

การพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน
ด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราสช์¹

An Development of Techniques for Assessing Student's Analysis Thinking in Science using Construct Mapping and Rasch Measurement¹

โสภิตา เสนาะจิต², ชนม์ชกรณ วรอินทร์³, สวณีย์ เสริมสุข⁴

Sophita Sanorjit²,

Chonchakorn Wora-in³, Savanee Sermsuk⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราสช์ เพื่อสร้างเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้ตามการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี และประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แหล่งข้อมูล คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 จำนวน 300 คน ดำเนินการวิจัยโดยสร้างและตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลการวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ เครื่องมือเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

¹วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตสงคราม, 2559.

²นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและพัฒนาทางการศึกษา, 2559.

^{3,4} อาจารย์, อาจารย์, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตสงคราม อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก

โดยแต่ละตัวเลือกให้คะแนนแตกต่างกันตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นเบื้องต้น ชั้นพื้นฐาน ชั้นเชี่ยวชาญ และชั้นสูง ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน 2 มิติ ได้แก่ มิติการให้เหตุผล ประกอบด้วย 4 ระดับชั้น ได้แก่ ชั้นการรับรู้ ชั้นการเข้าใจเหตุผล ชั้นการมีเหตุผล และชั้นการสรุปเหตุผลสัมพันธ์ มิติการนำไปประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย 4 ระดับชั้น ได้แก่ ชั้นการจดจำ ชั้นการปฏิบัติตาม ชั้นการนำไปใช้และชั้นการประยุกต์ใช้ โดยข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มีคุณภาพและสอดคล้องกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานทั้ง 2 มิติ มีจำนวน 36 ข้อ ผลวิเคราะห์ความตรงมีค่าดัชนีความเหมือนทุกข้อผ่านเกณฑ์ .80 ความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์ครอนบาคแอลฟา มีค่า .74 ผ่านเกณฑ์ ความเที่ยงแบบ EAP/PV เท่ากับ .74 ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ มีค่า INFIT MNSQ อยู่ระหว่าง .75 - 1.33 ค่าความสัมพันธ์ของข้อสอบจากความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งข้อคู่ข้อคี่เท่ากับ .78 มีความสัมพันธ์กันในระดับดีและแบบครึ่งฉบับแรกครึ่งฉบับหลังมีค่าเท่ากับ .49 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ

ประสิทธิภาพโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่ามีขอบเขตเกณฑ์ ระดับความสามารถแฝง (θ) ต่ำกว่า -.52, -.52 - .06, .07 - .50 และ มากกว่า .50

คำสำคัญ : การคิดวิเคราะห์, การสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์, แผนที่ภาวะสันนิษฐาน, ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน, ขอบเขตเกณฑ์

Abstract

The purposes of this study aimed to develop techniques for assessing students' analytical thinking in science using construct mapping and Rasch measurement, to create test items for assessing students' analytic thinking in science, and to evaluate the effectiveness of the techniques for assessing students' analytic thinking in science. The sample was three hundred Grade 7 students in Kamphaengphet province and under the Office of the 41st Educational Service Area. The study began by creating and validating the construct maps of students' analytic thinking in science with student responses, then creating 4-option items for measuring the grade 7 students' analytical thinking in science. Each option was scored differently.

The results are shown as follows: The construct map of students' analytical thinking in science consisted of four ability levels (Beginning, Basic, Proficient, and Advanced) and two dimensions (the Justification dimension which consisted of Perception, Reasoning, Explaining, and Summarizing levels and the Application dimension which consisted of Remembering, Complying, Applying, and Advanced Applying levels). The test consisted of 36 items. The test passed the criteria of the expert judgment index and the similarity index at .80. Cronbach alpha coefficient was .74 . The EAP/PV reliability was .74. Infit MNSQ statistics fell within the acceptable range of .75 to 1.33. Split-half reliabilities computed from odd and even items was .78 and first and second half items was at .49.

The assumed theoretical construct map showed its criterion zones of the estimated abilities (θ) as below -.52, -.52 - .06 , .07 – .50, above .50

Keywords: Analytical Thinking, The Analytical Thinking Construct Mapping Model, Construct Map, Analytical Thinking Test, Criterion zone

บทนำ

การพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีและการวัดแบบราชชนนีเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นสมรรถนะสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดในระดับที่สูงขึ้นไปได้ การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญทั้งต่อตัวผู้เรียนเอง องค์กร สังคมและประเทศชาติ จำเป็นต่อการดำรงชีวิตรวมถึงนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ นักเรียนที่สามารถดำรงชีวิตอยู่อย่างมีความสุขในสังคมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ต้องมีความสามารถคิดวิเคราะห์เพื่อนำพาตนเองให้รอดพ้นจากปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ได้ (Stenberg, 1997 : 18-20 ; อมรวิรัช นาคทรรพ, 2559 : 11) นักเรียนที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์จะสามารถจำแนกและจัดหมวดหมู่ จัดลำดับหรือจัดประเภทสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างมีหลักเกณฑ์ เป็นการขยายความคิดอย่างมีเหตุผล สามารถตัดสินใจอย่างเหมาะสม ใช้ความรู้ไปประยุกต์แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ตลอดจนสามารถทำนายผลที่ตามมาได้ เป็นการประยุกต์ความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเดิมที่สะสมอยู่ในความจำระยะสั้น เพื่อสร้างข้อมูลใหม่อย่างอิสระ สามารถสรุปลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของข้อมูลได้ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546 : 12 ; Schiever, 1991 : 13 ; Mazano, 2001 : 38) การที่ผู้เรียนจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจต้องสามารถวิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ส่งผลให้นำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์จึงเป็นการเรียนรู้ที่คงทน (Bloom, 1956 : 6-9, 207 ; ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2552 : 48) การคิดวิเคราะห์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้เรียนต้องมีความสามารถคิดวิเคราะห์นำไปสู่การคิดขั้นสูงของ

จุดเน้นการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555) เครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมีความจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ หากมีเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพย่อมให้ผลการวัดที่มีคุณภาพ (ปริญญากาลายศ, 2556 : 4) เป็นไปในทิศทางเดียวกับการที่สถานศึกษาแต่ละแห่งใช้เครื่องมือที่หลากหลายแต่ยังขาดการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ทำให้ผลการประเมินคลาดเคลื่อน สอดคล้องกับข้อค้นพบของผู้วิจัยว่าจุดอ่อนที่สำคัญ คือ ผลที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นถูกนำไปใช้หรือแปลความผลของการวัดได้ไม่ตรงกับจุดมุ่งหมายของการวัดไม่สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียนและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน ผลการวัดไม่สะท้อนความสามารถของผู้เรียนที่แท้จริง

การประเมินผลการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนรู้อสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องสามารถประเมินผลความรู้ของตนภายหลังจากการตรวจสอบความรู้ สามารถสะท้อนความรู้ความเข้าใจต่างๆ เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้อื่นๆ ต่อไป (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2556 ; Shute & Becker, 2010) การประเมินผลการเรียนรู้อของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักพื้นฐานสองประการ คือ การประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน การประเมินผลการเรียนรู้อเป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยใช้ ผลการวัดเป็นสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้าและความสำเร็จและส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 28) ซึ่งระบบการประเมินผลการเรียนรู้อในปัจจุบันให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับการแปลความผลการวัด และเป็นส่วนหนึ่งของระบบการประเมินเพื่อบรรยายความสามารถแฝงของผู้เรียน ระบบการประเมินที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน คือ โมเดลความคิด การสังเกตหรือการรวบรวมข้อมูลและการแปลความหมายผลวิเคราะห์ข้อมูลที่เชื่อมโยงกลับไปยังโมเดลความคิดในตอนต้น (National Research Council, 2011) การสร้างโมเดลความคิดจากการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีเรียกว่า แผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) เป็นการสร้างโมเดลความคิดที่

บรรยายความสามารถแฝงของผู้เรียน การสร้างคำถามตามแผนที่ภาวะสันนิษฐานเป็นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบไม่ซับซ้อน ข้อมูลที่รวบรวมเมื่อนำไปวิเคราะห์แปลความได้ไม่ยาก ตรงไปตรงมา ถูกต้องและอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (item response theory) (Wilson, 2005) ผลการวัดจะเชื่อมโยงกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานและผลการวัดจะสามารถบอกระดับความสามารถของผู้เรียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน (วีรภัทร์ สุขศิริ, 2557 : 13, 25-27 ; Brown & Wilson, 2011 ; Wilson et al., 2012)

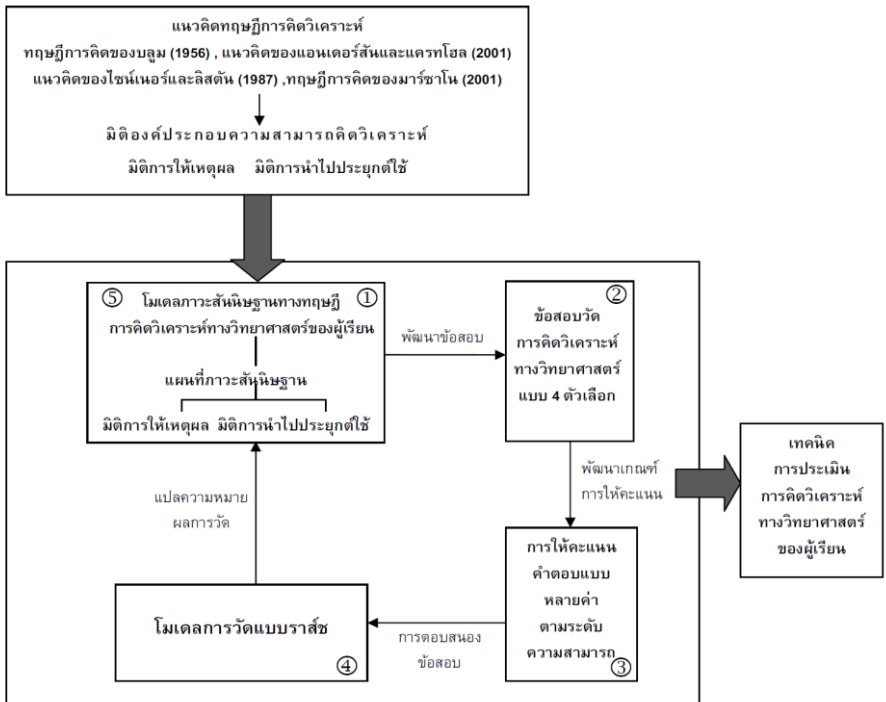
จากคุณสมบัติเด่นของการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีจะนำไปสู่การพัฒนาเทคนิควิธีการวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งจำเป็นต้องมีความสามารถคิดวิเคราะห์เพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่การคิดขั้นสูง ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการวัดความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้คะแนนที่มีความตรงเชิงตีความ (interpretation validity) สามารถแยกมิติความสามารถด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน พัฒนาและตรวจสอบความตรงโดยใช้การวัดแบบบราสช์ (Rasch measurement) วินิจฉัยผู้เรียนเป็นรายบุคคล สอดคล้องกับยุคการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการวัดและประเมินผลทักษะของผู้เรียนที่มีความซับซ้อนหลายมิติ ซึ่งสารสนเทศที่ได้รับจะเป็นเทคนิคอันเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอน สถานศึกษาและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีพัฒนาการด้านต่างๆ ตรงตามความสามารถอย่างแท้จริง

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเทคนิคการประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และพัฒนาเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎี

วิธีการวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้สร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ โดยหน่วยโครงสร้างที่ 1 ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) มี 2 มิติ คือ มิติการให้เหตุผลและมิติการนำไปประยุกต์ใช้ หน่วยโครงสร้างที่ 2 เป็นข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกจะสัมพันธ์กับระดับความสามารถที่แตกต่างกันในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน หน่วยโครงสร้างที่ 3 การให้คะแนนคำตอบตามระดับความสามารถในแผนที่ภาวะสันนิษฐาน และหน่วยโครงสร้างที่ 4 การวิเคราะห์คะแนนคำตอบของผู้เรียนด้วยโมเดลการวัดตามทฤษฎีการวัดของราสช์ เพื่อประมาณค่าความสามารถแฝงและค่าพารามิเตอร์ความยากของข้อสอบสารสนเทศที่ได้ จะช่วยแปลความหมายของระดับการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้มีความถูกต้องเป็นประโยชน์ต่อการสร้างและพัฒนาแบบวัด สรุปดังกรอบแนวคิดการวิจัยในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 41 ที่เรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 300 คน

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความหมายของการคิดวิเคราะห์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ สภาพปัญหาการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ เครื่องมือและวิธีการวัดและประเมินผลการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ คำบรรยายลักษณะของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถคิดวิเคราะห์

คำถามและการตอบคำถามสำหรับใช้ทดสอบผู้เรียนว่ามีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ การแบ่งระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยสัมภาษณ์นักวิชาการด้านการสอนวิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 2 คน ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 7 คน ผู้อำนวยการโรงเรียน 2 คน และศึกษานิเทศก์ 2 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน (construct map) จำนวน 2 มิติ ได้แก่แผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปใช้และแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ โดยแผนที่ภาวะสันนิษฐานประกอบด้วยระดับความสามารถ คำบรรยายความสามารถและคำบรรยายคำตอบของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1

ระยะที่ 2 การสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบด้วยตนเองจากคำถามที่กำหนดให้ โดยเริ่มจากการกำหนดลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (item specification) ให้สอดคล้องกับแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่พัฒนาขึ้น มีผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 10 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบ กำหนดระยะเวลาในการทำข้อสอบ การปรับปรุงคุณภาพของข้อสอบโดยผ่านการสะท้อนคุณภาพจากการนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 100 คน ตรวจสอบคำตอบที่เขียนบรรยายคำตอบจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน คำบรรยายคำตอบของผู้เรียนแสดงถึงระดับความสามารถของผู้เรียน รวบรวมคำตอบที่ผู้เรียนเขียนบรรยายคำตอบ แล้วนำคำตอบมาจัดกลุ่มตามระดับความสามารถ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของคำตอบจากโครงสร้างในแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งคำตอบเหล่านี้จะถูกนำไปสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบที่ผู้วิจัยจะดำเนินการพัฒนาในระบต่อไป

ระยะที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการนำข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของ

ผู้เรียน ในรูปแบบข้อสอบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก ทดลองใช้โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตจังหวัดกำแพงเพชร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 41 จำนวน 300 คน เพื่อนำผลการทดสอบมาทำการวิเคราะห์พิจารณาคุณลักษณะและคุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ดังนี้ 1) หลักฐานความเที่ยง ได้แก่ ค่าความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha ค่าความเที่ยงแบบ Person ค่าความเที่ยงแบบ EAP/PV และค่าความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งแบบวัด (Split-half Method) 2) หลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างภายใน โดยการหาค่าสถิติ Infit MNSQ และค่า t โดยค่าสถิติ Infit ตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบข้อสอบแต่ละข้อกับข้ออื่นพิจารณาจากสถิติทดสอบความสอดคล้องแบบถ่วงน้ำหนัก (weighted fit) ด้วยค่า Mean square หรือ MNSQ โดยค่า infit ระหว่าง .75-1.33 ถือว่าเป็นช่วงที่ยอมรับได้ว่าได้งัดคุณลักษณะข้อสอบได้จากข้อมูลกับที่ประมาณได้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (Adams & Khoo, 1996; Wilson, Allen, & Li, 2006) ค่า t บ่งชี้ระดับความผันแปรของข้อมูลคำตอบข้อสอบแต่ละข้อตามทฤษฎีการวัดแบบวาสซ์หรือบ่งชี้ความเป็นเอกพันธ์ (homogeneity) ของคำตอบข้อสอบทั้งหมดที่กำหนดไว้ในโมเดลการวัดเดียวกัน ค่า t ควรจะอยู่ระหว่าง -2 และ +2 (Smith, Schumacker, & Busch, 1995; Wright, Mead, & Bell, 1980) และ 3) หลักฐานของความเที่ยงของขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) เพื่อนำผลที่ได้มาพัฒนาโมเดลภาวะสันนิษฐานให้เหมาะสมกับระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้โปรแกรม ConstructMap

ผลการศึกษา

ผลวิเคราะห์แนวคิด/ทฤษฎีเพื่อการสร้างโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ คือ ทฤษฎีการคิดของบลูม (Bloom, 1956) แนวคิดของแอนเดอร์สันและ แครทไฮ (Anderson & Krathwohl, 2001) แนวคิดของไซน์เนอร์และลิสตัน (Zeichner & Liston, 1987) และทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001) ผู้วิจัยวิเคราะห์และจัดระดับความสามารถของการคิดวิเคราะห์ สร้างโมเดลภาวะสันนิษฐาน

ทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งระดับความสามารถได้ 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นเบื้องต้น ชั้นพื้นฐาน ชั้นเชี่ยวชาญ ชั้นสูง ดังภาพที่

โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ประกอบด้วยแผนที่ภาวะสันนิษฐาน 2 มิติ คือ มิติที่ 1 การให้เหตุผล (justification dimension) ประกอบด้วย 4 ระดับชั้นความสามารถ เรียงตามลำดับจากต่ำไปสูงดังนี้ ชั้น 1 การรับรู้ (perception) ชั้น 2 การมีเหตุผล (reasoning) ชั้น 3 การให้เหตุผล (explaining) และชั้น 4 การสรุปเหตุผลสัมพันธ์ (summarizing) ดังภาพที่ 3 ในมิติที่ 2 การนำไปประยุกต์ใช้ (application dimension) ประกอบด้วย 4 ระดับชั้น คือ ชั้น 1 การจดจำ (remembering) ชั้น 2 การปฏิบัติตาม (complying) ชั้น 3 การนำไปใช้ (applying) และชั้น 4 การประยุกต์ใช้ (advanced applying) ดังภาพที่ 4 โดยระดับชั้นเกิดจากการสังเคราะห์องค์ประกอบตัวแปรความสามารถของการคิดวิเคราะห์ แต่ละมิติประกอบด้วยคำที่แสดงออกถึงพฤติกรรม บ่งบอกถึงความสามารถที่แตกต่างกันเริ่มตั้งแต่ระดับง่าย (ด้านล่างสุดของภาพ) สู่ระดับยาก (ด้านบนสุดของภาพ) ลูกศรชี้ขึ้นจากด้านล่างสู่ด้านบนแสดงถึงระดับความยากที่สะสมเพิ่มขึ้นและระดับความสามารถที่ใช้ทำข้อสอบก็จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อข้อสอบยากขึ้นเส้นลูกศรนี้ทำหน้าที่เป็นสเกลที่บอกตำแหน่งของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม ที่สามารถตอบข้อสอบที่ยากง่ายแตกต่างกัน เมื่อระบุค่าสำหรับระดับความสามารถบนแผนที่ภาวะสันนิษฐานในแต่ละมิติแล้ว จากนั้นระบุคำบรรยายความสามารถ ระบุคำบรรยายคำตอบ จากแนวคิดโครงสร้างผลการเรียนรู้ตามอนุกรมวิธานแบบโซโล (SOLO taxonomy) (มารุต พัฒนาผล, 2557)

ระดับ
ความสามารถ

คำบรรยายความสามารถ

ขั้นสูง
(Advanced)

เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และวิเคราะห์สาระสำคัญ สามารถอธิบายความเชื่อมโยงและสรุปความรู้จากการใช้เหตุผลที่ถูกต้อง โดยแยกแยะข้อมูลที่มีความซับซ้อน เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สัมพันธ์กันกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่างๆ แล้วสรุปเป็นข้อค้นพบที่ถูกต้อง นำไปใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้ง มีวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายและซับซ้อน ออกแบบแนวทางและให้ข้อเสนอแนะหรือทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้ นำไปประยุกต์ใช้ในทุกสถานการณ์หรือเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่

ขั้นเชี่ยวชาญ
(Proficient)

เข้าใจหลักการและสาระสำคัญ สามารถอธิบายความรู้ โดยใช้เหตุผลแยกแยะข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และความรู้ต่างๆ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์แล้วสรุปเป็นข้อค้นพบที่ถูกต้อง ใช้หลักการและความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแก้ไขสถานการณ์ได้

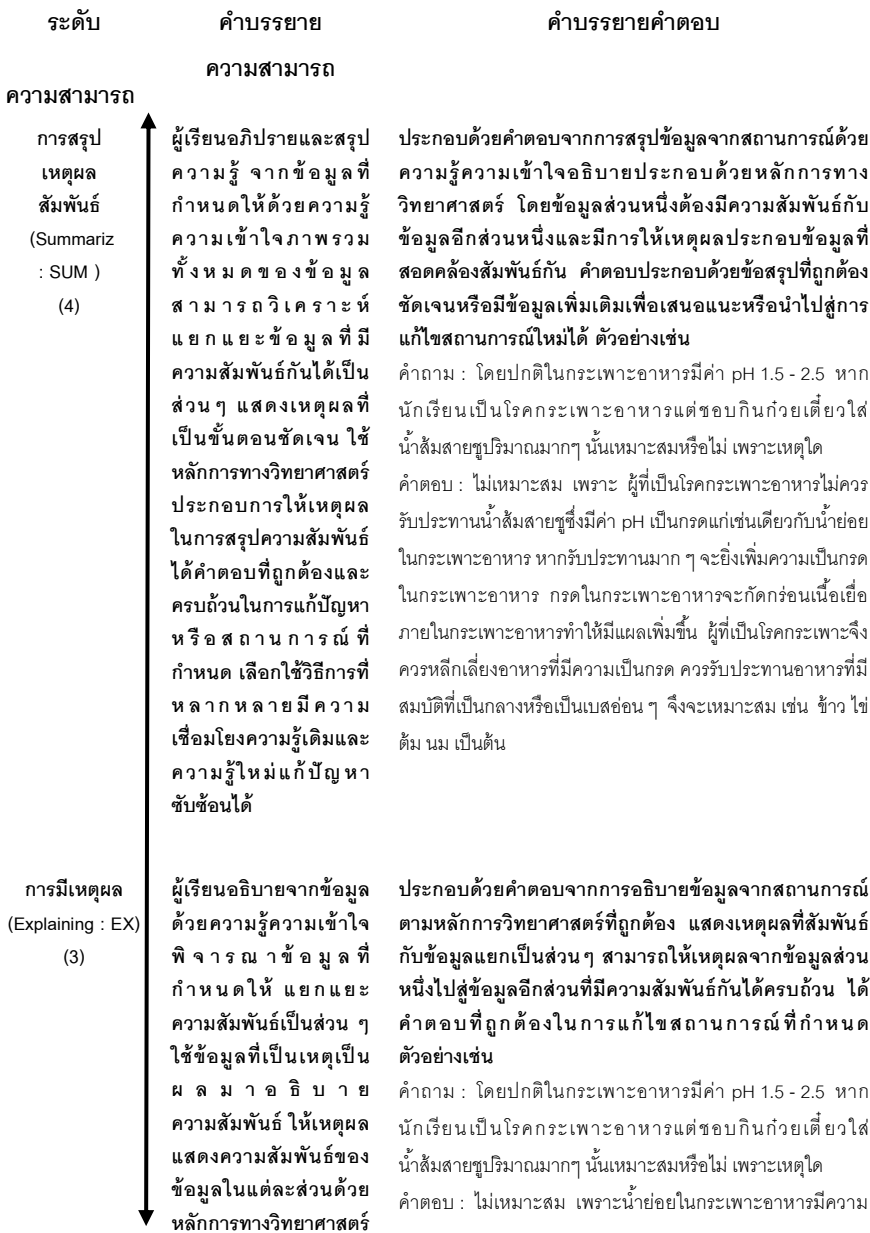
ขั้นพื้นฐาน
(Basic)

มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงข้อมูลพื้นฐานที่ง่ายต่อการเข้าใจ ข้อมูลพื้นฐานที่ง่ายต่อการเข้าใจแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลได้ นำข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นมาอ้างอิงเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อค้นพบ ใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์บางส่วนแก้ปัญหาในสถานการณ์ทั่วไปในบริบทของข้อมูลทางวิทยาศาสตร์

ขั้นเบื้องต้น
(Beginning)

มีความรู้พื้นฐานจากความรู้เดิมที่ไม่มากพอหรือคลาดเคลื่อนไม่สามารถแสดงเหตุผลหรือบอกความสัมพันธ์จากข้อมูล สามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายๆ หรือความรู้เพียงบางส่วนในการแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่ง่ายๆ หรือคุ้นเคย

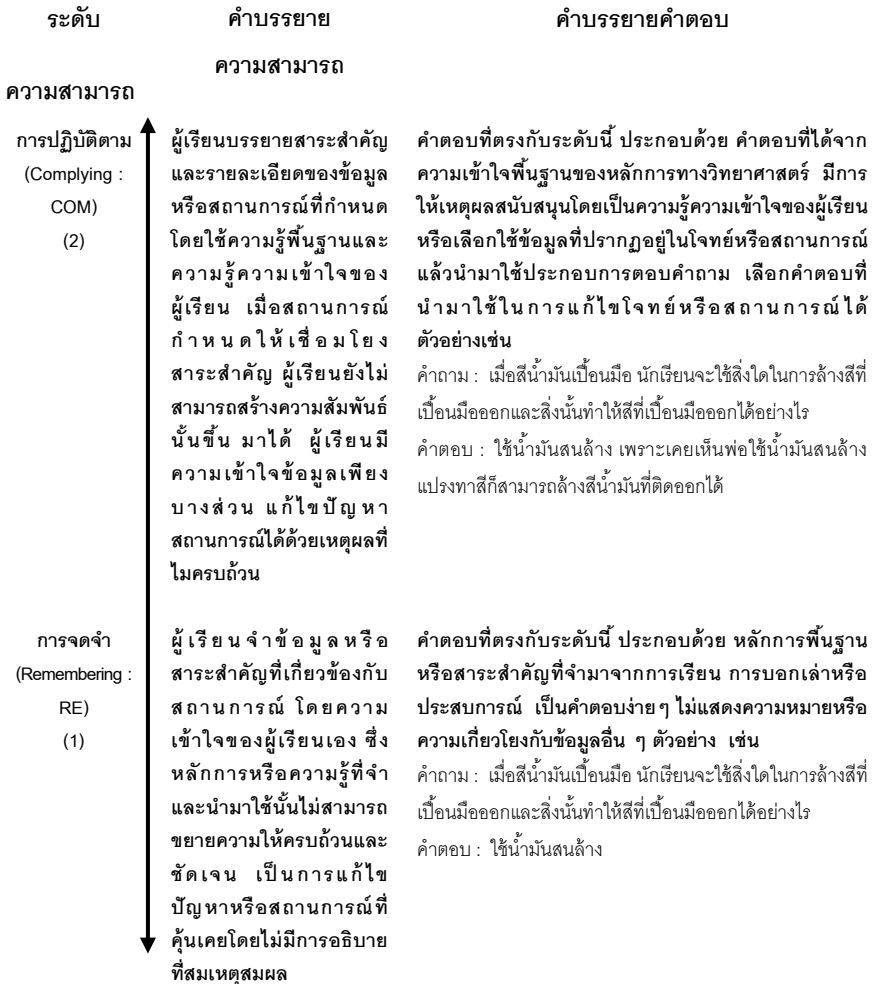
ภาพที่ 2 โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของ
ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ระดับ	คำบรรยาย	คำบรรยายคำตอบ
ความสามารถ	ความสามารถ	
	ได้คำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ที่กำหนด ใช้วิธีการที่ถูกต้องแก้ปัญหาได้	เป็นกรด ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะไม่ควรใส่น้ำส้มสายชูในอาหาร เพราะน้ำส้มสายชูเป็นกรด หากรับประทานเข้าไปในกระเพาะจะมีค่าความเป็นกรดสูงขึ้นจะกัดกร่อนเนื้อเยื่อกระเพาะอาหารทำให้มีแผลเพิ่มขึ้นได้
การเข้าใจเหตุผล (Reasoning : RE) (2)	ผู้เรียนบรรยายสาระสำคัญของข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนด ผู้เรียนเข้าใจข้อมูลเป็นส่วน ๆ ใช้ความรู้พื้นฐานเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือแสดงเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล เป็นการแสดงเหตุผลขั้นพื้นฐานไม่ซับซ้อน ได้คำตอบที่นำไปแก้ปัญหาได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากความเข้าใจพื้นฐานของหลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการให้เหตุผลประกอบ โดยเป็นเหตุผลตามความเข้าใจของผู้เรียนหรือใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาเป็นข้อมูลในการตอบ คำตอบที่ได้ อาจมีข้อมูลที่ไม่ชัดเจนไม่ครบถ้วน หรือเป็นการให้ข้อสรุปที่ได้ไม่ตรงตามหลักการ ตัวอย่างเช่น คำถาม : โดยปกติในกระเพาะอาหารมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนเป็นโรคกระเพาะอาหารแต่ชอบกินกล้วยเดี่ยวใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมากๆ นั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะ คนที่เป็นโรคกระเพาะอาหารไม่ควรกินอาหารที่เป็นกรด
การรับรู้ (Perception : PC) (1)	ผู้เรียนบอกหรือระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องในสาระสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลในการตอบคำถามด้วยความรู้เดิม ตามความเข้าใจของผู้เรียนเองจากความคุ้นเคยหรือสถานการณ์ซ้ำๆ ตอบคำถามได้เพียงบางส่วน คำตอบไม่ชัดเจน ไม่สามารถให้เหตุผลขยายความเพื่อนำไปสู่การแสดงความสัมพันธ์ได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากข้อมูลจากความจำซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนจำในตำรา การสอน การพบเห็นในชีวิตประจำวัน มีข้อมูลจำกัด ตอบสั้นๆ ง่าย ๆ ไม่ครบถ้วน ไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับข้อมูลอื่นได้ แสดงเหตุผลที่ไม่สอดคล้องหรือไม่ได้แสดงความพยายามในการให้เหตุผล ตัวอย่างเช่น คำถาม : โดยปกติในกระเพาะอาหารมีค่า pH 1.5 - 2.5 หากนักเรียนเป็นโรคกระเพาะอาหารแต่ชอบกินกล้วยเดี่ยวใส่น้ำส้มสายชูปริมาณมากๆ นั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด คำตอบ : ไม่เหมาะสม เพราะน้ำส้มสายชูเปรี้ยว เป็นสารอันตรายหรืออาจตอบเพียงสั้นๆ ว่าไม่เหมาะสม

ภาพที่ 3 แผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผล

ระดับ	คำบรรยาย	คำบรรยายคำตอบ
ความสามารถ		
การประยุกต์ใช้ (Advanced applying : ADV) (4)	ผู้เรียนอภิปรายและสรุปความรู้จากข้อมูลที่กำหนด โดย การ เชื่อมโยง ความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์สาระสำคัญในทุกส่วนของข้อมูล ใช้การอภิปรายด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนข้อมูลเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป และใช้ความรู้แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ในรูปแบบต่างๆ ทั้งง่ายและซับซ้อน ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ด้วยวิธีการที่เหมาะสม ออกแบบแนวทาง ให้ข้อเสนอแนะและทำนายผลที่จะเกิดขึ้นได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากการสรุปข้อมูลด้วยความเข้าใจโจทย์หรือสถานการณ์ที่กำหนด เป็นคำตอบที่ได้จากการเชื่อมโยงความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์แล้วนำมาใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์และนำไปสู่การให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม นำทุกส่วนมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นความคิดแบบรวบยอด คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่าความรู้ที่ได้จากสถานการณ์หนึ่งถูกนำไปใช้กับอีกสถานการณ์หนึ่งได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างเช่น คำถาม : เมื่อน้ำมันบนมือ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสียที่เปื้อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สียที่เปื้อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันส้น เพราะน้ำมันส้นเป็นตัวทำลายที่สามารถดึงอนุภาคของน้ำมันออกมาได้ดีจึงนิยมใช้ผสมกับสียน้ำมันสำหรับทาสีต่างๆ เพื่อลดความเข้มข้นของสียน้ำมันและช่วยให้สามารถทาบนพื้นผิวได้เรียบยิ่งขึ้นไม่เหนียวจนเกินไปและเคยเห็นพ่อใช้น้ำมันส้นในการล้างแปรงทาสีเมื่อใช้งานเสร็จ น้ำมันส้นจึงสามารถนำมล้างสียที่เปื้อนมือออกได้ดีเช่นกัน
การนำไปใช้ (Applying : APP) (3)	ผู้เรียนอธิบายหลักการและสาระสำคัญจากข้อมูลที่กำหนด ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานประกอบการอธิบายเพื่อแสดงเหตุผลที่ใช้ในการเชื่อมโยงหลักการเข้ากับสาระสำคัญของข้อมูลนำไปใช้ถูกต้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด ใช้หลักการและความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นแก้ไขสถานการณ์ได้	ประกอบด้วยคำตอบที่ได้จากการอธิบายด้วยความเข้าใจโจทย์หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยหลักการที่นักเรียนนำไปใช้แก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์และให้คำอธิบายเหตุผลของการใช้หลักการเหล่านั้นเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยข้อมูลที่มีความเชื่อมโยงกัน นำไปสู่การแก้ปัญหาก็ได้ ตัวอย่างเช่น คำถาม : เมื่อน้ำมันบนมือ นักเรียนจะใช้สิ่งใดในการล้างสียที่เปื้อนมือออกและสิ่งนั้นทำให้สียที่เปื้อนมือออกได้อย่างไร คำตอบ : ใช้น้ำมันส้นล้างออกได้เพราะน้ำมันส้นเป็นตัวทำลายที่นิยมใช้ในการผสมสียน้ำมัน เมื่อน้ำมันส้นเป็นตัวทำลายสียน้ำมัน ก็สามารถนำน้ำมันส้นมาล้างสียที่เปื้อนมือออกได้เช่นกัน



ภาพที่ 4 แผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้

จากการดำเนินงานข้างต้น ผู้วิจัยสร้างข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในรูปแบบข้อสอบแบบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ข้อที่ 1-20 วัดมิติการให้เหตุผล ข้อที่ 21-40 วัดมิติการนำไปประยุกต์ใช้ ข้อสอบทุกข้อมีความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าระหว่าง .80 - 1.00 นำรูปแบบคำตอบจากข้อสอบเขียนตอบมาสร้าง

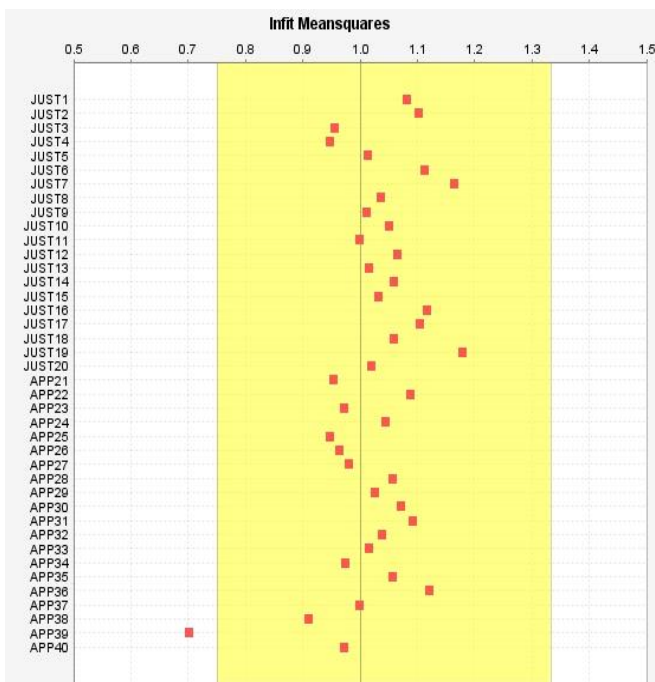
เป็นตัวเลือก จากข้อสอบแบบเขียนตอบเปลี่ยนเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่าความเที่ยงที่พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง จากความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha ของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ .74 แสดงให้เห็นว่าผลการตอบข้อสอบของนักเรียนคงเส้นคงวาและมีนักเรียนแต่ละคนตอบคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ค่าความเที่ยงแบบ Person separation เป็นค่าความเที่ยงแบบแยกส่วนของผู้สอบ ซึ่งคล้ายคลึงกับความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha (Engelhard, 2002 ; Myford & Wolf, 2003) มีค่าเท่ากับ .69 นอกจากนี้ค่าความเที่ยงแบบ EAP/PV ซึ่งเป็นสัดส่วนของความแปรปรวนที่อธิบายได้จากโมเดลการวัดของการวิจัยนี้ เท่ากับ .74 เมื่อพิจารณาค่าความเที่ยงทั้งหมดพบว่าผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ .70 (Cronbach, 1990) และมีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์ดังกล่าว นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับเครื่องมือวิจัยที่อยู่ในขั้นตอนการพัฒนาที่ระดับ .60 (Nunnally, 1967) พบว่าค่าความเที่ยงผ่านเกณฑ์ดังกล่าว ค่าความเที่ยงแบบวิธีแบ่งครึ่งแบบวัด (Split-half Method) เป็นค่าความสัมพันธ์ของข้อสอบแบบวิธีแบ่งครึ่งข้อคู่ข้อคือเท่ากับ .78 มีความสัมพันธ์กันในระดับดีและแบบครึ่งฉบับแรกครึ่งฉบับหลังมีค่าเท่ากับ .49 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำหลักฐานความตรงที่พิจารณาจากค่าสถิติ Infit MNSQ และค่า t โดยค่าสถิติ infit ระหว่าง .75-1.33 ถือว่าเป็นช่วงที่ยอมรับได้ และค่า t บ่งชี้ระดับความผันแปรของข้อมูลคำตอบข้อสอบแต่ละข้อ ควรจะอยู่ระหว่าง -2 และ +2 (Smith, Schumacker, & Busch, 1995; Wright, Mead, & Bell, 1980) ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบโดยพิจารณาค่า MNSQ และค่า t

ข้อสอบ	สถิติ <i>infit</i>		ผลการพิจารณา
	MNSQ	t	
JUST1	1.08	1.2	น่าพอใจ
JUST2	1.10	1.6	น่าพอใจ
JUST3	0.96	-0.7	น่าพอใจ
JUST4	0.95	-0.8	น่าพอใจ
JUST5	1.01	0.2	น่าพอใจ
JUST6	1.11	1.6	น่าพอใจ
JUST7	1.16	2.4	ดีดทิ้ง
JUST8	1.04	0.5	น่าพอใจ
JUST9	1.01	0.2	น่าพอใจ
JUST10	1.05	0.8	น่าพอใจ
JUST11	1.00	0.0	น่าพอใจ
JUST12	1.06	1.0	น่าพอใจ
JUST13	1.02	0.3	น่าพอใจ
JUST14	1.06	0.9	น่าพอใจ
JUST15	1.03	0.5	น่าพอใจ
JUST16	1.12	1.7	น่าพอใจ
JUST17	1.10	1.5	น่าพอใจ
JUST18	1.06	0.9	น่าพอใจ
JUST19	1.18	2.6	ดีดทิ้ง
JUST20	1.02	0.3	น่าพอใจ

ข้อสอบ	สถิติ <i>infit</i>		ผลการพิจารณา
	MNSQ	t	
21	0.95	-0.7	น่าพอใจ
22	1.09	1.5	น่าพอใจ
23	0.97	-0.4	น่าพอใจ
24	1.04	0.7	น่าพอใจ
25	0.95	-0.8	น่าพอใจ
26	0.96	-0.5	น่าพอใจ
27	0.98	-0.3	น่าพอใจ
28	1.06	0.8	น่าพอใจ
29	1.03	0.4	น่าพอใจ
30	1.07	1.0	น่าพอใจ
31	1.09	1.4	น่าพอใจ
32	1.04	0.6	น่าพอใจ
33	1.01	0.2	น่าพอใจ
34	0.97	-0.4	น่าพอใจ
35	1.06	0.9	น่าพอใจ
36	1.12	1.7	น่าพอใจ
37	1.00	-0.0	น่าพอใจ
38	0.91	-1.4	น่าพอใจ
39	0.70	-5.2	ดีดทิ้ง
40	0.97	2.4	ดีดทิ้ง

มีข้อสอบ 36 ข้อ ที่มีค่า *infit* อยู่ระหว่าง .75 ถึง 1.33 และมีค่า *t* อยู่ระหว่าง -2 ถึง +2 ข้อ JUST 7, JUST19, APP39 และ APP40 เป็นข้อสอบที่ไม่อยู่ในค่าเกณฑ์ทั้งสอง ข้อสอบทั้ง 4 ข้อนี้จึงควรตัดออกจากแบบสอบ ตัวอย่าง เช่น จากภาพที่ 5 ข้อที่ APP39 มีค่า *infit* เท่ากับ 0.72 จึงไม่ผ่านเกณฑ์การพิจารณา



หมายเหตุ : JUST คือ ข้อสอบในมิติการให้เหตุผล / APP คือ ข้อสอบในมิติการนำไปประยุกต์ใช้

ภาพที่ 5 กราฟค่าสถิติ Infit

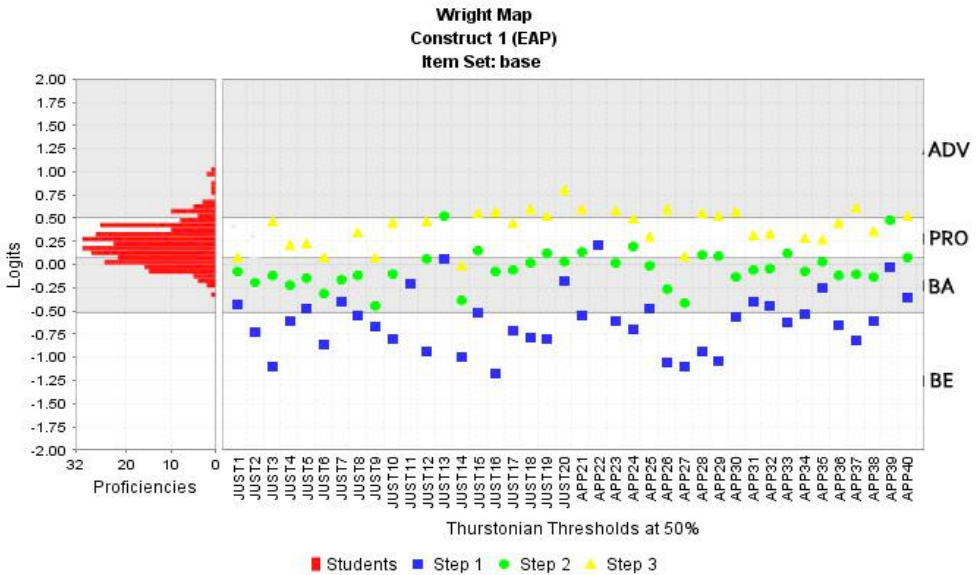
ผลการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ด้วยขอบเขตเกณฑ์ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยของค่าประมาณความยากลำดับขั้น (Estimated Item Thresholds) พบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับการคิดวิเคราะห์ คือ ระดับขั้นเบื้องต้น หมายถึง นักเรียนที่มีค่าความสามารถต่ำกว่า -0.52 ระดับขั้นพื้นฐาน หมายถึง นักเรียนที่มีค่าความสามารถระหว่าง -0.52 ถึง 0.06 ระดับขั้นเชี่ยวชาญ หมายถึง นักเรียนที่มีค่าความสามารถระหว่าง 0.07 ถึง 0.50 และระดับขั้นสูง หมายถึง นักเรียนมีค่าความสามารถมากกว่า 0.50 รายละเอียดของค่าความยากลำดับขั้น แสดงในตารางที่ 2 และขอบเขตเกณฑ์แสดงในภาพที่ 6

ตารางที่ 2 ค่าประมาณความยากลำดับชั้น

ข้อสอบ	ความยาก ข้อสอบ	ความยากลำดับชั้น		
		ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3
JUST1	-0.2	-0.33	0.02	0.17
JUST2	0.49	0.12	0.38	
JUST3	-0.49	-1	-0.02	0.57
JUST4	-0.31	-0.5	-0.12	0.31
JUST5	-0.09	-0.38	-0.04	0.32
JUST6	-0.83	-0.77	-0.22	0.18
JUST7	-0.36	-0.3	-0.06	
JUST8	0.03	-0.46	-0.01	0.44
JUST10	-0.18	-0.7	0	0.55
JUST11	-0.11			
JUST12	-0.19	-0.84	0.16	0.56
JUST13	0.79	0.16	0.62	
JUST14	-1.15	-0.89	-0.29	0.08
JUST15	0.44	-0.41	0.25	0.65
JUST16	-0.42	-1.08	0.02	0.67
JUST17	-0.06	-0.62	0.04	0.54
JUST18	0.09	-0.7	0.12	0.7
JUST19	0.07	-0.71	0.23	0.62
JUST20	1.07	-0.07	0.13	0.91
APP21	0.46	-0.45	0.24	0.7
APP22	0.3			
APP23	0.28	-0.51	0.12	0.68

ข้อสอบ	ความยาก ข้อสอบ	ความยากลำดับขั้น		
		ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3
APP24	0.21	-0.6	0.3	0.6
APP25	1.48	-0.37	0.09	0.4
APP26	-0.43	-0.96	-0.16	0.7
APP27	-1.16	-1.01	-0.31	0.18
APP28	-0.06	-0.84	0.2	0.64
APP29	1.23	-0.94	0.19	0.62
APP30	0.22	-0.46	-0.04	0.66
APP31	0.16	-0.3	0.04	0.41
APP32	0.14	-0.34	0.06	0.43
APP33	-0.31	-0.53	0.22	
APP34	-0.05	-0.43	0.02	0.39
APP35	0.33	-0.15	0.12	0.37
APP36	-0.02	-0.55	-0.02	0.55
APP37	0.03	-0.72	-0.01	0.71
APP38	-0.07	-0.5	-0.04	0.46
APP39	0.64	0.08	0.57	
APP40	0.55	-0.25	0.18	0.62
ค่าเฉลี่ย	0.047	-0.523	0.069	0.502

จากการกำหนดขอบเขตเกณฑ์ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ บนแผนที่ Wright ในภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถแบ่งระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้เหมาะสม



หมายเหตุ Level ADV คือ ระดับขั้นสูง (Advanced) / Level PRO คือ ระดับขั้นเชี่ยวชาญ (Proficient)

Level BA คือ ระดับขั้นพื้นฐาน (Basic) / Level BE คือ ระดับขั้นเบื้องต้น (Beginning)

ภาพที่ 6 ขอบเขตเกณฑ์ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน

สรุปและอภิปรายผล

ความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนมีองค์ประกอบแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์และการนำไปใช้ แต่จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันจนสามารถจัดเป็นกลุ่มตามความหมายได้ ดังนี้ การคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยหลักการ 3 ด้าน คือ 1) หลักการแยกแยะหรือแยกย่อยให้รายละเอียด 2) หลักการให้เหตุผลระบุความสัมพันธ์ และ 3) หลักการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งหลักการแยกแยะหรือแยกย่อยให้รายละเอียดเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่ผู้เรียน

วิทยาศาสตร์ต้องมียุติและแฝงอยู่ในความสามารถเพื่อนำไปสู่ทักษะขั้นสูง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้หลักการเพียง 2 ด้าน คือ หลักการให้เหตุผลระบุนความสัมพันธ์ และหลักการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลและแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ โดยโมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ เป็นโครงสร้างทั่วไปของแผนที่ภาวะสันนิษฐานการให้เหตุผลและแผนที่ภาวะสันนิษฐานการนำไปประยุกต์ใช้ โมเดลนี้เกิดจากวิเคราะห์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและประสบการณ์ของผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีการตรวจสอบองค์ประกอบของโครงสร้างในมิติต่าง ๆ พบว่ามีความเหมาะสมของคำตอบ แผนที่ภาวะสันนิษฐานจึงถูกนำไปใช้สร้างข้อสอบ และตรวจสอบความถูกต้องด้วยทฤษฎีการวัดของราสส์ ผลวิเคราะห์ที่ได้จะถูกนำไปใช้ปรับปรุงแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ได้ออกแบบไว้ในระยะที่ 1

ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีความเที่ยงจากค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง พบว่าความเที่ยงแบบ Cronbach's alpha ของข้อสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นว่าผลการตอบข้อสอบของนักเรียนคงเส้นคงวาและมีนักเรียนแต่ละคนตอบคำถามเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ค่าความเที่ยงแบบ Person separation เป็นค่าความเที่ยงแบบแยกส่วนของผู้สอบมีค่าเท่ากับ .69 ค่าความเที่ยงแบบ EAP/PV เป็นสัดส่วนของความแปรปรวนที่อธิบายได้จากโมเดลการวัดของงานวิจัยนี้ เท่ากับ .74 เมื่อพิจารณาความเที่ยงทั้งหมด พบว่าผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้และมีค่าใกล้เคียงกับเกณฑ์ดังกล่าว ยอมรับได้สำหรับเครื่องมือวิจัยที่อยู่ในขั้นตอนพัฒนาพบว่าความเที่ยงผ่านเกณฑ์ด้วย ผลจากการตรวจสอบคุณภาพข้อสอบจากความสอดคล้องของคำตอบข้อสอบแต่ละข้อกับข้อสอบข้ออื่นที่วัดความสามารถคิดวิเคราะห์ พบว่าข้อสอบผ่านเกณฑ์การพิจารณาทั้ง 2 ค่า จำนวน 36 ข้อ

จากผลการตรวจสอบโมเดลภาวะสันนิษฐานการคิดวิเคราะห์มี 4 ระดับ ได้แก่ ระดับขั้นเบื้องต้น หมายถึง ผู้เรียนที่มีค่าความสามารถ (θ) ต่ำกว่า -.52 ระดับขั้นพื้นฐาน หมายถึง ผู้เรียนที่มีค่าความสามารถ (θ) ระหว่าง -.52 ถึง .06 ระดับขั้น

เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้เรียนที่มีค่าความสามารถ (θ) ระหว่าง .07 ถึง .50 และระดับ
ขั้นสูง หมายถึง นักเรียนมีค่าความสามารถ (θ) สูงกว่า .50

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นตัวอย่างของการวัดการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบของคำถามที่มีคำตอบแบบหลายค่าลดหลั่นกันตามระดับความสามารถ โดยตัวเลือกจะได้อาจมาจากการตอบสนองต่อข้อคำถามแบบปลายเปิดแล้วนำมาสังเคราะห์เป็นคำตอบที่เป็นตัวเลือกในข้อคำถามให้กับผู้เรียน หากผู้สนใจต้องการวัดตัวแปรเดียวกันนี้ก็สามารถนำแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้สร้างข้อคำถามในเนื้อหาวิชาส่วนอื่นๆ ได้

2. แผนที่ภาวะสันนิษฐานของการวิจัยนี้ที่ประกอบด้วยความสามารถของผู้เรียน 4 ระดับไม่สามารถสรุปว่าเป็นโครงสร้างที่ดีที่สุด แต่เป็นโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดโครงสร้างหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหลัก วิธีการที่ผู้วิจัยใช้อยู่บนพื้นฐานของหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยจึงมั่นใจว่าแผนที่ภาวะสันนิษฐานที่พัฒนาขึ้นนี้สะท้อนความสามารถของผู้เรียน สะท้อนการตอบของผู้เรียน แผนที่ภาวะสันนิษฐานจึงช่วยชี้แนะผู้ออกข้อสอบว่าข้อสอบและตัวเลือกที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละชั้นควรมีลักษณะอย่างไร ซึ่งเท่ากับว่าเป็นการส่งเสริมความเชี่ยวชาญของผู้สร้างข้อสอบให้สามารถระบุความสามารถนักเรียนที่ต้องการวัดได้แม่นยำมากขึ้น

3. ผู้วิจัยพัฒนาขอบเขตเกณฑ์ (criterion zone) ระดับความสามารถคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนวิทยาศาสตร์บนแผนที่ Wright ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าววิเคราะห์ภายใต้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากข้อสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น หากมีการออกแบบเครื่องมือใหม่ในรูปแบบอื่นๆ โดยใช้โมเดลภาวะสันนิษฐานทางทฤษฎีการคิดวิเคราะห์เดียวกันนี้ เกณฑ์คะแนนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ.(2551).**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช**

2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2555).**แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ**

การคิด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช

2551 **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์.(2546).**ภาพอนาคตและคุณลักษณะของคนไทยที่พึง**

ประสงค์. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

มารุต พัฒนาผล. (2557).**การจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างการรู้คิดและความสุข**

ในการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : จรัสสินทองส์การพิมพ์.

ปริญญา กาลายศ. (2556).**การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์**

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่

การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา).

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2548). **สอนอย่างไรให้คิดเป็น**. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

วีรภัทร์ สุขศิริ. (2557). **การสร้างแผนที่ตัวแปรเชิงทฤษฎี : แนวทางการสร้างโมเดล**

ความคิดในระบบการประเมินที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ. วารสารวิจัยและ

พัฒนาหลักสูตร, 4(1), 46-66.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ.(2556). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.**

หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้.

4(1) 55-63.

อมรวิทย์ นาครทรรพ. (2559). **ความฝันของแผ่นดิน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ตะวันออก

Adams, R. J., & Khoo, S-T. (1996).Quest: The interactive test analysis system.

Camberwell, Australia :Australian Council for Educationak Research.

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York : Addison Wesley Longman.
- Brown, N., & Wilson, M. (2011). A model of cognition: The missing cornerstone of assessment. **Educational Psychological Review**, 23(2), 221-234.
- Bloom, B . (1956). **Taxonomy of education objectives handbook I: Cognitive domain**. New York : David McKay Company.
- Cronbach, L. J. (1990). **Essentials of psychological testing**. (5th ed). New York : Harper Collins Publishers.
- Engelhard, George Jr.; & Myford, Carrol M.(2003).**Monitoring Faculty Consultant Performance In the Advance Placement English literature and Composition Program with Many Faceted Rasch Model**. USA : College Entrance Examination Board.
- Marzano, R. J. (2001).**Desinging a new taxonomy of educational objectives**. California : Corwin Press.
- Mislevy, R. J. (1996).Test theory reconceived.**Journal of Educational Measurement**, 33(4), 379-416.
- National Research Council (2001). **Knowing what students know: The science and design of educational assessment**.Committee on the Foundations of Assessment. J. Pellegrino, N. Chudowsky, & R. Glaser (Eds). Washington, DC: National Academy Press.
- Nunnally, J. (1967). **Psychometric methods**. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Schiever, Shirly W. (1991). **A Comprehensive Approach to Teaching Thinking**. Boston : Allyn and Bacon.
- Smith, R. M., Schumacker, R. E., & Busch, M. J. (1995). **Using item mean squares to evaluate fit to the Rasch model**. Paper presented at the

annual meeting of the American Educational Research Association. San Francisco, CA.

Stetnberg, Robert J.(1997).**Thinking styles cambridge** :Cambridge University Press.

William J. Boone.(2016).Rasch Analysis for Instrument Development : Why,When, and How ?. **CBE life sciences education**, 15(4), rm4

Wilson, M. (2005). **Constructing measures: An item response modeling approach**. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Wilson, M., Bejar, I., Scalise, K., Templin, J., William, D., & Irribarra, D. T. (2012). Perspectives on methodological issues. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), **Assessment and teaching of 21st century skills** (pp. 67-141). New York, NY: Springer.

Wright, B. D., Mead, R. J., & Bell, S. R. (1980).**BICAL : Calibrating items with the Rasch model**. Chicago, IL: Research Memorandum.

Zeichner, K.& Liston, D. (1987). Teaching student teachers to reflect. **Harvard Educational Review**, 57(1), 23-48.