



วารสารอิเล็กทรอนิกส์

ทางการศึกษา

การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์สำหรับวัดความสามารถในการใช้วิธีการทาง  
วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎี  
การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

COMPARISON OF RELIABILITY OF MODIFIED ESSAY QUESTION TEST FOR MEASURING THE  
ABILITIES IN USING SCIENTIFIC METHOD IN PHYSIC UNDER DEFFERENT NUMBERS OF  
EVENT AND RATER: AN APPLICATION OF GENERALIZABILITY THEORY

นายสุภชาติ ผดุงผล \*

Mr.Suphachit Phadungphon

รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนากานนท์ \*\*

Assoc. Prof. Kamonwan Tangdhanakanond, Ph.D.

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทาง  
วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ 2) เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการ  
ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี  
การสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 94 คน เครื่องมือที่ใช้  
ในการวิจัยคือ แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ใน  
งานวิจัยคือ Pearson's Product Moment Correlation และ G - Coefficient ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) แบบสอบ  
อัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีเหตุการณ์จำนวน 4  
เหตุการณ์ แต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนใน  
การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวัดและประเมินความสามารถ  
ในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่  
2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถใน  
การทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของ  
ทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล โดยมีค่าความเที่ยงของแบบสอบที่ได้จากผลการทดลองใช้แบบสอบ  
เท่ากับ 0.789 (2) ผลเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทาง  
วิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน พบว่า ความแปรปรวนของผู้สอบ  
มีค่าสูงที่สุด และมีค่าความเที่ยงสูงขึ้นเมื่อจำนวนเหตุการณ์เพิ่มขึ้นและจำนวนผู้ตรวจเพิ่มขึ้น

\* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: [suphachit27@hotmail.com](mailto:suphachit27@hotmail.com)

\*\* อาจารย์ประจำสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: [tkamonwan@hotmail.com](mailto:tkamonwan@hotmail.com)

ISSN 1905-4491

## Abstract

The purpose of this research were 1) to develop modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physic 2) to compare the reliability of the modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physic under defferent numbers of event and rater by application of Generalizability Theory. Sample were 94 mattayomsuksa 4 students. Research instruments were modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physic. Pearson's Product Moment Correlation and G - Coefficient were used to analyze the data. It was found that 1) The developed modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physic are 4 events, each with 5 questions, total 20 questions. Each question is in line with the abilities in using scientific method by the researcher to synthesize the ideas and research involved in measuring and assessing abilities. In the use of scientific methods, Question 1 of all events will measure the ability to identify problems. Question 2 of all events will measure the ability to hypothesize. Question 3 of all events will measure the ability to test hypotheses. Question 4 of every event will measure the ability to gather information. And question 5 of all events will measure the ability to draw conclusions. The test validity obtained from the test results was 0.789, 2) Result of the comparisons of reliability of modified essay question test for measuring the abilities in using scientific method in physic under difference numbers of event and rater revealed that under all of the conditions person variance was highest and higher reliability when the number of events increases and the number of raters increases.

**คำสำคัญ:** แบบสอบอัตนัยประยุกต์/ ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์/ ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

**KEYWORDS:** MODIFIED ESSAY QUESTION TEST/ ABILITIES IN USING SCIENTIFIC METHOD SKILL/ GENERALIZABILITY THEORY

## บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ความรู้แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งยวดทั้งในปัจจุบันและในอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ในบริบทของการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงานต่าง ๆ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะรู้และเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ดังนั้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้และกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำ

กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของนักการศึกษาหลายท่านที่เห็นพ้องต้องกันว่า การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาควรเน้นให้ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และใช้เพื่อแก้ปัญหาภายนอกห้องเรียนได้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2537; วนิดา ฉัตรวิราคม, 2537; วรรณทิพา รอดแรงเค้า, 2544; Hassard, 2008)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน โดยเริ่มจากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ แล้วรวบรวมเป็นข้อมูลมาระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานนั้น เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบใหม่หรือแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดสอบสมมติฐาน/ศึกษาค้นคว้า ขั้นรวบรวมข้อมูล และขั้นสรุปผล (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2531; ภพ เลหาไพบูลย์, 2537; ชูติมา วัฒนาศรี, 2541; ยุพา วีระไวทยะ และปรียา นพคุณ, 2544; อัจฉรา วิญญกุล, 2555; Carey, 2004; Karsai and Kampis, 2010; Harreid, 2010)

จะเห็นได้ว่า ในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ขั้นตอน ล้วนต้องมีการฝึกฝนและเรียนรู้จาก ผู้สอนในสถานศึกษาในแต่ละระดับชั้น มีการพัฒนาบ่มเพาะผู้เรียนให้เกิดขึ้นที่ละทักษะอย่างเป็นลำดับ ค่อย เป็นค่อยไป และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มีการระบุสมรรถนะสำคัญที่ ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต (กรมวิชาการ, 2546 ; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; วิชัย วงษ์ใหญ่, 2542) ถือได้ว่า ระบบ การศึกษาไทยก็มีความต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา และการใช้ชีวิต ซึ่ง สมรรถนะเหล่านี้ ล้วนสอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์และถ้าหากผู้เรียนมีความสามารถในการใช้วิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนั่นหมายความว่า ผู้เรียนมีสมรรถนะตามที่หลักสูตรแกนกลางฯ กำหนด

การวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือในการกระตุ้นให้นักเรียน แสดงศักยภาพดังกล่าวออกมา วิธีที่ดีที่สุดที่ควรนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ คือ การประเมินจากการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาตามเหตุการณ์ที่กำหนดให้ แต่เป็นที่ทราบกัน ดีว่าในการจัดการเรียนการสอนจริงไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเนื้อหาสาระที่ต้องให้นักเรียนเรียนรู้มีมากมาย หลากหลาย นอกจากนั้นครูยังจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวและคำนึงถึงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนของ การจัดการเรียนการสอน (จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี, 2557) และที่สำคัญครูแต่ละคนก็มีภาระงานอื่นที่ต้องรับผิดชอบ อีกทั้งจำนวนนักเรียนที่อยู่ในความรับผิดชอบก็มีมากเกินไปกว่าจะสามารถให้นักเรียนฝึกใช้วิธีการทาง วิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองได้ และถ้าครูใช้การประเมินความสามารถใน การแก้ปัญหาของนักเรียนผ่านการปฏิบัติจริงหรือจากเหตุการณ์จำลองเท่านั้น ก็อาจส่งผลทำให้การประเมิน ล้มเหลวได้ ดังนั้น ครูจึงควรเลือกการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพ ปัญหาและบริบท แบบสอบก็ถือเป็นเครื่องมือวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบ หนึ่งที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากจะสามารถแสดงให้เห็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหา ความรู้และแก้ปัญหาอย่างมีระบบและขั้นตอน จากวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับการประเมิน

การปฏิบัติแล้ว ยังมีความสะดวกในการจัดการสอบและประหยัดงบประมาณในการจัดสอบด้วย และแบบสอบที่นิยมนำมาใช้ในการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มักจะเป็นแบบสอบความเรียง ที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสนองศักยภาพของตนเองสูงสุด

แบบสอบอัตนัยประยุกต์ (Modified Essay Question, MEQ) เป็นแบบสอบความเรียงรูปแบบหนึ่ง แต่มีการเสนอกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วแทรกคำถามเป็นระยะ ๆ ผู้เรียนต้องใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการคิดหาคำตอบ และจะไม่สามารถกลับไปแก้คำตอบที่ทำผ่านไปแล้วได้ แบบสอบอัตนัยประยุกต์สามารถวัดความสามารถในระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การแก้ปัญหา สามารถวัดทักษะการแสดงความคิดเห็น การเรียบเรียงและสังเคราะห์ความคิดผ่านทาง การเขียน กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ในแนวลึก (deep approach learning) เพราะต้องเขียนตอบด้วยตนเอง ไม่มีตัวเลือกให้เลือก จึงทำให้สามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่แท้จริงของผู้เรียนได้ และจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ยังไม่มีผู้ใดนำแบบสอบอัตนัยประยุกต์มาใช้วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ยังมีปัญหาเรื่องจำนวนเหตุการณ์ที่ใช้ โดยพบว่าส่วนใหญ่แบบสอบที่ใช้มีจำนวนเหตุการณ์มากเกินไป ส่งผลให้แบบสอบมีจำนวนข้อย่อยมากตามไปด้วย ตัวอย่างเช่น แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ Feletti (1980) พัฒนาขึ้นมีจำนวนทั้งสิ้น 60 ข้อ แบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ สุพัฒตา ภูสอดสี (2553) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีจำนวน 8 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ และแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ดวงมณี หล้าคำดง (2544) พัฒนาขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง พลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 เหตุการณ์ เหตุการณ์ละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 50 ข้อ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการวัด คือ ถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบ ดังเช่น Feletti (1980) ได้ศึกษาความเที่ยงและความตรงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ พบว่า ถ้านำแบบสอบจำนวนข้อสอบ 11 – 64 ข้อ มาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงพบว่ามีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.81 แต่ถ้าใช้แบบสอบจำนวน 60 ข้อ จะมีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.51 – 0.91 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจ แต่แบบสอบที่มีจำนวนข้อมากจะเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดในระดับวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการแก้ปัญหา และในการประเมิน ส่วนสำคัญในการประเมินอีกประการหนึ่งก็คือ ผู้ตรวจให้คะแนน ผลการประเมินจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ตรวจ จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนผู้ตรวจจะทำให้ความเที่ยงสูงขึ้น (Brennan, Gao, & Colton, 1995; Sudweed, Reeve, & Bradshaw, 2005; Swartz & et al., 1999) ดังนั้น ในการประเมินที่มีความสำคัญ หากมีผู้ประเมินเพียง 1 คน ผลการประเมินที่ได้ก็อาจมีความคลาดเคลื่อน และถ้าหากมีผู้ประเมิน 2 คน ก็จำเป็นต้องมีการจัดอบรมและทดสอบความรู้ความเข้าใจของผู้ประเมินทั้ง 2 คน ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน มีมาตรฐานเดียวกัน และเมื่อมีการเพิ่มผู้ประเมินมากขึ้น ผลการประเมินก็อาจจะเปลี่ยนไป แต่จำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสมยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัด

จากความสำคัญของการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จะเห็นได้ว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ เหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจากการศึกษาข้างต้นพบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์ยังมีปัญหาในเรื่องจำนวน

เหตุการณ์ของแบบสอบและจำนวนผู้ตรวจที่เหมาะสม อีกทั้งยังไม่พบว่ามิจานวิจัยใดที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่แตกต่างกันและจำนวนเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษานับจำนวนผู้ตรวจและจำนวนเหตุการณ์ที่เหมาะสม ของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) ซึ่งเป็นทฤษฎีทางสถิติสำหรับวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดในสถานการณ์การวัดในลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นเป้าหมายของการนำเครื่องมือไปใช้ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง : G-Coefficient) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจการสรุปอ้างอิงแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่าในแต่ละจำนวนเหตุการณ์นั้นควรใช้ผู้ตรวจจำนวนกี่คน ที่จะส่งผลทำให้แบบสอบมีความเที่ยงในระดับที่ต้องการ และเพื่อให้ได้แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์
2. เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

### วิธีดำเนินการวิจัย

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้** คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

**ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 94 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multistage random sampling) เริ่มจากสุ่มโรงเรียนจากสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 3 โรงเรียน แล้วสุ่มห้องเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จากโรงเรียนที่สุ่มได้

**เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** คือ แบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 4 เหตุการณ์ โดยที่แต่ละเหตุการณ์มีข้อคำถามจำนวน 4 ข้อ การสร้างข้อคำถามจะสอดคล้องกับขั้นตอนในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยข้อคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ในแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum)

2. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ จากผู้ตรวจจำนวน 2 คน คือ 1. ผู้วิจัย 2. ครูที่ปฏิบัติงานสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับอย่างเป็นอิสระ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงของการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจ 2 คน (Inter rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) และนำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ด้วยวิธีการตรวจให้คะแนนแบบของ Knox จากผู้ตรวจจำนวน 1 คน คือ ผู้วิจัย ที่ทำการตรวจให้คะแนนแบบสอบทุกฉบับ และตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 4 สัปดาห์ มาวิเคราะห์หาความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (Intra rater reliability) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) โดยสูตร (Cohen, 1983)

3. การวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) นำคะแนนที่ได้จากการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ใช้วิธีการตรวจแบบของ Knox จากผู้ตรวจคือ ครูที่ปฏิบัติงานสอนในวิชาฟิสิกส์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ที่ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกันจำนวน 1 และ 2 คน ซึ่งออกแบบการวัดแบบไขว้ (Crossed design) 2 องค์ประกอบ ( $p \times i \times r$ ) คือ นักเรียนทุกคนทำแบบสอบทุกเหตุการณ์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EduG และเปรียบเทียบค่าความเที่ยง (ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง: G - Coefficient)

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ มีลักษณะดังนี้คือ ข้อสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 4 เหตุการณ์ ในแต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม ข้อคำถามแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถ

ในการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล

ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability)

ค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียวแต่ตรวจแบบสอบทุกฉบับจำนวน 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ในช่วง 0.917 ถึง 0.954 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์ จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.954 รองลงมาคือเหตุการณ์ที่ 2, 4 และ 3 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจคนเดียว แต่ทำการตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง มีค่าใกล้เคียง ผลการวิเคราะห์เป็นดังตาราง 1

ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจจำนวน 2 คน (Inter rater reliability)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกเหตุการณ์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) อยู่ระหว่าง 0.971 ถึง 0.997 และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละเหตุการณ์จะพบว่าเหตุการณ์ที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมากที่สุดคือ 0.997 รองลงมาคือเหตุการณ์ที่ 2, 3 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตรวจทั้ง 2 คน มีค่าใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์เป็นดังตาราง 2

**2. ผลการเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน ที่ใช้จำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด**

### 2.1 การประมาณค่าความแปรปรวน

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่าง ๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ที่ได้ออกแบบการวัดเป็นแบบ one-facet design โดยมีรูปแบบการวัดเป็นแบบ  $p \times i \times r$  เมื่อ  $p$  แทน ผู้สอบ ,  $i$  แทน เหตุการณ์ และ  $r$  แทน ผู้ตรวจ พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่าง ๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 7.1563 ประกอบด้วย ความแปรปรวนของผู้ตรวจ ( $\sigma^2_r$ ) ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของผู้ตรวจ เท่ากับ 0.0006 คิดเป็นร้อยละ 0.00 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของเหตุการณ์ ( $\sigma^2_i$ ) ซึ่งแสดงความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละเหตุการณ์ เท่ากับ 2.3075 คิดเป็นร้อยละ 32.20 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของผู้สอบ ( $\sigma^2_p$ ) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Unlvers score) เท่ากับ 2.4711 คิดเป็นร้อยละ 34.50 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์ ( $\sigma^2_{pi}$ ) ซึ่งความแปรปรวนเฉลี่ยของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับเหตุการณ์ เท่ากับ 2.3006 คิดเป็นร้อยละ 32.10 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของ

คะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ ( $\sigma^2_{pr}$ ) ซึ่งความแปรปรวนเฉลี่ยของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบกับผู้ตรวจ เท่ากับ -0.0015 คิดเป็นร้อยละ 0.00 ของความแปรปรวนทั้งหมด ความแปรปรวนของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์กับผู้ตรวจ ( $\sigma^2_{ir}$ ) ซึ่งความแปรปรวนเฉลี่ยของคะแนนปฏิสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์กับผู้ตรวจ เท่ากับ -0.0004 คิดเป็นร้อยละ 0.00 ของความแปรปรวนทั้งหมด และ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือ ( $\sigma^2_{pire}$ ) ซึ่งเป็นความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่เหลือจาก 3 แหล่ง เท่ากับ 0.0784 คิดเป็นร้อยละ 1.10 ดังตาราง 3

2.2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนเหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนเหตุการณ์ และจำนวนผู้ตรวจ ซึ่ง แบบสอบในแต่ละฉบับจะมีจำนวนเหตุการณ์ ดังนี้ คือ 3, 4, 5, 6 และ 7 เหตุการณ์ จำนวนผู้ตรวจ 1 และ 2 คน พบว่า แบบสอบที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ ที่มีค่าความเที่ยงไม่ต่ำกว่า 0.7 สามารถเลือกใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ได้ดังนี้ สามารถใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 5 เหตุการณ์ขึ้นไป (25 ข้อคำถาม) และจำนวนผู้ตรวจ 1 คน ขึ้นไป ซึ่งจากผลการศึกษาของ Feletti (1980) และสุไรยา หมั้นหมัด (2549) พบว่า แบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความจำมากกว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้บริหารการสอบสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์จำนวน 5 เหตุการณ์ก็ถือว่าเพียงพอที่จะสามารถวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่ถ้าผู้บริหารการสอบต้องการใช้แบบสอบที่มีความเที่ยงมากกว่า 0.8 แบบสอบที่ใช้จะต้องมีเหตุการณ์จำนวน 7 เหตุการณ์ขึ้นไป และใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน ขึ้นไป จึงจะได้ค่าความเที่ยงตามที่ต้องการ ดังตาราง 4

ตาราง 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจคนเดียวที่ตรวจให้คะแนน 2 ครั้ง

เหตุการณ์ที่	M <sub>1</sub>	SD <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	SD <sub>2</sub>	r <sub>xy</sub>
เหตุการณ์ที่ 1	3.10	2.26	3.30	2.39	0.954**
เหตุการณ์ที่ 2	3.90	2.53	3.95	2.40	0.950**
เหตุการณ์ที่ 3	4.52	1.78	4.48	1.79	0.917**
เหตุการณ์ที่ 4	6.71	2.14	6.70	2.10	0.941**

\*\*p<.01

ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากการตรวจของผู้ตรวจจำนวน 2 คน

เหตุการณ์ที่	M <sub>1</sub>	SD <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	SD <sub>2</sub>	r <sub>xy</sub>
เหตุการณ์ที่ 1	3.10	2.26	3.16	2.28	0.971**
เหตุการณ์ที่ 2	3.90	2.53	3.92	2.56	0.986**
เหตุการณ์ที่ 3	4.52	1.78	4.59	1.80	0.984**
เหตุการณ์ที่ 4	6.71	2.14	6.72	2.16	0.997**

\*\*p<.01

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน G-Study for p x i x r ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

SOURCE OF VARIATION	G-Study for p x i x r				
	df	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	% OF TOTAL VARIANCE
P	93	2273.1862	24.4429	2.4711	34.50
I	3	1315.3883	438.4628	2.3075	32.20
R	1	0.26064	0.2606	0.0006	0.00
PI	279	1305.6117	4.6796	2.3006	32.10
PR	93	6.7394	0.0725	-0.0015	0.00
IR	3	0.1330	0.0443	-0.0004	0.00
PIR,e	279	21.8670	0.0784	0.0784	1.10
TOTAL	751	4923.1862	-	7.1563	100.00

ตาราง 4 ผลการศึกษา D ( D-Study of pxixr design)

EFFECT	ESTIMATED VARIANCE COMPONENTS IN D-STUDY									
	n <sub>i</sub> ' = 3		n <sub>i</sub> ' = 4		n <sub>i</sub> ' = 5		n <sub>i</sub> ' = 6		n <sub>i</sub> ' = 7	
	n <sub>r</sub> ' = 1	n <sub>r</sub> ' = 2	n <sub>r</sub> ' = 1	n <sub>r</sub> ' = 2	n <sub>r</sub> ' = 1	n <sub>r</sub> ' = 2	n <sub>r</sub> ' = 1	n <sub>r</sub> ' = 2	n <sub>r</sub> ' = 1	n <sub>r</sub> ' = 2
σ <sup>2</sup> <sub>Rb</sub>	0.79	0.78	0.60	0.59	0.48	0.47	0.40	0.39	0.34	0.33
σ <sup>2</sup> <sub>Ab</sub>	0.89	0.88	0.77	0.77	0.69	0.68	0.63	0.63	0.58	0.57
ρ <sup>2</sup> <sub>Rb</sub>	0.76	0.76	0.81	0.81	0.84	0.84	0.86	0.86	0.88	0.88
ρ <sup>2</sup> <sub>Ab</sub>	0.61	0.62	0.68	0.68	0.72	0.73	0.76	0.76	0.79	0.80

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจ ดังนี้

### 1. การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์

แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีจำนวน 4 เหตุการณ์ ในแต่ละเหตุการณ์จะมี 5 ข้อคำถาม รวมทั้งหมด 20 ข้อคำถาม ข้อคำถามแต่ละเหตุการณ์จะวัดขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำถามที่ 1 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการระบุปัญหา ข้อคำถามที่ 2 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการตั้งสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 3 ข้อทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการทดสอบสมมติฐาน ข้อคำถามที่ 4 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการรวบรวมข้อมูล และข้อคำถามที่ 5 ของทุกเหตุการณ์จะวัดความสามารถในการสรุปผล พบว่า ค่าความเที่ยงที่ได้มีค่าสูงกว่า 0.7 โดยค่าความเที่ยงในแต่ละเหตุการณ์ (ทั้งฉบับ) มีค่าสูงกว่าค่าความเที่ยงในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งสอดคล้องกับ ดวงมณี หล้าคำตง (2544) และ มาฆพันธ์ อำนาคิล และ กมลวรรณ ตังธนากานนท์ (2557) ที่พบว่า ความความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์ มีค่าความเที่ยงของแบบสอบทั้งฉบับสูงกว่าแบบสอบแต่ละเหตุการณ์ ดังนั้นเวลาที่ผู้ใช้จะนำแบบสอบไปใช้ก็จะพิจารณาความเที่ยงทั้งฉบับมากกว่าความเที่ยงในแต่ละข้อคำถาม

ผลการตรวจสอบคุณภาพของการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาจากความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนจากผู้ตรวจคนเดียว (intra rater reliability) ความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนระหว่างผู้ตรวจจำนวน 2 คน (Inter rater reliability) พบว่า แบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน โดยไม่ว่าจะให้ผู้คนใดตรวจให้คะแนน หรือผู้ตรวจให้คะแนนทั้งหมดกี่ครั้ง คะแนนที่ได้ก็จะมีค่าใกล้เคียงกัน

### 2. การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ ภายใต้จำนวนเหตุการณ์และจำนวนผู้ตรวจที่ต่างกัน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

การวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่าง ๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ พบว่า ความแปรปรวนของผู้สอบ มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) มากที่สุด (ร้อยละ 34.50) แสดงว่า อาจมีความคลาดเคลื่อนจากความเข้าใจของผู้สอบ ทำให้ไม่สามารถแยกพฤติกรรมบ่งชี้ได้ชัดเจน

สำหรับผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G - Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อจำนวนเหตุการณ์ของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์พบว่า ถ้าผู้ตรวจต้องการให้ค่าความเที่ยงมีค่าเกิน 0.7 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้ตรวจสามารถใช้แบบสอบที่มีเหตุการณ์ใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 5 เหตุการณ์ ขึ้นไป และใช้ผู้ตรวจจำนวน 1 คน กรณีที่ครูต้องการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป จะต้องใช้ผู้ตรวจจำนวน 2 คน และใช้แบบสอบที่มีจำนวนเหตุการณ์ตั้งแต่ 7

เหตุการณ์ ขึ้นไป จึงจะได้ค่าความเที่ยงตามที่ต้องการ แต่ถ้าแบบสอบมีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการตอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าการวัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ครูผู้ใช้แบบสอบควรศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการบริหารการสอบ วิธีการตรวจให้คะแนน รวมถึงเวลาที่เหมาะสมต่อการสอบก่อนที่จะนำแบบสอบไปใช้
2. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ทบทวนและตรวจประเมินแบบสอบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสทราบข้อดี และจุดบกพร่องของตนเอง รวมถึงสามารถนำผลที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตนเองต่อไป

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรพัฒนาแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นอื่น และในวิทยาศาสตร์วิชาอื่น นำผลวิจัยไปประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอน
2. ควรศึกษาวิธีการตรวจให้คะแนนแบบสอบอัตโนมัติประยุกต์วัดความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบอื่น อาทิ การให้คะแนนแบบลดหลั่น การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ย่อย ถ้าคำตอบนั้นมีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของผู้สอบ

### รายการอ้างอิง

#### ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2557). ผลของการเรียนการสอนโดยการใช้ชิ้นการเรียนรู้แบบอนุमानเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์*, 9(4), 328-342.
- ชุตินา วัฒนะศิริ. (2541). *กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ดวงมณี หล้าคำตง. (2544). *การสร้างแบบทดสอบเอ็ม อี คิว กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องพลังงานและสารเคมี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม

- สุพัฒตา ภูสอดสี. (2553). การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต) สาขาวิชาการพัฒนการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ (เล่ม 2) กรุงเทพมหานคร: บริษัทเจเนอรัลบุ๊คส์เซ็นเตอร์ จำกัด.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- มาฆพันธ์ อานาคิล และกมลวรรณ ตังธนกานนท์. (2557). การเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบอัตนัยประยุกต์วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้วิธีการตรวจให้คะแนนที่แตกต่างกัน ภายใต้จำนวนเหตุการณ์ที่ต่างกัน: การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 10(1), 459-473.
- ยุพา วีระไวทยะ และปรีชา นพคุณ. (2544). *สอนวิทยาศาสตร์แบบมีอาชีพ*. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วนิดา ฉัตรวิราม. (2537). การศึกษาการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต) สาขาวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- วรรณทิพา รอดแรงเค้า. (2544). การประเมินทักษะกระบวนการและการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2542). *พลังการเรียนรู้ในกระบวนการทัศนใหม่*. นนทบุรี: เอส อาร์ พรินติ้ง.
- อัจฉรา วิญญกุล. (2555). การพัฒนาวิธีประเมินความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต) สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

## ภาษาอังกฤษ

- Brennan, R. L., Gao, X., & Colton, D. A. (1995). Generalizability analyses of Work Keys Listening and Writing Tests. *Educational and Psychological Measurement*, 55(2), 157-176.
- Carey, S. S. (2004). *A Beginner's guide to Scientific Method*. (3rd ed.). Wadsworth: Thomson Learning, Inc.
- Cohen, J. (1983). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Feletti, G. I. (1980). Reliability and validity studies on modified essay questions. *Academic Medicine*, 55(11), 933-941.

- Harreid, C. F. (2010). The Scientific Method Ain't What It Used to Be. *Journal of College Science Teaching*, 68-72.
- Hassard, J. (2008). เขียน จริยา สุจารีกุล แปล. *วิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Science as Inquiry)*. กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- Karsai, I., & Kampis, G. (2010). The Crossroads between Biology and Mathematics: The Scientific Method as the Basics of Scientific Literacy. *Bioscience*, 60(8), 632-638.
- Sudweed, R. R., Reeve, S., & Bradshaw, W. S. (2005). A Comparison of Generalizability Theory and Many-Facet Rasch Measurement in an Analysis of College Sophomore Writing. *Assessment Writing*, 9(3), 239-261.
- Swartz, C. W., et al., (1999). Using generalizability theory to estimate the reliability of writing scores derived from holistic and analytical scoring methods. *Educational and Psychological Measurement*, 59(3), 492-506.