	1.00
ข้อที่ 38	0.26	-0.19	1.00
ข้อที่ 39	0.03	-0.25	1.00
ข้อที่ 40	0.29	0.12	1.00
ข้อที่ 41	0.47	0.13	1.00
ข้อที่ 42	0.26	0.01	0.67
ข้อที่ 43	0.24	0.65	1.00
ข้อที่ 44	0.59	-0.33	1.00
ข้อที่ 45	0.54	0.55	0.67
ข้อที่ 46	0.60	0.13	1.00
ข้อที่ 47	0.35	0.40	1.00
ข้อที่ 48	0.44	0.48	1.00
ข้อที่ 49	0.60	-0.48	1.00
ข้อที่ 50	0.66	0.72	0.67
ข้อที่ 51	0.26	0.42	1.00
ข้อที่ 52	0.66	0.35	1.00
ข้อที่ 53	0.62	-0.08	1.00
ข้อที่ 54	0.54	-0.03	1.00
ข้อที่ 55	0.78	-0.41	1.00
ข้อที่ 56	0.53	0.78	1.00
ข้อที่ 57	0.74	0.20	1.00
ข้อที่ 58	0.51	0.67	0.67
ข้อที่ 59	0.71	-0.26	1.00
ข้อที่ 60	0.54	0.64	1.00
ข้อที่ 61	0.51	0.33	1.00
ข้อที่ 62	0.49	0.57	0.67
ข้อที่ 63	0.68	0.08	1.00
ข้อที่ 64	0.32	0.47	1.00
ข้อที่ 65	0.65	0.75	0.67
ข้อที่ 66	0.44	-0.31	0.67
ข้อที่ 67	0.53	-0.01	0.67
M	0.38	0.13	
SD	0.20	0.35	

ตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.41	0.71	1.00
ข้อที่ 2	0.43	0.44	1.00
ข้อที่ 3	0.32	0.60	0.67
ข้อที่ 4	0.20	0.34	1.00
ข้อที่ 5	0.45	0.40	1.00
ข้อที่ 6	0.73	-0.05	1.00
ข้อที่ 7	0.35	0.62	0.67
ข้อที่ 8	0.52	0.27	1.00
ข้อที่ 9	0.27	0.45	0.67
ข้อที่ 10	0.32	0.16	0.67
ข้อที่ 11	0.74	-0.09	0.67
ข้อที่ 12	0.39	-0.10	1.00
ข้อที่ 13	0.17	0.29	1.00
ข้อที่ 14	0.35	0.39	1.00
ข้อที่ 15	0.57	0.08	1.00
ข้อที่ 16	0.67	0.43	1.00
ข้อที่ 17	0.82	-0.20	0.67
ข้อที่ 18	0.54	0.19	1.00
ข้อที่ 19	0.35	0.39	1.00
ข้อที่ 20	0.53	0.42	0.67
ข้อที่ 21	0.30	0.62	0.67
ข้อที่ 22	0.43	0.46	0.67
ข้อที่ 23	0.95	0.44	0.67
ข้อที่ 24	0.92	0.25	1.00
ข้อที่ 25	0.79	0.35	1.00
ข้อที่ 26	0.83	0.38	1.00
ข้อที่ 27	0.94	0.10	0.67
ข้อที่ 28	0.26	0.40	1.00
ข้อที่ 29	0.78	-0.02	1.00
ข้อที่ 30	0.96	0.19	0.67
ข้อที่ 31	0.70	0.10	1.00
ข้อที่ 32	0.94	0.11	0.67
ข้อที่ 33	0.89	0.15	1.00
ข้อที่ 34	0.31	0.43	1.00
ข้อที่ 35	0.37	0.44	1.00

ตาราง 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.54	0.26	1.00
ข้อที่ 37	0.50	0.29	1.00
ข้อที่ 38	0.66	0.52	1.00
ข้อที่ 39	0.24	0.62	1.00
ข้อที่ 40	0.50	0.49	1.00
ข้อที่ 41	0.40	0.47	0.67
ข้อที่ 42	0.63	0.44	0.67
ข้อที่ 43	0.21	0.63	1.00
ข้อที่ 44	0.58	0.41	0.67
ข้อที่ 45	0.37	0.59	1.00
ข้อที่ 46	0.43	0.33	1.00
ข้อที่ 47	0.82	0.19	1.00
ข้อที่ 48	0.17	-0.22	1.00
ข้อที่ 49	0.76	-0.84	1.00
ข้อที่ 50	0.85	0.03	1.00
ข้อที่ 51	0.89	0.46	1.00
ข้อที่ 52	0.50	0.48	0.67
ข้อที่ 53	0.73	0.21	0.67
ข้อที่ 54	0.93	-0.01	1.00
M	0.56	0.29	
SD	0.24	0.27	

ตาราง 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 3

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.49	-0.04	1.00
ข้อที่ 2	0.45	0.02	1.00
ข้อที่ 3	0.61	0.35	1.00
ข้อที่ 4	0.30	0.40	1.00
ข้อที่ 5	0.32	-0.32	1.00
ข้อที่ 6	0.17	-0.32	0.67
ข้อที่ 7	0.38	0.18	1.00
ข้อที่ 8	0.14	0.09	0.67
ข้อที่ 9	0.39	0.43	1.00
ข้อที่ 10	0.26	0.23	1.00
ข้อที่ 11	0.66	-0.12	1.00
ข้อที่ 12	0.33	0.18	0.67
ข้อที่ 13	0.08	0.11	1.00
ข้อที่ 14	0.18	0.04	0.67
ข้อที่ 15	0.29	0.42	1.00
ข้อที่ 16	0.17	0.20	1.00
ข้อที่ 17	0.43	0.03	1.00
ข้อที่ 18	0.22	0.46	1.00
ข้อที่ 19	0.50	0.33	1.00
ข้อที่ 20	0.59	-0.30	1.00
ข้อที่ 21	0.92	-0.23	1.00
ข้อที่ 22	0.33	-0.09	0.67
ข้อที่ 23	0.50	0.27	0.67
ข้อที่ 24	0.74	0.42	1.00
ข้อที่ 25	0.54	0.39	1.00
ข้อที่ 26	0.26	0.08	1.00
ข้อที่ 27	0.55	0.25	1.00
ข้อที่ 28	0.43	0.25	0.67
ข้อที่ 29	0.47	0.06	0.67
ข้อที่ 30	0.18	-0.02	1.00
ข้อที่ 31	0.16	-0.13	1.00
ข้อที่ 32	0.32	0.15	1.00
ข้อที่ 33	0.36	0.08	0.67
ข้อที่ 34	0.30	0.38	1.00
ข้อที่ 35	0.39	0.08	1.00

ตาราง 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 3 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.34	0.29	1.00
ข้อที่ 37	0.41	0.02	1.00
ข้อที่ 38	0.24	0.40	0.67
ข้อที่ 39	0.59	0.42	0.67
ข้อที่ 40	0.84	0.21	0.67
ข้อที่ 41	0.42	0.04	1.00
ข้อที่ 42	0.07	0.17	1.00
ข้อที่ 43	0.12	0.21	0.67
ข้อที่ 44	0.13	-0.32	1.00
ข้อที่ 45	0.70	0.05	1.00
ข้อที่ 46	0.88	0.12	1.00
ข้อที่ 47	0.17	-0.09	0.67
ข้อที่ 48	0.97	0.06	0.67
ข้อที่ 49	0.53	0.16	1.00
ข้อที่ 50	0.22	-0.24	1.00
M	0.40	0.12	
SD	0.22	0.22	

ตาราง 4.15 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 4

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.77	0.08	1.00
ข้อที่ 2	0.28	0.30	0.67
ข้อที่ 3	0.35	0.44	0.67
ข้อที่ 4	0.31	0.18	0.67
ข้อที่ 5	0.18	-0.22	1.00
ข้อที่ 6	0.38	0.06	1.00
ข้อที่ 7	0.46	0.12	1.00
ข้อที่ 8	0.37	0.34	1.00
ข้อที่ 9	0.71	0.57	0.67
ข้อที่ 10	0.63	-0.03	0.67
ข้อที่ 11	0.23	0.42	0.67
ข้อที่ 12	0.20	0.72	0.67
ข้อที่ 13	0.26	-0.32	0.67
ข้อที่ 14	0.35	0.13	0.67
ข้อที่ 15	0.72	0.11	1.00
ข้อที่ 16	0.46	0.39	1.00
ข้อที่ 17	0.06	-0.10	1.00
ข้อที่ 18	0.28	-0.20	1.00
ข้อที่ 19	0.82	-0.29	1.00
ข้อที่ 20	0.54	0.39	1.00
ข้อที่ 21	0.65	0.06	0.67
ข้อที่ 22	0.66	-0.23	1.00
ข้อที่ 23	0.29	0.26	0.67
ข้อที่ 24	0.92	0.51	1.00
ข้อที่ 25	0.72	0.19	1.00
ข้อที่ 26	0.38	0.09	1.00
ข้อที่ 27	0.92	-0.06	1.00
ข้อที่ 28	0.49	-0.27	1.00
ข้อที่ 29	0.52	-0.24	1.00
ข้อที่ 30	0.31	0.31	1.00
ข้อที่ 31	0.58	0.06	0.67
ข้อที่ 32	0.71	0.28	0.67
ข้อที่ 33	0.94	-0.48	1.00
ข้อที่ 34	0.91	0.38	1.00
ข้อที่ 35	0.37	0.21	1.00

ตาราง 4.15 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 4 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.75	-0.29	1.00
ข้อที่ 37	0.66	0.05	1.00
ข้อที่ 38	0.74	0.27	1.00
ข้อที่ 39	0.71	0.15	1.00
ข้อที่ 40	0.91	0.05	1.00
ข้อที่ 41	0.89	0.68	1.00
ข้อที่ 42	0.49	-0.07	1.00
ข้อที่ 43	0.17	-0.06	1.00
ข้อที่ 44	0.34	0.16	1.00
ข้อที่ 45	0.28	0.10	1.00
ข้อที่ 46	0.55	-0.13	1.00
ข้อที่ 47	0.28	0.31	1.00
ข้อที่ 48	0.06	-0.31	1.00
ข้อที่ 49	0.46	0.11	0.67
ข้อที่ 50	0.18	0.17	1.00
ข้อที่ 51	0.66	0.37	1.00
ข้อที่ 52	0.20	0.32	0.67
ข้อที่ 53	0.82	0.31	1.00
ข้อที่ 54	0.49	0.31	1.00
ข้อที่ 55	0.35	0.00	1.00
ข้อที่ 56	0.35	-0.34	1.00
ข้อที่ 57	0.80	0.30	1.00
ข้อที่ 58	0.92	0.01	1.00
ข้อที่ 59	0.85	-0.02	1.00
ข้อที่ 60	0.52	0.12	1.00
ข้อที่ 61	0.40	0.44	1.00
ข้อที่ 62	0.78	-0.26	1.00
ข้อที่ 63	0.69	-0.04	1.00
ข้อที่ 64	0.57	0.08	1.00
ข้อที่ 65	0.15	0.04	1.00
M	0.52	0.11	
SD	0.25	0.26	

ตาราง 4.16 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 5

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.64	0.19	1.00
ข้อที่ 2	0.64	0.42	1.00
ข้อที่ 3	0.49	0.34	0.67
ข้อที่ 4	0.43	0.36	1.00
ข้อที่ 5	0.20	0.12	0.67
ข้อที่ 6	0.46	0.22	1.00
ข้อที่ 7	0.38	0.28	1.00
ข้อที่ 8	0.54	0.28	1.00
ข้อที่ 9	0.35	0.37	1.00
ข้อที่ 10	0.76	0.18	1.00
ข้อที่ 11	0.61	0.39	1.00
ข้อที่ 12	0.85	0.37	0.67
ข้อที่ 13	0.73	0.17	0.67
ข้อที่ 14	0.58	0.25	1.00
ข้อที่ 15	0.60	0.26	1.00
ข้อที่ 16	0.16	-0.06	0.67
ข้อที่ 17	0.43	0.19	1.00
ข้อที่ 18	0.23	0.02	1.00
ข้อที่ 19	0.79	0.25	1.00
ข้อที่ 20	0.38	0.21	1.00
ข้อที่ 21	0.23	0.23	1.00
ข้อที่ 22	0.31	0.06	1.00
ข้อที่ 23	0.79	0.23	0.67
ข้อที่ 24	0.56	0.14	1.00
ข้อที่ 25	0.64	0.31	1.00
ข้อที่ 26	0.38	0.41	1.00
ข้อที่ 27	0.53	0.17	1.00
ข้อที่ 28	0.71	-0.12	0.67
ข้อที่ 29	0.60	0.04	1.00
ข้อที่ 30	0.70	0.30	1.00
ข้อที่ 31	0.71	0.08	1.00
ข้อที่ 32	0.55	0.38	1.00
ข้อที่ 33	0.11	-0.17	1.00
ข้อที่ 34	0.09	-0.08	1.00
ข้อที่ 35	0.44	-0.14	0.67

ตาราง 4.16 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาชีววิทยา เล่ม 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.49	0.16	0.67
ข้อที่ 37	0.24	0.01	1.00
ข้อที่ 38	0.29	0.05	1.00
ข้อที่ 39	0.21	0.17	1.00
ข้อที่ 40	0.30	0.29	1.00
ข้อที่ 41	0.68	-0.35	1.00
ข้อที่ 42	0.28	0.48	1.00
ข้อที่ 43	0.59	0.28	1.00
ข้อที่ 44	0.98	0.45	1.00
ข้อที่ 45	0.84	0.11	0.67
ข้อที่ 46	0.91	0.35	0.67
ข้อที่ 47	0.28	-0.18	1.00
ข้อที่ 48	0.98	0.70	1.00
ข้อที่ 49	0.51	0.03	1.00
ข้อที่ 50	0.90	0.10	1.00
ข้อที่ 51	0.70	0.23	1.00
ข้อที่ 52	0.81	0.14	0.67
ข้อที่ 53	0.98	-0.18	1.00
ข้อที่ 54	0.96	0.11	1.00
ข้อที่ 55	0.14	0.08	0.67
ข้อที่ 56	0.24	0.17	1.00
M	0.53	0.18	
SD	0.25	0.19	

ตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.84	0.16	0.67
ข้อที่ 2	0.74	0.41	1.00
ข้อที่ 3	0.74	0.40	1.00
ข้อที่ 4	0.74	0.09	0.67
ข้อที่ 5	0.87	0.46	1.00
ข้อที่ 6	0.29	-0.06	1.00
ข้อที่ 7	0.68	0.02	1.00
ข้อที่ 8	0.50	0.02	0.67
ข้อที่ 9	0.63	0.38	1.00
ข้อที่ 10	0.29	0.21	0.67
ข้อที่ 11	0.29	-0.24	1.00
ข้อที่ 12	0.63	0.30	1.00
ข้อที่ 13	0.95	0.94	1.00
ข้อที่ 14	0.71	0.00	1.00
ข้อที่ 15	0.89	0.03	1.00
ข้อที่ 16	0.79	0.30	1.00
ข้อที่ 17	0.32	0.30	0.67
ข้อที่ 18	0.26	-0.03	0.67
ข้อที่ 19	0.47	0.30	1.00
ข้อที่ 20	0.66	0.18	1.00
ข้อที่ 21	0.89	0.81	0.67
ข้อที่ 22	0.63	0.34	1.00
ข้อที่ 23	0.79	0.34	1.00
ข้อที่ 24	0.87	0.21	1.00
ข้อที่ 25	0.89	0.48	0.67
ข้อที่ 26	0.29	-0.26	0.67
ข้อที่ 27	0.68	0.34	0.67
ข้อที่ 28	0.66	0.43	1.00
ข้อที่ 29	0.53	0.43	1.00
ข้อที่ 30	0.50	-0.40	1.00
ข้อที่ 31	0.95	0.23	1.00
ข้อที่ 32	0.24	-0.41	1.00
ข้อที่ 33	0.47	-0.17	1.00

ตาราง 4.17 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 34	0.45	0.14	1.00
ข้อที่ 35	0.95	-0.35	1.00
ข้อที่ 36	0.53	-0.03	0.67
ข้อที่ 37	0.97	-0.12	1.00
ข้อที่ 38	0.42	0.39	1.00
ข้อที่ 39	0.42	0.14	1.00
ข้อที่ 40	0.79	0.11	1.00
ข้อที่ 41	0.89	0.22	0.67
ข้อที่ 42	0.71	-0.08	1.00
ข้อที่ 43	0.89	0.77	0.67
ข้อที่ 44	0.97	-0.03	1.00
ข้อที่ 45	0.79	0.26	1.00
ข้อที่ 46	0.71	-0.10	0.67
ข้อที่ 47	0.24	-0.16	1.00
ข้อที่ 48	0.92	0.48	1.00
ข้อที่ 49	0.08	-0.03	1.00
ข้อที่ 50	0.61	0.49	1.00
ข้อที่ 51	0.68	-0.23	1.00
ข้อที่ 52	0.55	0.30	1.00
ข้อที่ 53	0.89	0.67	1.00
ข้อที่ 54	0.82	0.43	1.00
ข้อที่ 55	0.66	0.20	1.00
M	0.65	0.18	
SD	0.23	0.30	

ตาราง 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.39	0.32	1.00
ข้อที่ 2	0.86	0.04	1.00
ข้อที่ 3	0.75	0.38	0.67
ข้อที่ 4	0.50	-0.02	1.00
ข้อที่ 5	0.25	0.41	1.00
ข้อที่ 6	0.89	-0.29	1.00
ข้อที่ 7	0.11	0.37	1.00
ข้อที่ 8	0.32	0.13	1.00
ข้อที่ 9	0.46	0.11	0.67
ข้อที่ 10	0.07	-0.15	1.00
ข้อที่ 11	0.29	0.06	1.00
ข้อที่ 12	0.32	0.30	0.67
ข้อที่ 13	0.25	0.14	1.00
ข้อที่ 14	0.18	0.56	1.00
ข้อที่ 15	0.14	0.23	1.00
ข้อที่ 16	0.75	0.33	1.00
ข้อที่ 17	0.39	0.30	1.00
ข้อที่ 18	0.36	0.13	0.67
ข้อที่ 19	0.32	-0.10	1.00
ข้อที่ 20	0.11	0.84	1.00
ข้อที่ 21	0.79	-0.24	1.00
ข้อที่ 22	0.79	0.16	1.00
ข้อที่ 23	0.86	0.07	1.00
ข้อที่ 24	0.68	0.07	1.00
ข้อที่ 25	0.50	0.39	1.00
ข้อที่ 26	0.68	-0.02	1.00
ข้อที่ 27	0.68	0.10	0.67
ข้อที่ 28	0.39	-0.33	1.00
ข้อที่ 29	0.14	-0.35	1.00
ข้อที่ 30	0.50	0.28	1.00
ข้อที่ 31	0.68	0.17	1.00
ข้อที่ 32	0.29	0.26	1.00
ข้อที่ 33	0.18	-0.31	0.67
ข้อที่ 34	0.00	0.00	1.00
ข้อที่ 35	0.21	0.18	1.00

ตาราง 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.32	-0.26	0.67
ข้อที่ 37	0.68	-0.09	1.00
ข้อที่ 38	0.61	0.01	1.00
ข้อที่ 39	0.57	0.03	1.00
ข้อที่ 40	0.36	-0.04	1.00
ข้อที่ 41	0.64	0.12	1.00
ข้อที่ 42	0.50	-0.08	1.00
ข้อที่ 43	0.75	0.38	0.67
ข้อที่ 44	0.29	0.04	0.67
ข้อที่ 45	0.54	-0.45	1.00
ข้อที่ 46	0.61	0.41	0.67
ข้อที่ 47	0.75	0.27	0.67
ข้อที่ 48	0.46	0.53	1.00
ข้อที่ 49	0.75	0.24	1.00
ข้อที่ 50	0.75	0.09	1.00
ข้อที่ 51	0.86	-0.15	1.00
ข้อที่ 52	0.21	0.00	0.67
ข้อที่ 53	0.32	-0.30	1.00
ข้อที่ 54	0.93	0.05	1.00
ข้อที่ 55	0.86	0.04	1.00
ข้อที่ 56	0.86	-0.04	1.00
ข้อที่ 57	0.79	-0.07	1.00
ข้อที่ 58	0.54	-0.01	0.67
ข้อที่ 59	0.64	0.39	1.00
ข้อที่ 60	0.71	0.18	0.67
M	0.5	0.1	
SD	0.3	0.2	

ตาราง 4.19 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.49	0.44	1.00
ข้อที่ 2	0.65	0.26	1.00
ข้อที่ 3	0.50	0.42	1.00
ข้อที่ 4	0.49	0.26	0.67
ข้อที่ 5	0.22	0.63	1.00
ข้อที่ 6	0.51	0.36	1.00
ข้อที่ 7	0.33	0.25	0.67
ข้อที่ 8	0.30	0.20	1.00
ข้อที่ 9	0.27	0.05	0.67
ข้อที่ 10	0.52	0.30	1.00
ข้อที่ 11	0.48	-0.13	1.00
ข้อที่ 12	0.15	-0.23	1.00
ข้อที่ 13	0.41	0.21	0.67
ข้อที่ 14	0.29	0.02	1.00
ข้อที่ 15	0.32	0.05	1.00
ข้อที่ 16	0.18	-0.06	1.00
ข้อที่ 17	0.32	-0.02	1.00
ข้อที่ 18	0.22	0.05	1.00
ข้อที่ 19	0.99	-0.08	1.00
ข้อที่ 20	0.11	0.24	0.67
ข้อที่ 21	0.83	0.25	1.00
ข้อที่ 22	0.91	0.39	1.00
ข้อที่ 23	0.49	0.01	1.00
ข้อที่ 24	0.50	0.34	1.00
ข้อที่ 25	0.78	0.07	0.67
ข้อที่ 26	0.32	-0.15	1.00
ข้อที่ 27	0.19	0.43	1.00
ข้อที่ 28	0.50	0.37	0.67
ข้อที่ 29	0.70	-0.11	1.00
ข้อที่ 30	0.45	0.15	1.00
ข้อที่ 31	0.66	0.33	1.00
ข้อที่ 32	0.84	0.19	1.00
ข้อที่ 33	0.62	0.15	1.00
ข้อที่ 34	0.26	0.74	0.67
ข้อที่ 35	0.85	-0.10	1.00
ข้อที่ 36	0.81	0.43	1.00

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 37	0.80	0.36	0.67
ข้อที่ 38	0.79	0.21	1.00
ข้อที่ 39	0.30	0.10	1.00
ข้อที่ 40	0.65	-0.06	1.00
ข้อที่ 41	0.65	0.06	1.00
ข้อที่ 42	0.39	0.36	1.00
ข้อที่ 43	0.46	0.13	0.67
ข้อที่ 44	0.19	-0.06	0.67
ข้อที่ 45	0.44	0.48	1.00
ข้อที่ 46	0.31	0.18	1.00
ข้อที่ 47	0.40	0.21	1.00
ข้อที่ 48	0.19	-0.17	1.00
ข้อที่ 49	0.27	0.50	1.00
ข้อที่ 50	0.18	0.03	1.00
ข้อที่ 51	0.52	0.07	1.00
ข้อที่ 52	0.73	0.27	0.67
ข้อที่ 53	0.69	0.13	1.00
ข้อที่ 54	0.62	-0.13	0.67
ข้อที่ 55	0.62	0.14	1.00
ข้อที่ 56	0.41	0.02	1.00
ข้อที่ 57	0.56	0.17	0.67
ข้อที่ 58	0.58	-0.03	1.00
ข้อที่ 59	0.78	0.14	1.00
ข้อที่ 60	0.91	0.28	0.67
ข้อที่ 61	0.59	0.27	1.00
ข้อที่ 62	0.66	0.25	0.67
ข้อที่ 63	0.82	0.23	1.00
ข้อที่ 64	0.88	0.18	1.00
ข้อที่ 65	0.59	0.03	1.00
ข้อที่ 66	0.85	0.30	1.00
ข้อที่ 67	0.72	0.29	1.00
ข้อที่ 68	0.68	0.23	1.00
ข้อที่ 69	0.50	-0.39	1.00
ข้อที่ 70	0.62	0.05	1.00
ข้อที่ 71	0.72	0.07	1.00
ข้อที่ 72	0.76	0.38	1.00

ตาราง 4.19 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 2 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 73	0.59	-0.01	1.00
ข้อที่ 74	0.73	0.43	1.00
M	0.53	0.17	
SD	0.22	0.21	

ตาราง 4.20 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.43	-0.08	0.67
ข้อที่ 2	0.31	-0.07	1.00
ข้อที่ 3	0.30	0.00	1.00
ข้อที่ 4	0.46	0.17	1.00
ข้อที่ 5	0.16	-0.28	0.67
ข้อที่ 6	0.11	-0.14	1.00
ข้อที่ 7	0.17	0.30	1.00
ข้อที่ 8	0.37	0.30	0.67
ข้อที่ 9	0.15	-0.01	1.00
ข้อที่ 10	0.31	-0.20	1.00
ข้อที่ 11	0.33	-0.39	1.00
ข้อที่ 12	0.51	-0.06	1.00
ข้อที่ 13	0.31	0.05	1.00
ข้อที่ 14	0.40	-0.34	1.00
ข้อที่ 15	0.33	-0.43	1.00
ข้อที่ 16	0.15	-0.20	0.67
ข้อที่ 17	0.36	-0.16	1.00
ข้อที่ 18	0.31	-0.21	1.00
ข้อที่ 19	0.37	0.08	0.67
ข้อที่ 20	0.44	0.09	0.67
ข้อที่ 21	0.42	0.02	1.00
ข้อที่ 22	0.40	0.21	1.00
ข้อที่ 23	0.91	0.30	1.00
ข้อที่ 24	0.37	0.37	1.00
ข้อที่ 25	0.59	0.04	1.00
ข้อที่ 26	0.73	-0.09	1.00
ข้อที่ 27	0.90	0.18	1.00
ข้อที่ 28	0.86	-0.04	0.67
ข้อที่ 29	0.78	0.06	0.67
ข้อที่ 30	0.62	0.35	1.00
ข้อที่ 31	0.84	0.15	1.00
ข้อที่ 32	0.54	-0.23	1.00
ข้อที่ 33	0.21	-0.30	0.67
ข้อที่ 34	0.25	0.41	1.00
ข้อที่ 35	0.07	0.10	1.00

ตาราง 4.20 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.46	0.33	0.67
ข้อที่ 37	0.35	0.10	1.00
ข้อที่ 38	0.35	-0.13	1.00
ข้อที่ 39	0.77	-0.32	0.67
ข้อที่ 40	0.53	0.07	0.67
ข้อที่ 41	1.00	0.00	1.00
ข้อที่ 42	0.94	0.61	0.67
ข้อที่ 43	0.68	0.07	1.00
ข้อที่ 44	0.38	0.22	1.00
ข้อที่ 45	0.86	0.04	1.00
ข้อที่ 46	0.33	-0.07	1.00
ข้อที่ 47	0.51	0.03	1.00
ข้อที่ 48	0.36	0.08	0.67
ข้อที่ 49	0.89	-0.19	1.00
ข้อที่ 50	0.94	-0.24	1.00
ข้อที่ 51	0.95	0.01	1.00
ข้อที่ 52	0.64	0.11	1.00
ข้อที่ 53	0.28	-0.11	1.00
ข้อที่ 54	0.72	0.24	1.00
ข้อที่ 55	0.73	-0.13	1.00
ข้อที่ 56	0.44	-0.02	1.00
ข้อที่ 57	0.47	0.07	0.67
ข้อที่ 58	0.75	0.07	1.00
ข้อที่ 59	0.75	0.14	0.67
ข้อที่ 60	0.93	-0.05	1.00
ข้อที่ 61	0.51	0.38	1.00
M	0.51	0.02	
SD	0.25	0.21	

ตาราง 4.21 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 1	0.10	-0.12	1.00
ข้อที่ 2	0.68	-0.03	0.67
ข้อที่ 3	0.74	0.17	0.67
ข้อที่ 4	0.45	0.38	1.00
ข้อที่ 5	0.10	0.13	1.00
ข้อที่ 6	0.00	0.00	0.67
ข้อที่ 7	0.23	-0.37	1.00
ข้อที่ 8	0.13	-0.50	1.00
ข้อที่ 9	0.00	0.00	1.00
ข้อที่ 10	0.48	-0.04	1.00
ข้อที่ 11	0.71	-0.03	1.00
ข้อที่ 12	0.71	0.15	1.00
ข้อที่ 13	0.39	0.31	0.67
ข้อที่ 14	0.29	0.19	1.00
ข้อที่ 15	0.32	-0.29	0.67
ข้อที่ 16	0.19	0.44	0.67
ข้อที่ 17	0.42	0.20	1.00
ข้อที่ 18	0.35	0.29	1.00
ข้อที่ 19	0.26	0.33	1.00
ข้อที่ 20	0.16	-0.16	1.00
ข้อที่ 21	0.68	-0.53	1.00
ข้อที่ 22	0.03	-0.38	1.00
ข้อที่ 23	0.61	-0.16	1.00
ข้อที่ 24	0.48	0.61	1.00
ข้อที่ 25	1.00	0.00	1.00
ข้อที่ 26	0.55	-0.32	1.00
ข้อที่ 27	0.84	0.25	1.00
ข้อที่ 28	0.74	0.08	0.67
ข้อที่ 29	0.97	0.15	0.67
ข้อที่ 30	0.90	0.51	1.00
ข้อที่ 31	0.81	0.12	1.00
ข้อที่ 32	0.77	-0.13	1.00
ข้อที่ 33	0.81	0.58	1.00
ข้อที่ 34	0.16	-0.19	1.00
ข้อที่ 35	0.58	0.41	1.00

ตาราง 4.21 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อที่ 36	0.90	0.62	1.00
ข้อที่ 37	0.58	0.18	1.00
ข้อที่ 38	0.90	0.51	1.00
ข้อที่ 39	0.94	0.25	1.00
ข้อที่ 40	0.00	0.00	1.00
ข้อที่ 41	0.42	0.02	0.67
ข้อที่ 42	0.77	0.24	1.00
ข้อที่ 43	1.00	0.00	1.00
ข้อที่ 44	0.00	0.00	1.00
ข้อที่ 45	0.13	-0.69	0.67
ข้อที่ 46	0.03	0.33	1.00
ข้อที่ 47	0.84	0.04	1.00
ข้อที่ 48	0.74	0.50	1.00
ข้อที่ 49	0.55	0.65	0.67
ข้อที่ 50	0.87	0.74	1.00
ข้อที่ 51	0.42	-0.21	0.67
ข้อที่ 52	0.68	-0.01	1.00
ข้อที่ 53	0.29	0.37	1.00
ข้อที่ 54	0.55	0.22	1.00
M	0.50	0.11	
SD	0.31	0.32	

ตาราง 4.22 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อ 1	0.50	0.46	1.00
ข้อ 2	0.18	-0.52	0.67
ข้อ 3	0.43	0.68	1.00
ข้อ 4	0.07	-0.07	1.00
ข้อ 5	0.36	0.70	0.67
ข้อ 6	0.14	-0.34	1.00
ข้อ 7	0.14	-0.67	1.00
ข้อ 8	0.21	-0.34	0.67
ข้อ 9	0.39	0.59	0.67
ข้อ 10	0.00	0.00	0.67
ข้อ 11	0.43	-0.12	1.00
ข้อ 12	0.18	-0.34	1.00
ข้อ 13	0.36	0.31	1.00
ข้อ 14	0.07	-0.37	1.00
ข้อ 15	0.54	0.62	0.67
ข้อ 16	0.21	-0.47	1.00
ข้อ 17	0.57	0.24	0.67
ข้อ 18	0.11	0.09	1.00
ข้อ 19	0.25	-0.35	1.00
ข้อ 20	0.54	0.47	1.00
ข้อ 21	0.96	-0.18	1.00
ข้อ 22	0.75	0.09	1.00
ข้อ 23	0.89	0.06	1.00
ข้อ 24	0.79	0.03	1.00
ข้อ 25	0.18	-0.15	0.67
ข้อ 26	0.71	0.15	1.00
ข้อ 27	0.79	-0.04	0.67
ข้อ 28	0.39	-0.23	1.00
ข้อ 29	0.61	0.23	1.00
ข้อ 30	0.71	0.40	1.00
ข้อ 31	0.79	0.27	1.00
ข้อ 32	0.29	-0.63	1.00
ข้อ 33	0.25	-0.29	1.00
ข้อ 34	0.36	-0.49	1.00
ข้อ 35	0.29	0.02	1.00

ตาราง 4.22 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5 (ต่อ)

ข้อที่	ความยาก	สหสัมพันธ์พอยต์ไบซีเรียล	IOC
ข้อ 36	0.07	-0.22	1.00
ข้อ 37	0.43	-0.07	1.00
ข้อ 38	0.32	0.20	1.00
ข้อ 39	0.25	0.02	1.00
ข้อ 40	0.25	0.32	0.67
ข้อ 41	0.32	0.17	0.67
ข้อ 42	0.18	0.53	1.00
ข้อ 43	0.46	0.36	1.00
ข้อ 44	0.36	0.11	1.00
ข้อ 45	0.46	0.25	1.00
ข้อ 46	0.75	-0.20	0.67
ข้อ 47	0.29	-0.13	0.67
ข้อ 48	0.07	0.07	1.00
ข้อ 49	0.54	0.33	1.00
ข้อ 50	0.39	0.27	0.67
M	0.39	0.04	
SD	0.24	0.35	

ตารางที่ 4.23 นำเสนอดัชนีความเที่ยง (KR-21) ของแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้น จากข้อมูลในตารางจะเห็นได้ว่าแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยง (KR-21) ตั้งแต่ .40-.84 โดยข้อสอบส่วนใหญ่มีความเที่ยงประมาณ 0.7-0.8

ตาราง 4.23 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
วิทยาศาสตร์ ม.1 เทอม 1	55	.79
วิทยาศาสตร์ ม.1 เทอม 2	55	.81
วิทยาศาสตร์ ม. 2 เทอม 1	54	.81
วิทยาศาสตร์ ม. 2 เทอม 2	54	.77
วิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 1	53	.82
วิทยาศาสตร์ ม.3 เทอม 2	53	.79
เคมี เล่ม 1	45	.63
เคมี เล่ม 2	64	.57
เคมี เล่ม 3	49	.75
เคมี เล่ม 4	49	.71
เคมี เล่ม 5	46	.40
ชีววิทยา เล่ม 1	67	.82
ชีววิทยา เล่ม 2	54	.84

ตาราง 4.23 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ (ต่อ)

ชีววิทยา เล่ม 3	50	.70
ชีววิทยา เล่ม 4	65	.79
ชีววิทยา เล่ม 5	56	.77
ฟิสิกส์พื้นฐาน	55	.75
ฟิสิกส์ เล่ม 1	60	.78
ฟิสิกส์ เล่ม 2	74	.82
ฟิสิกส์ เล่ม 3	61	.84
ฟิสิกส์ เล่ม 4	54	.84
ฟิสิกส์ เล่ม 5	50	.82
รวม	1,223	

ในการจัดฉบับแบบทดสอบเพื่อนำไปใช้จริง ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดฉบับเป็นข้อสอบคู่ขนานสองฉบับ โดยผู้วิจัยและครูที่สอนในเนื้อหานั้นช่วยกันเลือกข้อสอบ โดยในการทำแบบทดสอบแต่ละวิชาของแต่ละระดับชั้นนั้นสำหรับภาคเรียนที่ 1 และ 2 ผู้วิจัยและครูพิจารณาความสอดคล้องกันของเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก แล้วนำมาจัดฉบับเป็นสองฉบับละ 25 ข้อ ฉบับที่ 1 ใช้ในระหว่างเรียน ซึ่งเป็นฉบับที่จะใช้ประเมินนักเรียนเพื่อระบุจุดอ่อน จุดแข็งของนักเรียน และนำเสนอครูที่สอน ส่วนฉบับที่ 2 ใช้สำหรับสอบปลายภาค

ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน

การประเมินคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์จุดอ่อน-จุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู ผลการดำเนินการโดยการ มีสองขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ประชุมครูที่เข้าร่วมโครงการที่โรงเรียนของครู ผู้วิจัยแจ้งผลการประเมินของนักเรียนให้ครูทราบ และนักวิจัยร่วมวินิจฉัยจุดอ่อน และจุดแข็งในด้านการเรียนของนักเรียน โดยให้ครูพิจารณาจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคนจากการตอบในข้อที่ผิดของนักเรียน เพื่อทำให้ครูทราบจุดอ่อนของนักเรียนและมีข้อมูลในการพัฒนาผู้เรียน และผู้วิจัยนำเสนอผลการวินิจฉัยด้วยโมเดล G-DINA ในตารางที่ 2.24 ซึ่งเป็นโอกาสหรือความน่าจะเป็นในการบรรลุสมรรถนะของโครงการ PISA โดยพบว่าส่วนใหญ่ นักเรียนมีจุดอ่อนในสมรรถนะ PISA ด้านการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (39.38%) รองลงมา คือ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ (47.31%) และ ด้านการระบุประเด็นอย่างวิทยาศาสตร์ (59.69%)

ตารางที่ 2.24 ผลการวิเคราะห์โอกาสในการผ่านสมรรถนะ PISA

แบบทดสอบ	โอกาสในการผ่านสมรรถนะ PISA		
	การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์	การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์	การระบุประเด็นอย่างวิทยาศาสตร์
วิทยาศาสตร์ ม.1	31	34	46
วิทยาศาสตร์ ม.2	36	43	58
วิทยาศาสตร์ ม.3	42	46	62
เคมี ม.4	43	57	66
เคมี ม.5	47	52	68
เคมี ม.6	49	58	66
ชีววิทยา ม.4	48	56	63
ชีววิทยา ม.5	41	48	56
ชีววิทยา ม.6	21	29	57
ฟิสิกส์พื้นฐาน	29	34	52
ฟิสิกส์ ม.4	45	58	65
ฟิสิกส์ ม.5	42	51	64
ฟิสิกส์ ม.6	38	49	53
M	39.38	47.31	59.69
SD	8.24	9.78	6.63

ขั้นตอนที่ 2 ประชุมกลุ่มครู (focus group) ที่ครูเข้าร่วมโครงการ จำนวน 30 คน เพื่อให้ครูได้สะท้อนปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ผลการประชุมกลุ่ม พบว่า ประเด็นที่ครูเห็นว่าเป็นจุดอ่อน และจุดแข็ง ซึ่งเรียงตามความถี่ของการตอบของครู มีดังนี้

1. จุดอ่อนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1 นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (n=12)

1.2 พื้นฐานทางเศรษฐกิจของครอบครัวไม่ดี นักเรียนบางคนขาดเรียนเพราะต้องช่วยผู้ปกครองทำงาน บางคนเปลี่ยนโรงเรียนตามผู้ปกครองที่ย้ายที่ทำงานใหม่ (n=12)

1.3 นักเรียนส่วนหนึ่งเป็นนักเรียนชนเผ่า มีปัญหาในการพูด เขียนภาษาไทย ทำให้สื่อสารกับครูและเพื่อนไม่ดีเท่าที่ควร (n=11)

1.4 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก ครูมีภาระงานอื่นนอกเหนือจากภาระการสอนมาก ทำให้บางครั้งต้องปรับเปลี่ยนการสอนให้เร็วขึ้น จึงอาจทำให้นักเรียนบางคนเกิดปัญหาในการเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่สื่อสารด้วยภาษาไทยยังไม่ดี (n=8)

1.5 ขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ บางครั้งอุปกรณ์ในห้องทดลองไม่พร้อมใช้ และไม่เพียงพอ ครูจึงสอนโดยการให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มใหญ่ หรือครูสอนโดยใช้การสาธิตให้นักเรียนดู (n=7)

1.6 นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และไม่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นอย่างเต็มที่ (n=7)

1.7 จำนวนนักเรียนต่อครูค่อนข้างมาก ประกอบกับภาระงานอื่นมาก ทำให้บางครั้งไม่มีเวลาเพียงพอที่จะตรวจงานนักเรียนอย่างละเอียด และไม่มีเวลาเพียงพอที่จะประเมินนักเรียนเป็นรายคน (n=5)

2. จุดแข็งในการจัดการเรียนการสอน

2.1 มีเครือข่ายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เข้มแข็ง โดยมีการประชุม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในรูปแบบ PLC ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ของทุกๆ โรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ (n=10)

2.2 ผู้บริหารสถานศึกษาสนับสนุนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ โดยในที่ประชุมคณะผู้บริหารสถานศึกษามีการสนับสนุนการทำงานของเครือข่ายครูวิทยาศาสตร์อย่างดี (n=8)

2.3 ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นครูรุ่นใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ และมีความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง (n=6)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการทดลอง นำเสนอ 2 ตอน ตอนที่ 3.1 นำเสนอค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และตอนที่ 3.2 นำเสนอผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการทดลอง

ตอนที่ 3.1 ค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในตารางที่ 4.25 พบว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 8 วิชา จากทั้งหมด 12 วิชา ดังนั้นการประเมินประสิทธิผลของการทดลองในขั้นตอนต่อไป ผู้วิจัยจึงทำการเปรียบเทียบคะแนนหลังทดลองโดยมีการควบคุมคะแนนก่อนเรียน เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลมีความน่าเชื่อถือ และมีความตรงภายในมากขึ้น

ตาราง 4.25 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม

		กลุ่ม	n	M	SD
วิทยาศาสตร์ ม.1	คะแนนก่อนทดลอง	ควบคุม	120	12.41*	3.096
		ทดลอง	114	14.62	2.508
	คะแนนหลังทดลอง	ควบคุม	120	13.38	2.882
		ทดลอง	114	16.62	4.594
วิทยาศาสตร์ ม.2	คะแนนก่อนทดลอง	ควบคุม	97	13.26*	3.314
		ทดลอง	96	14.95	3.672
	คะแนนหลังทดลอง	ควบคุม	96	16.40	3.453
		ทดลอง	96	18.17	2.969
วิทยาศาสตร์ ม.3	คะแนนก่อนทดลอง	ควบคุม	50	14.22	3.203

ตาราง 4.25 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม (ต่อ)

		ทดลอง	103	15.41	4.285
	คะแนนหลัง	ควบคุม	50	11.52	4.306
	ทดลอง	ทดลอง	103	13.61	3.679
ฟิสิกส์ ม.4	คะแนนก่อน	ควบคุม	98	19.82*	3.468
	ทดลอง	ทดลอง	175	21.42	3.783
	คะแนนหลัง	ควบคุม	98	19.10	3.118
	ทดลอง	ทดลอง	175	21.11	3.824
ฟิสิกส์ ม.5	คะแนนก่อน	ควบคุม	44	14.43*	2.444
	ทดลอง	ทดลอง	61	12.93	3.619
	คะแนนหลัง	ควบคุม	44	11.93	3.194
	ทดลอง	ทดลอง	61	14.90	3.150
ฟิสิกส์ ม.6	คะแนนก่อน	ควบคุม	21	14.71*	4.372
	ทดลอง	ทดลอง	35	18.29	4.077
	คะแนนหลัง	ควบคุม	21	12.62	3.427
	ทดลอง	ทดลอง	35	14.14	3.639
เคมี ม.4	คะแนนก่อน	ควบคุม	63	12.76	3.851
	ทดลอง	ทดลอง	133	13.18	3.391
	คะแนนหลัง	ควบคุม	63	20.17	3.260
	ทดลอง	ทดลอง	133	21.85	3.225
เคมี ม.5	คะแนนก่อน	ควบคุม	45	11.22	2.811
	ทดลอง	ทดลอง	91	11.26	3.438
	คะแนนหลัง	ควบคุม	45	14.02	3.292
	ทดลอง	ทดลอง	91	14.80	3.894
เคมี ม.6	คะแนนก่อน	ควบคุม	61	14.23	3.456
	ทดลอง	ทดลอง	95	14.87	3.904
	คะแนนหลัง	ควบคุม	61	11.33	3.150
	ทดลอง	ทดลอง	95	11.21	3.421
ชีววิทยา ม.4	คะแนนก่อน	ควบคุม	60	16.97*	3.108
	ทดลอง	ทดลอง	139	19.71	4.292
	คะแนนหลัง	ควบคุม	60	13.62	3.189
	ทดลอง	ทดลอง	139	15.93	4.534
ชีววิทยา ม.5	คะแนนก่อน	ควบคุม	50	21.76*	2.759
	ทดลอง	ทดลอง	74	23.46	5.310
	คะแนนหลัง	ควบคุม	50	13.20	3.051
	ทดลอง	ทดลอง	74	15.80	3.615
ชีววิทยา ม.6	คะแนนก่อน	ควบคุม	47	19.64*	2.488
	ทดลอง				

ตาราง 4.25 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม (ต่อ)

	ทดลอง	38	22.61	3.341
คะแนนหลัง	ควบคุม	47	17.55	3.658
ทดลอง	ทดลอง	38	19.84	2.937

หมายเหตุ * p<.05

ตอนที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลของการดำเนินการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

การวิเคราะห์ประสิทธิผลของการทดลองพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ตัวแปรตาม คือ คะแนนหลังการทดลอง (posttest) ตัวแปรต้น คือ ตัวแปรดัมมี่การเข้าร่วมโครงการ (1=เข้าร่วมโครงการ, 0=ยังไม่เข้าร่วมโครงการ) โดยมีการควบคุมคะแนนก่อนการทดลอง (pretest) และขนาดห้องเรียน (size) ซึ่งวัดจากจำนวนนักเรียนในห้อง ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.26 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ร้อยละ 18.3 (R^2=0.183 F(3,230)= 17.164, p=0.00) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.268, t=3.437, p=0.01)

ตารางที่ 4.26 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	9.568	1.392		6.871	.000
size	.060	.039	.124	1.561	.120
exper	2.216	.645	.268	3.437	.001
Pretest	.172	.090	.126	1.915	.057

2. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.27 พบว่า ตัวแปรทำนายอิสระผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ร้อยละ 22.9 (R^2=0.229 F(3,188)= 18.645, p=0.00) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วย

การขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.309, t=4.546, p=0.00)

ตารางที่ 4.27 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	7.605	1.451		5.240	.000
Size	.249	.046	.387	5.390	.000
exper	2.053	.452	.309	4.546	.000
pretest	.028	.068	.031	.417	.677

3. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.28 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ร้อยละ 9.7 (R^2=0.097 F(3,149)= 5.352, p=0.02) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.202, t=2.478, p=0.014)

ตารางที่ 4.28 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	8.293	1.442		5.751	.000
size	.036	.039	.075	.902	.368
exper	1.715	.692	.202	2.478	.014
pretest	.164	.081	.164	2.024	.045

4. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.29 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ร้อยละ 18.1 (R^2=0.181 F(3,269)= 19.768, p=0.02) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วย

การขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.218, t=3.807, p=0.00)

ตารางที่ 4.29 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	13.631	1.194		11.417	.000
size	-.047	.020	-.141	-2.425	.016
exper	1.679	.441	.218	3.807	.000
pretest	.345	.057	.349	6.006	.000

5. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.30 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ร้อยละ 25.4 (R^2=0.254 F(3,101)= 11.475, p=0.00) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.667, t=5.764, p=0.00)

ตารางที่ 4.30 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	15.342	1.879		8.166	.000
size	-.219	.069	-.360	-3.176	.002
exper	4.685	.813	.667	5.764	.000
pretest	.132	.100	.123	1.322	.189

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

6. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.31 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 8.5 (R^2=0.085 F(3,52)= 1.608, p=0.199) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการ

ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=-.020, t=-.024, p=0.981)

ตารางที่ 4.31 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	9.529	3.313		2.876	.006
size	.041	.235	.142	.174	.863
exper	-.145	6.040	-.020	-.024	.981
pretest	.178	.115	.222	1.541	.129

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

7. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 3.32 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ร้อยละ 9.5 (R^2=0.095 F(3,192)= 6.757, p=0.199) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.163, t=2.089, p=0.038)

ตารางที่ 4.32 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	17.196	1.101		15.615	.000
size	.041	.024	.134	1.709	.089
exper	1.159	.555	.163	2.089	.038
pretest	.166	.065	.177	2.548	.012

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

8. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.33 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ร้อยละ 11.8 (R^2=0.118 F(3,132)= 5.904, p=0.001) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการ

ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.167, t=1.851, p=0.066)

ตารางที่ 4.33 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	13.246	1.136		11.659	.000
size	-.090	.022	-.385	-4.111	.000
exper	1.144	.618	.167	1.851	.066
pretest	.016	.074	.019	.220	.826

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

9. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.34 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 10.5 (R^2=0.105 F(3,152)= 5.931, p=0.001) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.185, t=2.044, p=0.043)

ตารางที่ 4.34 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	12.615	1.080		11.683	.000
size	-.090	.021	-.391	-4.204	.000
exper	1.252	.613	.185	2.044	.043
pretest	.052	.070	.058	.736	.463

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

10. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.35 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ร้อยละ 43.8 (R^2=0.438, F(3,195)= 50.751,

p=0.000) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.029, t=.512, p=0.609)

ตารางที่ 4.35 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	.904	1.193		.758	.449
size	.121	.028	.258	4.249	.000
exper	.273	.532	.029	.512	.609
pretest	.511	.063	.495	8.062	.000

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

11. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.36 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ร้อยละ 23.5 (R^2=0.235, F(3,120)= 12.285, p=0.000) หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.242, t=2.817, p=0.006)

ตารางที่ 4.36 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	5.301	2.005		2.645	.009
size	.113	.054	.177	2.102	.038
exper	1.776	.630	.242	2.817	.006
pretest	.238	.065	.297	3.657	.000

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

12. ผลของการดำเนินงานต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ในตารางที่ 4.37 พบว่า ตัวแปรอิสระทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ร้อยละ 20.9 (R^2=0.209, F(3,81)= 7.147, p=0.000)

หลังจากควบคุมขนาดชั้นเรียน (size) และคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กลุ่มที่เข้าร่วมโครงการพัฒนาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (exper) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (β=.190, t=.752, p=0.454)

ตารางที่ 4.37 สัมประสิทธิ์อิทธิพลของการเข้าร่วมโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	10.024	2.860		3.504	.001
size	-.013	.093	-.035	-.137	.891
exper	1.339	1.780	.190	.752	.454
pretest	.396	.122	.364	3.246	.002

Exper=ตัวแปรดัมมี่กลุ่มทดลอง

บทที่ 5
สรุปผล และการอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาโดยใช้การทดลองการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญ คือ

1. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อประเมินคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน
3. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้พัฒนาข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 แบบทดสอบวิชาฟิสิก์ ฟิสิกส์พื้นฐาน เคมี และชีววิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 รวม 1,223 ข้อ ดังนี้ . ข้อสอบวิทยาศาสตร์ ม.1 110 ข้อ ข้อสอบวิทยาศาสตร์ ม.2 108 ข้อ ข้อสอบวิทยาศาสตร์ ม.3 106 ข้อ ข้อสอบ ม.4 วิชา ฟิสิกส์ 134 ข้อ ชีววิทยา 121 ข้อ เคมี 109 ข้อ ม.5 วิชาฟิสิกส์ 115 ข้อ ชีววิทยา 115 ข้อ เคมี 98 ข้อ ม.6 ฟิสิกส์ 50 ข้อ ชีววิทยา 56 ข้อ เคมี 46 ข้อ และข้อสอบวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน 55 ข้อ ข้อสอบที่พัฒนาขึ้นผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และได้นำไปทดลองใช้ ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ (ความยาก อำนาจจำแนก) และแบบทดสอบ (ความเที่ยง) ในระดับที่ดี

2. **การประเมินคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งในการจัดการเรียนการสอนของครู และนักเรียน พบว่า**จุดอ่อนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

2.1) ด้านสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีจุดอ่อนในสมรรถนะ PISA ด้านการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ และ ด้านการระบุประเด็นอย่างวิทยาศาสตร์

2.2) ผลการประชุมครูเพื่อวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีจุดอ่อน ดังนี้

2.1.1 นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

2.2.2 พื้นฐานทางเศรษฐกิจของครอบครัวไม่ดี นักเรียนบางคนขาดเรียนเพราะต้องช่วยผู้ปกครองทำงาน บางคนเปลี่ยนโรงเรียนตามผู้ปกครองที่ย้ายที่ทำงานใหม่

2.2.3 นักเรียนส่วนหนึ่งเป็นนักเรียนชนเผ่า มีปัญหาในการพูด เขียนภาษาไทย ทำให้สื่อสารกับครูและเพื่อนไม่ดีเท่าที่ควร

2.2.4 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก ครูมีภาระงานอื่นนอกเหนือจากภาระการสอนมาก ทำให้บางครั้งต้องปรับเปลี่ยนการสอนให้เร็วขึ้น จึงอาจทำให้นักเรียนบางคนเกิดปัญหาในการเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่สื่อสารด้วยภาษาไทยยังไม่ดี

2.2.5 ขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ บางครั้งอุปกรณ์ในห้องทดลองไม่พร้อมใช้ และไม่เพียงพอ ครูจึงสอนโดยการให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มใหญ่ หรือครูสอนโดยใช้การสาธิตให้นักเรียนดู

2.2.6 นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และไม่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นอย่างเต็มที่

2.2.7 จำนวนนักเรียนต่อครูค่อนข้างมาก ประกอบกับภาระงานอื่นมาก ทำให้บางครั้งไม่มีเวลาเพียงพอที่จะตรวจงานนักเรียนอย่างละเอียด และไม่มีเวลาเพียงพอที่จะประเมินนักเรียนเป็นรายคน

ส่วนจุดแข็งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. โรงเรียนมีเครือข่ายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เข้มแข็ง โดยมีการประชุมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในรูปแบบ PLC ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ของทุกๆ โรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ

2. ผู้บริหารสถานศึกษาสนับสนุนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ โดยในที่ประชุมคณะผู้บริหารสถานศึกษามีการสนับสนุนการทำงานของเครือข่ายครูวิทยาศาสตร์อย่างดี

3. ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นครูรุ่นใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ และมีความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง

3. การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีประสิทธิผลดีใน 8 วิชา จาก 12 วิชา คือ

1. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
6. วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
7. วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
8. วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ส่วนวิชา วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ยังไม่มีประสิทธิผลเท่าที่ควร

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีประสิทธิผลดีใน 8 วิชา จาก 12 วิชา คิดเป็นร้อยละ 66.67 คือวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาที่ได้ประสิทธิผลดีส่วนใหญ่เป็นวิชาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ประสิทธิผลไม่ชัดเจนมากขึ้นเมื่อใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โดยเฉพาะวิชาสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากอาจเป็นเพราะนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนน้อย และกำลังเตรียมพร้อมสอบเข้ามหาวิทยาลัย และนักเรียนเหล่านี้มีความต้องการเรียนแบบบรรยายจากครูที่เตรียมความรู้มาให้โดยตรง ความต้องการและแรงจูงใจเรียนแบบสืบเสาะมีน้อยลงเพราะต้องการได้ความรู้ที่ชัดเจนจากครูโดยตรงเพื่อให้มีความรู้และความพร้อมสำหรับการสอบเข้ามหาวิทยาลัย

2. ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนข้อมูล (Carson, Borman, และ Robinson, 2011) ส่วนใหญ่มีผลเชิงบวกต่อคุณภาพการศึกษา จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการนำไปพัฒนาคุณภาพการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ วิธีการนี้เป็นการผสมผสานแนวคิดของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (assessment for learning) การวินิจฉัย Rupp และคณะ (2010) และกับ

ศาสตร์การสอน ทำให้ครูได้ทราบข้อมูลจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียน จึงสามารถพยายามหาวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนได้ (McMillan, 2008) การประเมินเพื่อการเรียนรู้มีจุดเน้นที่การใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนของครู ซึ่งผลการประเมินที่ดีจะช่วยชี้ให้เห็นประเด็นที่นักเรียนและครูควรปรับปรุง ผลการประเมินที่ดีต้องมีข้อมูลที่ชี้ให้เห็นจุดอ่อนและจุดแข็งของครูและนักเรียน การประเมินวินิจฉัยของ การวินิจฉัย Rupp และคณะ (2010) เป็นโมเดลการวิเคราะห์ที่สามารถวิเคราะห์สมรรถนะที่นักเรียนมีจุดบกพร่องจึงช่วยทำให้ครูมีข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียน จึงสามารถจัดการหรือปรับเปลี่ยนการสอนในระหว่างเรียนเพื่อแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลจึงต้องมีการบูรณาการสอนการประเมินเพื่อการเรียนรู้ และการวินิจฉัยจึงจะได้ข้อมูลที่ชัดเจนสำหรับการปรับเปลี่ยนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

3. การพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนข้อมูลมีประสิทธิผล คือ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ประสิทธิผลของการพัฒนาการศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มาจากหลายส่วน ส่วนหนึ่งมาจากการทำงานร่วมกันระหว่างครูผู้สอน และนักประเมิน เพื่อทำความเข้าใจผลการประเมินผู้เรียนให้ครูเข้าใจ จนครูสามารถมองเห็นจุดอ่อนของผู้เรียน และทราบแนวทางการพัฒนาผู้เรียน ส่วนที่สองมาจากการมีเครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพที่จะสามารถวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ส่วนที่ 3 มาจากการใช้ผลการประเมินที่ถูกต้อง ไม่เน้นการประเมินจำนวนมาก แต่เน้นการใช้ผลการประเมินสำหรับการพัฒนาผู้เรียน ตามหลักของการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (McMillan, 2008)

ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาการศึกษาด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาการศึกษา ดังนั้นวิธีการนี้จึงมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการใช้ผลการประเมินเพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับสำหรับครูและนักเรียน ซึ่งจะมีประสิทธิผลมากกว่าการติวข้อสอบที่โรงเรียนจำนวนมากดำเนินการอยู่ในปัจจุบัน

2. จากผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาการศึกษาด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาการศึกษา หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ต้องการนำแนวคิดนี้ไปใช้ควรมีการพัฒนาครูเรื่องการใช้ผลการประเมินเพื่อระบุจุดอ่อนของนักเรียนมากกว่าการเน้นวิธีการประเมิน และควรพัฒนานักเรียนให้มีความรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง เพราะการใช้แนวคิดการประเมินในชั้นเรียนต้องอาศัยความร่วมมือของครูและนักเรียนทั้งสองฝ่าย

3. การนำแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลไปใช้ต้องมีการประสานความร่วมมือระหว่างครู และนักประเมิน นอกจากนี้ยังใช้เครื่องมือประเมินที่มีคุณภาพ และต้องทำการพัฒนาทักษะของครูด้านการวิเคราะห์และตีความผลการประเมินจึงจะทำให้การดำเนินการมีประสิทธิผลสูง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1.ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาการศึกษาด้วยแนวคิดการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีผลเชิงบวกต่อการพัฒนาการศึกษา และควรนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่อย่างไรก็ตาม ประเด็นที่ควรทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม คือ แนวทางการส่งเสริมความยั่งยืนของการดำเนินงาน และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของการดำเนินงาน ซึ่งจะเป็นโยชน์ต่อครู นักการศึกษา เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง และจะเป็นประโยชน์ในทางวิชาการมากขึ้น

2. ควรมีการศึกษาบริบทของผู้เรียน ครู และวิชาที่มีต่อคุณภาพของการดำเนินงานขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษาด้วยข้อมูล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูในการเลือกและปรับให้เหมาะสมบริบทชั้นเรียนของครู

บรรณานุกรม

คมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) *การประเมินประสิทธิผลของการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ชินภัทร์ ภูมิรัตน. (2544). *การวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปการศึกษาของไทย*. รายงานผลการวิจัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2545). *กระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้: การประเมินและการประกัน.* สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา .กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.ที.ซี .คอมมิวนิเคชั่น.

สังวรณ์ งัดกระโทก. (2552). *คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย: ข้อค้นพบและข้อเสนอเชิงนโยบายจากการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ*. รายงานผลการวิจัย.

Alderson, J.C. (2010). “Cognitive diagnosis and Q-Matrices in language assessment”: A commentary. *Language Assessment Quarterly*, 7: 96–103

Brookhart, S. M. (2008). *How to give effective feedback to your students*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Carson, D., Borman, G. D., Robinson, M. (2011). A multistate district-level cluster randomized trials of the impact of data-driven reform on reading and mathematics achievement. *Educational evaluation and policy analysis, 33(3), 378-398.*

Crocker, L. & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory.* United state of America: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Cromley, J.G. (2005). *Reading comprehension component processes in early adolescence*. Dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School. University of Maryland, College Park in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.

Durkin, D. (1978). *What classroom observations reveal about reading comprehension instruction*. Urbana: University of Illinois.

Farrall, M.L. (2012). *Reading assessment: Linking language, literacy, and cognition*. New Jersey: John Willey & sons, Inc.

Francis, D.J., Snow, C.E., August, D., Carlson, C.D., Miller, J. & Iglesias, A. (2006). Measures of Reading Comprehension: A Latent Variable Analysis of the Diagnostic Assessment of Reading Comprehension. *Scientific studies of reading*, 10(3), 301–322.

Jang, E.E. (2009). Demystifying a Q-Matrix for Making Diagnostic Inferences about L2 Reading Skills. *Language Assessment Quarterly*, 6: 210–238.

Jang, E. E. (2009). Cognitive diagnostic assessment of L2 reading comprehension ability: Validity arguments for applying Fusion Model to LanguEdge assessment. *Language Testing,* 26, 31–73.

Kendeou, P. & Papadopoulos, T.C. & Spanoudis, G (2012). Processing demands of reading comprehension tests in young readers. *Learning and Instruction*. Vol.22: 354-367.

Kirby, G.R. & Goodpaster, J.R. (2002). *Thinking*. 3rd edition. New Jersey: Pearson Education, Inc.

Li, H. (2011). *A cognitive diagnostic analysis of the MELAB reading test*. Spaan Fellow Working Papers in Second or Foreign Language Assessment. Michigan University. Vol. 9: 17-46

Li, H and Suen, H.K. (2013). *Constructing and validating a Q-Matrix for cognitive diagnostic analyses of a reading test*. Educational Assessment, 18:1–25.

McMillan, J. H. (2008). Formative classroom assessment: The keys to improving student achievement. In J. McMillan (Ed.), *Formative classroom assessment* (pp. 1-7).New York: Teacher College.

Meneghetti, C., Carretti, B. & Beni, R.D. (2006). Components of reading comprehension and scholastic achievement. *Learning and Individual Differences*. Vol.16: 291–301.

Manzo, A.V., Manzo, U.C. & Albee, J.J. (2004). *Reading assessment for diagnostic-prescriptive teaching.* Canada: Thomson Learning.

Matsumura, L.C., Garnier, H.E., Correnti, R., Junker, B., Bickel, D.D. (2010). Investigating the effectiveness of a comprehensive literacy coaching program in schools with high teacher mobility. *The Elementary School Journal.* Vol. 111 (1) September 2010.

Morsy, L., Kieffer, M., Snow, C.E. (2010). *Measure for measure: A critical consumers' guide to reading comprehension assessments for adolescents.* New York, NY: Carnegie Corporation of New York.

Perie, M., Marion, S., & Gong, B. (2007). A framework for considering interim assessments. National Center for the Improvement of Educational Assessment.

Ravand, H., Barati, H. & Widhiarso, W. (2013). Exploring Diagnostic capacity of a high stakes reading comprehension test: A pedagogical demonstration. *Iranian Journal of Language Testing*. Vol. 3(1): 11-37.

Rubin, D. (1993). *A practical approach to teaching reading.* London: A Division of Simon & Schuster, Inc.

Sawaki, Y. Kim, H.J. and Gentile, C. (2009) *Q-Matrix construction: Defining the link between constructs and test items in large-scale reading and listening comprehension assessments.*

Snow, C. E. (2002). *Reading for understanding toward an R&D program in reading comprehension*. Santa Monica: RAN education.

Stiggins, R. J. (2008). Conquering the formative assessment frontier. In J. McMillan (Ed.), *Formative classroom assessment* (pp. 8-28).New York: Teacher College.

Torre, J., Hong, Y., & Deng, W. (2010). Factors affecting the item parameter estimation and classification accuracy of the DINA model. *Journal of Educational Measurement.* Vol.47(2), 227-249.

Woolley, G. (2011). *Reading Comprehension: Assisting Children with Learning Difficulties*. Retrieved from www.springer.com/978-94-007-1173-0