

การประเมินวินิจัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยโมเดล G-DINA G-DINA DIAGNOSTIC ASSESSMENT OF SCIENTIFIC LITERACY OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS USING G-DINA MODEL

สังวรณ์ จัตุระโทก¹ และ อนุสรณ์ เกิดศรี²
Sungworn Ngudgratoke¹ and Anusorn Koedsri²

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

¹Assistant Professor, Department of Education, SukhothaiThammathirat University

²อาจารย์ประจำสำนักทะเบียนและวัดผล มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²Lecturer, Registration and Education Evaluation Office, SukhothaiThammathirat University

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวินิจัยความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย คือ 1) เพื่อสร้างข้อสอบวินิจัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 2) เพื่อวินิจัยและจำแนกนักเรียนตามลักษณะความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนและ 3) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 270 คน เครื่องมือวิจัย คือ แบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 ข้อ ซึ่งวัดทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ตามที่โครงการ PISA ใช้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ทักษะ ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลการวินิจัย Generalized DINA (G-DINA)

ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีค่าความถูกต้องของการวินิจัย และความเที่ยงของการวินิจัยเท่ากับ .73 และ .58 ตามลำดับ มีค่าความยากรายข้อระหว่าง .16 ถึง .61, 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีความบกพร่องด้านการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสามด้าน กล่าวคือมีนักเรียนที่ขาดทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 78.31% แต่มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านทักษะทั้ง 3 ด้าน เพียง 15.93% เท่านั้น ทักษะที่นักเรียนบกพร่องมากที่สุด คือ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และ 3) เพศ เจตคติต่อความวิทยาศาสตร์ และความรู้เดิมมีความสัมพันธ์กับความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำสำคัญ: การประเมินวินิจัย การรู้วิทยาศาสตร์

¹Corresponding author: sungworn.ngu@stou.ac.th

** การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2559

ABSTRACT

This research is aimed at diagnosing 9th grade students' science literacy by proposing three research objectives, including 1) to develop science literacy test items for diagnosing 9th grade students' science literacy; 2) to diagnose and classify students according to their underdeveloped science literacy; and 3) to analyze factors influencing underdeveloped science literacy of 9th grade students. A sample of 270 students was selected by using the stratified sampling method. The instrument utilized was the science literacy test comprised of 20 items measuring three skills used by PISA and included identifying scientific issues, scientifically explaining phenomenon, and using scientific evidence. Students' responses were analyzed using the Generalized DINA (G-DINA) model and logistic regression analysis.

The results show that, firstly, the developed science literacy assessment had a classification accuracy and classification consistency of 0.73 and 0.53, respectively, and item difficulty ranged from 0.16 to 0.61. Secondly, a majority of students had limited science literacy in all three diagnosed skills. Specifically, there were approximately 78.31% of students who had limited science literacy in all three skills; however, only 15.93% of students possessed an acceptable level of the three science literacy skills. The ability to scientifically explain phenomenon was found to be the most difficult skill for 9th grade students. Lastly, the study showed that gender, attitude towards science, and prior knowledge were highly correlated with 9th grade students' limited science literacy.

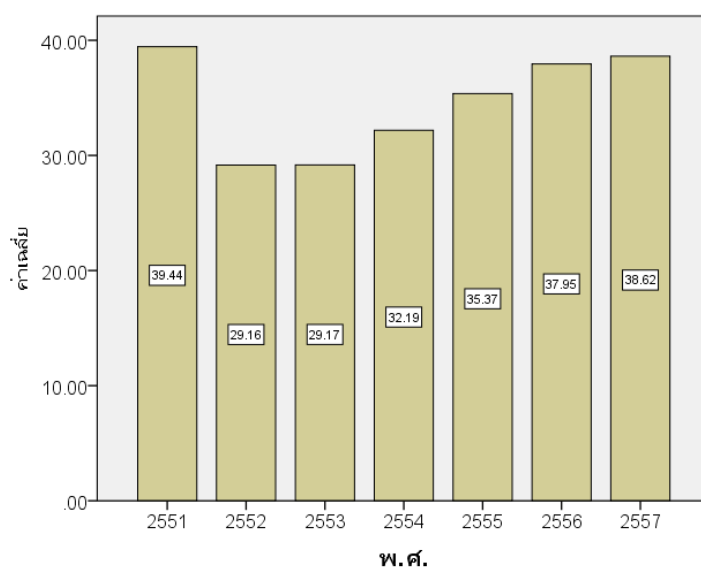
KEYWORDS: Diagnostic Assessment, Science Literacy

บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคที่นานาประเทศมีการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจที่อาศัยความรู้สมัยใหม่มาสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน (Competitive advantages) และความรู้สมัยใหม่ที่จะช่วยในการแข่งขันส่วนใหญ่มาจากผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ประเทศใดที่เข้าถึงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มาก ก็ย่อมสร้างความได้เปรียบได้มาก ดังนั้นเพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์ให้คุณภาพจึงมีความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ เพื่อให้ประเทศไทยมีความเข้มแข็งในการแข่งขันทางเศรษฐกิจได้ ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

การรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถในการเข้าใจหน้าที่ของวิทยาศาสตร์อย่างกว้างๆ การรู้วิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาระดับขั้นต้น ซึ่งไม่ใช่การจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้พร้อมต่อการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ แต่เป็นเป้าหมายที่คาดหวังให้นักเรียนได้รับการพัฒนาสมรรถนะ และมีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง กระทรวงศึกษาธิการในฐานะผู้รับผิดชอบการจัดการศึกษาของประเทศได้มีการปฏิรูปการจัดการศึกษา เริ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2540 โดยวิชาวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่ได้

มีการพัฒนาหลักสูตรมาพร้อมกับการปฏิรูปการศึกษา แต่ที่ผ่านมา 18 ปี ผลการศึกษาจำนวนมากรายงานว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ และนักเรียนไทยมีปัญหาในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ เช่น การประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) ของนักเรียนในโครงการการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ปี ค.ศ. 2000, 2003, 2006, 2009 และ 2015 พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับนานาชาติมาโดยตลอด ซึ่งเห็นว่าคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานของไทยยังไม่ดีนักเมื่อเทียบกับนานาชาติ ผลการสอบ PISA หลายๆ ครั้งนี้บ่งชี้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่นานาชาติเชื่อว่าเป็นกลุ่มนักเรียนที่ควรได้รับการเรียนการสอนที่ดีให้มีความรู้ความสามารถ เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และประกอบอาชีพได้ นอกจากนี้ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ที่จัดสอบโดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ องค์กรมหาชน (สทศ.) พบว่า วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (คะแนนเต็ม 100 คะแนน) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่ง หรือต่ำกว่า 50 คะแนน มาโดยตลอด เช่น ในปี พ.ศ. 2551 ถึง 2557 มีค่าเฉลี่ย 39.44, 29.16, 29.17, 32.19, 35.37, 37.95, และ 38.62 ตามลำดับ ถึงแม้แนวโน้มค่าเฉลี่ยคะแนนสอบโอเน็ตจะมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) แต่ก็ยังมีค่าเฉลี่ยต่ำ ซึ่งสะท้อนว่าคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ยังไม่ดีเท่าที่ควร หากไม่สามารถยกระดับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้นได้ การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคตจะมีปัญหามาก เพราะวิทยาศาสตร์ไม่ใช่แค่ศาสตร์ที่ทำให้มีความรู้สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาประเทศเท่านั้น แต่ยังเป็นศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการคิด เหตุผล และการใช้ชีวิตอย่างมีเหตุผลของคนในสังคมด้วย



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบโอเน็ตวิชาวิทยาศาสตร์ ม.3 ปี พ.ศ. 2551-2557

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของไทย และความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว มีงานวิจัยที่พยายามค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาศาสตร์ เช่น งานวิจัยของชินภัทร ภูมิรัตน (2544) ที่ศึกษาแล้วพบว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยมีปัญหา 6 เรื่อง คือ ปัญหาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน ครู สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล

และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยในระยะต่อมาถึงปัจจุบันก็พบว่า ปัญหาดังกล่าวยังไม่ได้ได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นเท่าที่ควร ครูยังมีการปฏิบัติการสอนได้ในระดับปานกลาง และมีความต้องการพัฒนาตนเองด้านความรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ และคณะ, 2556) ทั้งยังพบว่า มีการจัดการเรียนการสอนที่ไม่สอดคล้องกับกิจกรรมของวิชาอีกด้วย (ณพัชร บัวฉวน และคณะ, 2559) Ngudgratoke (2010) ได้วิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ PISA ของนักเรียนไทยและพบว่า ปัญหาที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกเหนือจากภูมิหลังของนักเรียน ครู และโรงเรียน คือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะของครูวิทยาศาสตร์ยังขาดคุณภาพซึ่งมีความเกี่ยวข้องการขาดแคลนสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่มีคุณภาพเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันนี้ ยังไม่มีงานวิจัยที่วิเคราะห์หรือวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ลึกซึ้งมากกว่านั้น งานวิจัยที่ขาดไปคืองานวิจัยที่วินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อระบุจุดอ่อนหรือปัญหาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน เช่น ข้อบกพร่องของการรู้วิทยาศาสตร์ หากมีการวิจัยที่ทำการวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะทำให้ทราบจุดอ่อนในเรื่องความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งจะช่วยให้ทบทวน การ ครู และสถานศึกษาเข้าใจว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้างที่ส่งผลต่อจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งอาจจะทำให้ได้ข้อมูลสำหรับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการปฏิบัติการผลิตครูวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพ

ปัจจุบันองค์ความรู้และเทคนิคการวินิจฉัยทางการศึกษาได้พัฒนาไปมากพร้อมกับการจัดการศึกษาที่อิงมาตรฐาน (Standards-based education) ที่กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้อย่างชัดเจนเพื่อให้ครูจัดการศึกษาและพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐาน ดังนั้น บทบาทของการประเมินในยุคของการจัดการศึกษาจึงควรเป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนเพื่อให้ครูมองเห็นจุดอ่อนของนักเรียน และพยายามปรับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนจนบรรลุมาตรฐานได้ การประเมินระดับใหญ่ก็เช่นเดียวกันควรประเมินเพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนกลับไปยังครู และสถานศึกษาเพื่อให้ทราบจุดอ่อนของการจัดการศึกษา วิธีการวินิจฉัยความรู้ของนักเรียนที่ใช้กันมากในปัจจุบันมีหลายวิธี หรือหลายโมเดล เช่น โมเดลทางปัญญาเชิงวินิจฉัย (Diagnostic cognitive model) ที่พัฒนาโดย Templin & Henson (2006) ซึ่งมีชื่อเรียกอีกหลายชื่อ เช่น Cognitive psychometric model, Latent response model, Restricted latent class model, และ Structured item response theory model นอกจากนี้ยังมีโมเดล Deterministic inputs, noisy and gate หรือ DINA (de la Torre, 2008) โมเดล Generalized DINA หรือ G-DINA (de la Torre, 2011) โมเดลการวินิจฉัยเหล่านี้เป็นทางเลือกของนักวิจัย และปัจจุบันมีการนำไปใช้ในการวินิจฉัยทางการศึกษาอย่างหลากหลาย เช่น การวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการอ่านจับใจความ เป็นต้น ซึ่งนักวิจัยส่วนใหญ่ใช้โมเดล G-DINA เพราะเป็นโมเดลที่มีข้อตกลง (Assumptions) ที่ไม่ขัดแย้งเหมือนโมเดลการวินิจฉัยโมเดลอื่นๆ

ดังนั้น เพื่อให้มีข้อมูลที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับข้อบกพร่องของนักเรียน และปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดความบกพร่องด้านการรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงมีความต้องการทำการวิจัยที่บูรณาการเทคนิคการวัดผลทางการศึกษา และการวิจัยทางการศึกษา เพื่อวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องของการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยนี้จะ

เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์ย่อย คือ

- 1) เพื่อสร้างข้อสอบวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 2) เพื่อวินิจฉัยและจำแนกนักเรียนตามลักษณะความบกพร่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- 3) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งวินิจฉัยข้อบกพร่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาที่ต้องนำมาพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หรือนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งเป็นวัยที่สามารถนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ ตามกรอบการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA)

2. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาใช้ในการวินิจฉัยนำมาจากการรอบการประเมินของการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ที่ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ คือ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (Explaining phenomena scientifically) และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence)

3. ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยปัจจัยนักเรียน ซึ่งใช้ความรู้เดิมตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ของ Ausubel (1960) เพราะเป็นตัวแปรนักเรียนที่สำคัญซึ่งทั้งทฤษฎีและงานวิจัยเชิงประจักษ์กล่าวถึงว่าส่งผลสูงมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และปัจจัยภูมิหลังอื่นๆ คือ เพศ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พบในการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA)

สมมติฐานการวิจัย

จากผลการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ และการทดสอบ PISA ที่พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ต่างกัน ความแตกต่างเหล่านี้มาจากตัวนักเรียนเองประมาณร้อยละ 50 และมาจากการสอนของครูและสถานศึกษาอีกประมาณร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ต่างกัน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดสมมติฐานการวิจัยว่านักเรียนไทยมีสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต่างกัน หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า โปรไฟล์ (Profile) ของสมรรถนะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน และความแตกต่างเหล่านี้อาจมาจากปัจจัยนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่งานวิจัยนี้ต้องการค้นหา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 กิจกรรมใหญ่ คือ การพัฒนาข้อสอบวินิจฉัยการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการวินิจฉัยข้อบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะนักเรียนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่นานาชาติเชื่อกันว่าเป็นนักเรียนที่ควรมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอที่จะใช้ดำเนินชีวิตในสังคมได้ การทำการวินิจฉัยนักเรียนกลุ่มนี้จะได้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น วิธีดำเนินการวิจัยโดยละเอียดมีดังนี้

1. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดวินิจฉัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดวินิจฉัยการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เนื้อหาความรู้ที่ใช้สร้างข้อสอบนำมาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และทักษะที่ต้องการวินิจฉัยเป็นไปตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA ดังนี้

1.1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) ประกอบด้วย การรู้ว่ามีประเด็นใดบ้างที่สามารถตรวจสอบได้อย่างวิทยาศาสตร์ การระบุคำสำคัญที่ต้องใช้ค้นหาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์

1.2 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (Explaining phenomena scientifically) ประกอบด้วยการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่กำหนด การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม

1.3 การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) ประกอบด้วย การแปลผลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ สรุป และสื่อสารให้เข้าใจได้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้น หลักฐาน และเหตุผลเบื้องต้นหลังข้อสรุป และการสะท้อนนัยของการนำความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในสังคม

2. การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

2.1 ผู้วิจัยพัฒนาข้อสอบวินิจฉัยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 และทักษะที่นำมาวินิจฉัยมาจากการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของ PISA จำนวน 2 ฉบับๆ ละ 25 ข้อ ตามโครงสร้างดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างการสร้างข้อสอบ

ทักษะ	จำนวน (ข้อ)		ฉบับใช้จริง
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	
ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	8	8	5
อธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	9	9	12
ใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์	8	8	3
รวม	25	25	20

2.2 ผู้วิจัยนำข้อสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปตรวจสอบคุณภาพข้อสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพบว่า ค่า IOC ฉบับที่ 1 มีค่า 0.6 ถึง 1.00 และฉบับที่ 2 มีค่า 0.60 ถึง 0.80

2.3 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องๆ ละ 33 และ 36 คน ตามลำดับ รวม 69 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยง (KR-21) ค่าความยากและอำนาจจำแนกของ ข้อสอบ ผลการวิเคราะห์พบว่า ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีค่าความเที่ยง (KR-21) เท่ากับ .67 และ .65 ตามลำดับ ข้อสอบฉบับที่ 1 มีค่าความยาก .53 ถึง .85 และค่าอำนาจจำแนก -0.22 ถึง 0.75 ข้อสอบฉบับที่ 2 มีความยาก มีค่าความยาก .54 ถึง .84 และค่าอำนาจจำแนก -0.53 ถึง 0.59

2.4 เลือกข้อสอบที่มีคุณภาพจำนวน 20 ข้อ โดยเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (สหสัมพันธ์ พอยต์-บิซีเรียล) สูงแต่ไม่ต่ำกว่า 0.2 เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลวิจัย ข้อสอบทั้ง 20 ข้อ จำแนกออกเป็นข้อสอบ ที่วัดทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ 7 ข้อ การอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ 7 ข้อ และการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ 6 ข้อ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังเก็บข้อมูลภูมิหลังของนักเรียน ประกอบด้วยเพศ เกรดเฉลี่ย และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดเจตคติ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ตเพื่อวัดความรู้สึกของ นักเรียนต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (1=ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2=ไม่เห็นด้วย 3=ไม่แน่ใจ 4=เห็นด้วย และ 5=เห็นด้วยอย่างยิ่ง) โดยมีค่าความเที่ยง (สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค) เท่ากับ 0.75

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากเพียงพอที่จะทำ การวินิจฉัยทางสถิติด้วยโมเดล G-DINA ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนักเรียน จำนวน 270 คน ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลครอบคลุมโรงเรียนทุกขนาดทั้งเล็ก กลางใหญ่ โดยเลือกแบบแบ่งชั้นจาก โรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 นำผลการทดสอบรายข้อมานิเคราะห์การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยโมเดลการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา (Cognitive diagnostic model) ที่เรียกว่าโมเดล Generalized deterministic-input, noisy-and-gate model หรือ G-DINA เพราะมีข้อตกลง (Assumptions) ที่ไม่ ขัดแย้งเหมือนโมเดลการวินิจฉัยโมเดลอื่นๆ และผู้วิจัยวิเคราะห์โมเดล G-DINA ด้วยโปรแกรม R เพื่อ จำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ตามความรอบรู้ หรือ ไม่รอบรู้ในทักษะหรือคุณลักษณะที่นำมาวินิจฉัย

รวมถึงประเมินคุณภาพของการวินิจฉัยด้วยการวิเคราะห์ดัชนีความถูกต้องของการจำแนกกลุ่ม (Classification accuracy) และความเที่ยงของการจำแนกกลุ่ม (Classification consistency) การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดล G-DINA ในขั้นตอนนี้ ใช้โมเดลดังต่อไปนี้

$$P(\alpha_{ik}^*) = \delta_{j0} + \sum_{j=1}^{K_j^*} \delta_{jk} \alpha_{ik} + \sum_{k'=k+1}^{K_j^*} \sum_{k=1}^{K_j^*-1} \delta_{jkk'} \alpha_{ik} \alpha_{ik'} \dots + \delta_{j12\dots K_j^*} \prod_{k=1}^{K_j^*} \alpha_{ik}$$

$P(\alpha_{ik}^*)$ คือ โอกาสในการตอบถูกของนักเรียน

เมื่อ δ_{j0} คือ ความน่าจะเป็นเริ่มต้น หรือความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกเมื่อนักเรียนไม่รอบรู้คุณลักษณะใดเลย หรือเรียกว่าค่าการเดา

δ_k คือ อิทธิพลหลัก (Main effect) ของการบรรลุคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

$\delta_{kk'}$ ปฏิสัมพันธ์ของการบรรลุคุณลักษณะสองอย่าง

$\delta_{j12\dots K_j^*}$ คือ ปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนที่เกิดจากการบรรลุคุณลักษณะทุกลักษณะ

ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โมเดล G-DINA ผู้วิจัยได้กำหนด Q matrix ของแบบทดสอบการรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 20 ข้อ ที่ใช้วัดทักษะตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA ทั้ง 3 ทักษะซึ่งประกอบด้วย 1) ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) มีข้อสอบจำนวน 5 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 25 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด 2) ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (Explaining phenomena scientifically) มีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด และ 3) ทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (using scientific evidence) มีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของจำนวนข้อสอบทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การระบุข้อสอบในแต่ละทักษะ (Q matrix)

ข้อสอบ	ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	ทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	0	1
5	1	0	0
6	1	0	0
7	0	1	0
8	0	0	1
9	0	1	0
10	1	0	0
11	0	1	0
12	0	1	0

ตารางที่ 2 การระบุข้อสอบในแต่ละทักษะ (Q matrix) (ต่อ)

ข้อสอบ	ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	ทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์
1	0	1	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	0	1
5	1	0	0
6	1	0	0
7	0	1	0
8	0	0	1
9	0	1	0
10	1	0	0
11	0	1	0
12	0	1	0
13	0	1	0
14	0	1	0
15	1	0	0
16	0	1	0
17	0	1	0
18	0	1	0
19	1	0	0
20	0	1	0
รวม	5	12	3
ร้อยละ	25	60	15

3.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก โดยมีตัวแปรตาม คือ กลุ่มของนักเรียนตามผลการวินิจฉัยของแต่ละทักษะ กล่าวคือ นักเรียนถูกจำแนกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้ (รหัสเป็น 1) และกลุ่มไม่รอบรู้ (รหัสเป็น 0) และตัวแปรอิสระ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude) เกรดเฉลี่ย (Grade) และตัวแปรดัมมีเพศชาย (Male) โดยทำการวิเคราะห์ทีละทักษะที่นำมาวินิจฉัย

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย 3 ข้อ ดังนี้

1. คุณภาพของข้อสอบวินิจัยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบด้วยโมเดลการวินิจัยประเภท Generalized DINA (G-DINA) พบว่า แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องของการวินิจัยและความเที่ยงของการวินิจัยเท่ากับ .731 และ .587 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่า ทักษะที่ 1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identifying scientific issues) มีความถูกต้องของการวินิจัยและความเที่ยงของการวินิจัยเท่ากับ .605 และ .558 ตามลำดับ ทักษะที่ 2 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ (Explaining phenomena scientifically) มีความถูกต้องของการวินิจัยและความเที่ยงของการวินิจัยเท่ากับ .927 และ .886 ตามลำดับ และทักษะที่ 3 การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (Using scientific evidence) มีความถูกต้องของการวินิจัย และความเที่ยงของการวินิจัยเท่ากับ .637 และ .569 ตามลำดับ

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยโมเดล G-DINA พบว่า ค่าพารามิเตอร์การเดา (Guessing parameter) อยู่ระหว่าง .12 ถึง .55 ข้อที่มีค่าพารามิเตอร์การเดามากกว่า .5 คือ ข้อที่ 5 (.55) เพียงข้อเดียว ค่าพารามิเตอร์ความสะเพร่า (Slipping parameter) มีค่าอยู่ระหว่าง .12 ถึง .88 ข้อที่มีค่าพารามิเตอร์ความสะเพร่า มากกว่า .5 คือ ข้อที่ 12 4 8 18 15 14 และ 9 แสดงว่า นักเรียนที่มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการตอบข้อสอบข้อนั้นถูกมักจะตอบผิดเพราะความสะเพร่า และเมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะ พบว่า ทักษะที่ 3 คือ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ มีข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสะเพร่ามากกว่า .5 อยู่จำนวน 2 ข้อ หรือคิดเป็นร้อยละ 66.66 ในขณะที่ทักษะที่ 2 และทักษะที่ 1 มีข้อสอบที่มีค่าพารามิเตอร์ความสะเพร่ามากกว่า .5 จำนวน 4 ข้อ และ 1 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 33.33 และร้อยละ 20 ตามลำดับ

นอกจากค่าพารามิเตอร์การเดา และพารามิเตอร์ความสะเพร่าแล้ว ตารางที่ 3 ยังแสดงค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (IDI) และดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) เมื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อสอบเป็นรายข้อด้วยดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) โดยใช้เกณฑ์ของ Maydeu-Olivares & Joe (2014) ที่กล่าวว่า ถ้า $RMSEA < .089$ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความเหมาะสมเพียงพอที่จะสามารถนำไปใช้ได้เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และถ้า $RMSEA < .05$ นั้นหมายความว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความคลาดเคลื่อนต่ำมากและมีความเหมาะสมเป็นอย่างมากที่จะนำไปใช้วินิจัยผู้เรียน ส่วนค่าดัชนีอำนาจจำแนก (IDI) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกผู้สอบที่มีทักษะกับผู้ที่ไม่มีความรู้ได้ดีมากน้อยเพียงใด โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา คือ IDI ควรมีค่ามากกว่า .5 ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ มีค่า IDI อยู่ระหว่าง -.05 ถึง .65 ข้อที่มีค่า IDI มากกว่า .5 คือข้อที่ 7 3 16 และ 17 รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการเดา (Guessing) พารามิเตอร์ความสเปร์ว (Slipping) อำนาจจำแนกของข้อสอบ (IDI)

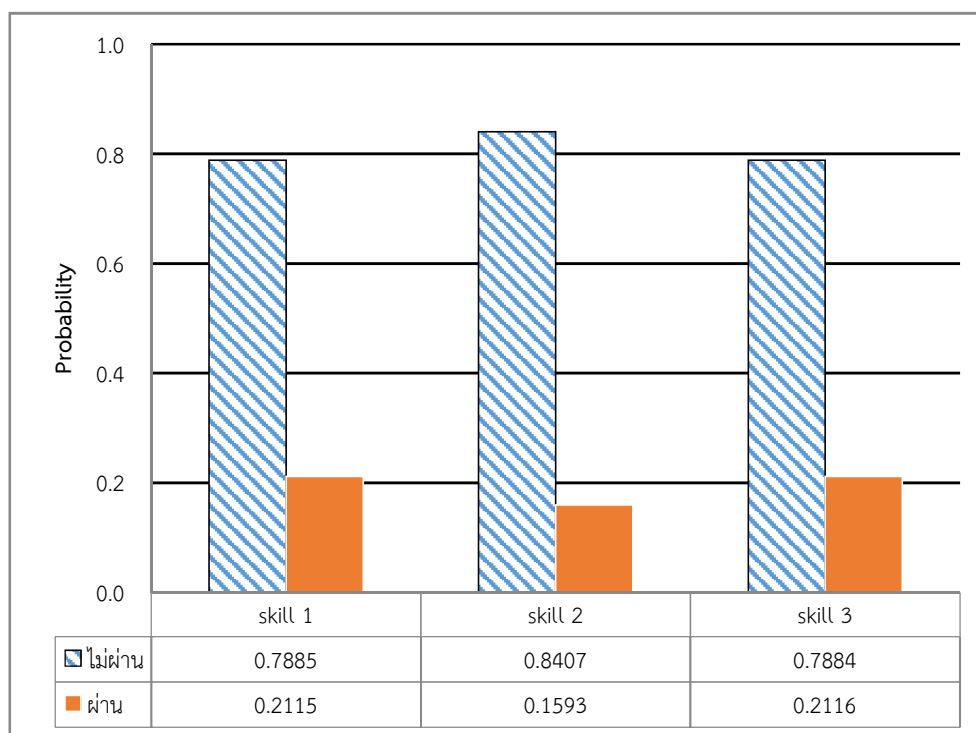
item	guessing	slipping	RMSEA	IDI	Skill1	Skill2	Skill3
1	0.24	0.47	0.012	0.28	0	1	0
2	0.35	0.48	0.041	0.17	0	1	0
3	0.21	0.17	0.003	0.62	0	0	1
4	0.15	0.57	0.019	0.28	0	0	1
5	0.55	0.18	0.018	0.28	1	0	0
6	0.47	0.13	0.019	0.40	1	0	0
7	0.30	0.05	0.055	0.65	0	1	0
8	0.29	0.65	0.039	0.06	0	0	1
9	0.17	0.88	0.032	-0.05	0	1	0
10	0.39	0.27	0.018	0.34	1	0	0
11	0.35	0.43	0.028	0.22	0	1	0
12	0.37	0.53	0.035	0.10	0	1	0
13	0.31	0.42	0.006	0.26	0	1	0
14	0.47	0.79	0.034	-0.26	0	1	0
15	0.37	0.68	0.040	-0.05	1	0	0
16	0.32	0.12	0.015	0.56	0	1	0
17	0.35	0.13	0.010	0.52	0	1	0
18	0.12	0.67	0.011	0.21	0	1	0
19	0.34	0.28	0.038	0.38	1	0	0
20	0.29	0.39	0.006	0.33	0	1	0
Mean	0.32	0.41	0.024	0.26	0	1	0
					1 (20%)	4 (33.3%)	2 (66.6%)

2. ผลการวินิจฉัยและจำแนกนักเรียนตามลักษณะความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลการวินิจฉัยผู้เรียนด้วยโมเดล G-DINA ตามกรอบการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของโครงการ PISA ซึ่งประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ในตารางที่ 4 ชี้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความบกพร่องของการรู้วิทยาศาสตร์ในทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์มากที่สุด เนื่องจากมีโอกาสในการผ่านในทักษะนี้เพียงร้อยละ 15.93 รองลงมาคือมีโอกาสในการผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 21.15 และมีโอกาสในการผ่านทักษะใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ร้อยละ 21.16 ซึ่งแสดงในภาพที่ 3

ตารางที่ 4 ความน่าจะเป็นในการรอบรู้ในแต่ละทักษะ

ทักษะ	ความน่าจะเป็น ในการผ่าน	ความน่าจะเป็น ที่จะไม่ผ่าน
ทักษะที่ 1 การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์	0.2115	0.7885
ทักษะที่ 2 การอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์	0.1593	0.8407
ทักษะที่ 3 การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์	0.2116	0.7884



ภาพที่ 3 ความน่าจะเป็นในการผ่านและไม่ผ่านแต่ละทักษะ

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะแฝงทั้ง 3 ทักษะ สามารถจัดเป็นแบบแผนได้ทั้งหมด 8 แบบแผน ในการแสดงแบบแผนใช้ตัวเลข 3 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งแทนทักษะที่ 1, 2 และ 3 โดยให้สัญลักษณ์ เลข 0 แทนการไม่ผ่านในทักษะนั้น เลข 1 แทน การผ่านในทักษะนั้น ผลปรากฏว่า ความน่าจะเป็นของการเกิดแบบแผน “000” หรือ นักเรียนไม่ผ่านในทุกทักษะ คิดเป็นร้อยละ 78.31 แสดงว่ามีนักเรียนถึงร้อยละ 78.31 ที่มีความบกพร่องในเรื่องการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสามทักษะ ขณะที่นักเรียนเพียงร้อยละ 15.93 ที่ผ่านในทุกทักษะ รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการจำแนกกลุ่มผู้สอบ

กลุ่มแฝง	ความน่าจะเป็นของกลุ่มแฝง	ค่าความถี่ที่คาดหวัง
000	0.7831	211.4419
100	0.0053	1.4351
010	0.0000	0.0000
110	0.0000	0.0002
100	0.0054	1.4554
101	0.0468	12.6489
011	0.0000	0.0000
111	0.1593	43.0185

3. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผลวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ในตารางที่ 6 ได้ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยความเป็นเพศชาย เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลการเรียนเฉลี่ย ส่งผลต่อการผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนเพศชายมีโอกาสที่จะผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนเพศหญิง 2.195 เท่า เมื่อควบคุมให้ตัวแปรอื่นให้คงที่ และเมื่อเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย โอกาสที่นักเรียนจะผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ลดลง .099 เท่า หรือ 9.9% เมื่อควบคุมให้ตัวแปรอื่นให้คงที่ และเมื่อผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยโอกาสที่จะผ่านทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ จะเพิ่มขึ้น 3.025 เท่า

2) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผ่านทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยความเป็นเพศชาย และผลการเรียนเฉลี่ย ส่งผลต่อการผ่านทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นหมายความว่า นักเรียนเพศชายมีโอกาสที่จะผ่านทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนเพศหญิง 2.257 เท่า เมื่อควบคุมให้ตัวแปรอื่นให้คงที่ และเมื่อผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย โอกาสที่นักเรียนจะผ่านทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้น 2.941 เท่า

3) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผ่านทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ปัจจัยความเป็นเพศชาย เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และผลการเรียนเฉลี่ย ส่งผลต่อการผ่านทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า นักเรียนเพศชายมีโอกาสที่จะผ่านทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนเพศหญิง 2.281 เท่า เมื่อควบคุมให้ตัวแปรอื่นคงที่ และเมื่อเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย โอกาสที่นักเรียนจะผ่านทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์จะลดลง .104 เท่า หรือ 10.4% เมื่อควบคุม

ให้ตัวแปรอื่นให้คงที่ และเมื่อผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วยโอกาสที่จะผ่านทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์จะเพิ่มขึ้น 2.947 เท่า รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะ	ตัวแปร ทำนาย	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
1	Male	.79	.38	4.20	1	.040	2.195
	Attitude	-.10	.05	4.69	1	.030	.901
	Grade	1.11	.18	36.61	1	.000	3.025
	Constant	-3.89	1.03	14.24	1	.000	.020
2	Male	.81	.39	4.25	1	.039	2.257
	Attitude	-.08	.05	2.91	1	.088	.920
	Grade	1.08	.19	32.82	1	.000	2.941
	Constant	-4.34	1.08	16.23	1	.000	.013
3	Male	.82	.38	4.59	1	.032	2.281
	Attitude	-.11	.05	5.10	1	.024	.896
	Grade	1.08	.18	35.36	1	.000	2.947
	Constant	-3.76	1.03	13.35	1	.000	.023

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยมีประเด็นที่จะนำมาอภิปรายดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจัยการรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ในภาพรวม มีคุณภาพด้านการวินิจัยในระดับที่ยอมรับได้ กล่าวคือ แบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องในการวินิจัย และความคงเส้นคงวาของการวินิจัยในระดับที่สูงกว่า 0.5 ซึ่งถือว่ามีความคุณภาพตามเกณฑ์ของ Cui et al. (2012) ที่เสนอว่าแบบทดสอบวินิจัยควรมีดัชนีความถูกต้องในการวินิจัย และความคงเส้นคงวาของการวินิจัยสูงกว่า 0.5 อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาอำนาจจำแนกรายข้อ จะเห็นว่าข้อสอบส่วนใหญ่ยังมีอำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเกิดจากกลุ่มผู้สอบมีความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ใกล้เคียงกัน ทำให้ข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ

2. ในภาพรวมข้อสอบวินิจัยที่พัฒนาขึ้น 20 ข้อ มีคุณภาพในด้านดัชนีการเดา และดัชนีความสะเพร่า กล่าวคือ ผู้สอบที่ไม่รอบรู้จะมีโอกาสตอบถูกน้อย และผู้สอบที่รอบรู้ก็ไม่ค่อยจะตอบผิดด้วยความสะเพร่า ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของข้อสอบวินิจัย (Rupp et al., 2010) แต่อย่างไรก็ตาม ข้อสอบบางข้อยังมีดัชนีการเดา และดัชนีความสะเพร่า ค่อนข้างสูงเกิน .5 คือ ข้อสอบข้อที่ 4, 5, 8, 9, 12, 14, 15 และ 18 ซึ่งในอนาคตควรมีการปรับปรุงข้อสอบเหล่านี้ให้มีคุณภาพในดัชนีทั้งสองดีขึ้น

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งจะเห็นว่า ผลการวินิจัยพบว่า มีนักเรียนประมาณร้อยละ 78 ที่มีความบกพร่องด้านการรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสามด้าน คือ ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ โดยทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่นักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความบกพร่องมากที่สุด รองลงมา คือ ทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และทักษะใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ ผลการวิจัยที่พบความบกพร่องของนักเรียนเช่นนี้ช่วยทำให้อธิบายถึงสาเหตุที่พบว่านักเรียนไทยมีความสามารถด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าระดับนานาชาติในการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ในหลายๆ ปีที่ผ่านมา ดังนั้น การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการยกระดับสมรรถนะด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยให้เทียบเคียงกับนานาชาติควรส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะการรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาสำหรับนักเรียนไทย คือ ทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะเกี่ยวกับการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ การอธิบายหรือแปลผลปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ และทำนายการเปลี่ยนแปลง การบอกถึงการบรรยาย อธิบาย และทำนายที่เหมาะสม (Lau, 2009)

4. ผลการวิจัยพบว่าความรู้เดิมเป็นปัจจัยที่ช่วยลดโอกาสของความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Ausubel (1960) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ว่าการเรียนรู้ที่มีคุณภาพจะต้องมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่เข้าด้วยกันอย่างกลมกลืน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนลดโอกาสของการเกิดความบกพร่องด้านการรู้วิทยาศาสตร์ได้ ผลการวิเคราะห์เช่นนี้ทำให้คาดเดาได้ว่า การที่นักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ ทั้งการประเมินระดับชาติ เช่น ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) และการประเมินระดับนานาชาติ เช่น ผลการประเมิน PISA อาจเกิดจากนักเรียนไม่ได้เรียนรู้อย่างเข้าใจดีพอก่อนที่จะเลื่อนชั้นไปเรียนชั้นต่อไป ความรู้เดิมที่ไม่ดีที่สะสมกันนานเข้าๆ ทำให้นักเรียนมีปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และไม่สามารถแข่งขันกับนานาชาติได้ ดังนั้น การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นการเรียนรู้อย่างมีความหมายตามทฤษฎีของ Ausubel (1960) ซึ่งจะเป็นแนวทางที่จะยกระดับคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

5. การที่นักเรียนชายมีความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์น้อยกว่านักเรียนหญิงอาจสามารถอธิบายได้จากลักษณะของการเรียนรู้ที่แตกต่างกันระหว่างนักเรียนชายและหญิง นักเรียนชายมีทักษะในการเรียนรู้จากงานที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์หาคำตอบได้ดีกว่าหญิง ส่วนนักเรียนหญิงจะเรียนรู้ได้ดีหากมีการฝึกปฏิบัติในห้องเรียนจนเคยชิน (Liu et al., 2008) ซึ่งข้อสอบการรู้วิทยาศาสตร์ใช้ทักษะการวิเคราะห์ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงทำให้นักเรียนชายตอบข้อสอบถูกมากกว่านักเรียนหญิง

6. โดยทั่วไป เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพราะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับความสนใจ การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ซึ่งช่วยชักนำให้นักเรียนสนใจเรียนและทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างตั้งใจ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีมากขึ้น (Freeman, 1997) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ในกลุ่มนักเรียนไทย พบว่า เจตคติมีความสัมพันธ์ทางลบกับทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้ทราบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีไม่จำเป็นต้องมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงด้วย โดยเฉพาะในสังคมที่มีการบังคับให้นักเรียนติวมากกว่าให้นักเรียนอยากเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยตัวนักเรียนเอง แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยเช่นนี้อาจเกิดจากปัญหาการวัดเจตคติด้วยมาตรประมาณค่า กล่าวคือ ผลวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ทำข้อสอบได้น้อยประเมินเจตคติของตนเองได้สูงกว่านักเรียนที่ทำข้อสอบได้มากกว่า ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการวัดตัวแปรนี้ด้วยการประเมินตนเองด้วยมาตรประมาณค่ามีข้อจำกัด การวัดตัวแปรนี้ในการประเมินโครงการ PISA ก็มี

ข้อจำกัดด้วย ดังจะเห็นว่านักเรียนไทยมีคะแนน PISA ต่ำกว่าระดับนานาชาติ แต่มีคะแนนตัวแปรเจตคติและตัวแปรที่เกี่ยวกับจิตวิทยาสูงกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติหลายตัวแปร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

1. การจัดการศึกษาเพื่อยกระดับคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยควรเน้นการพัฒนาทักษะการอธิบายปรากฏการณ์อย่างวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนไทยมีความสามารถในด้านนี้ต่ำที่สุดรองลงมา คือ การพัฒนาทักษะการระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

2. ผลการวิจัยพบความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาระหว่างนักเรียนชายและหญิง โดยนักเรียนหญิงมีความบกพร่องในการรู้วิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนชาย เพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายและหญิง ควรพัฒนานักเรียนหญิงเพื่อช่วยลดความบกพร่องด้านการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มนี้ โดยจัดการเรียนการสอนและจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลและเพศของนักเรียน โดยนักเรียนหญิงมีรูปแบบการเรียนรู้ที่ต้องใช้การฝึกปฏิบัติในห้องเรียนจนเชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรมีการนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยเรื่องนี้ไปพัฒนาให้มีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะข้อที่มีดัชนีการเดา ดัชนีความสับสน และอำนาจจำแนกต่ำ

2. ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาปัจจัยระดับนักเรียนที่ส่งผลต่อความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยอื่น เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนครู เพื่อให้ได้ข้อมูลที่อธิบายความบกพร่องของนักเรียนได้ชัดเจนมากขึ้น

3. ควรทำการวิจัยเชิงคุณภาพเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ จำแนกตามความรู้เดิม เพศ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ช่วยอธิบายว่าเหตุใดปัจจัยเหล่านี้จึงสัมพันธ์กับความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ข้อจำกัดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องทางการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้เฉพาะปัจจัยระดับนักเรียน การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาปัจจัยอื่น เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนครู และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจพิจารณาใช้แนวทางการประเมิน PISA เป็นแนวทางในการออกแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความบกพร่องการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- ชินภัทร์ ภูมิรัตน. (2544). การวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายการปฏิรูปการศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- ณพัฐอร บัวฉุน, นฤมล ยุตาคม, และพจนารถ สุวรรณรุจิ. (2559). สภาพการจัดการเรียนการสอนรายวิชา วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต หมวตวิชาศึกษาทั่วไป. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 11(2), 97-110.
- สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์, ณสรณ์ ผลโกล, กานจรี ปัญญาอินทร์, และนำชัย ศุภฤกษ์ชัยสกุล. (2556). การศึกษาปัญหาการจัดการเรียนรู้ ระดับความต้องการพัฒนา การรับรู้ และการเข้าถึงสื่อในรูปแบบต่างๆ ของการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศของครูแกนนำวิทยาศาสตร์. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา*, 5(9), 141-153.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51(5), 267-272.
- Cui, Y., Gierl, M.J., & Chang, H.-H. (2012). Estimating classification consistency and accuracy for cognitive diagnostic assessment. *Journal of Educational Measurement*, 49, 19-38.
- de la Torre, J. (2008). An empirically-based method of Q-matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of Educational Measurement*, 45(4), 343-362.
- _____. (2011). The generalized DINA model framework. *Psychometrika*, 76(2), 179-199.
- Freeman, M. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitudes towards science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 3(4), 343-357.
- Lau, K. Ch. (2009). A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(6), 1061-1088.
- Liu, O. U., Wilson, M., & Paek, I. (2008). A multidimensional Rasch analysis of gender differences in PISA mathematics. *Journal of Applied Measurement*, 9(1), 18-35.
- Maydeu-Olivares, A., & Joe, H. (2014). Assessing approximate fit in categorical data analysis. *Multivariate Behavioral Research*, 49(4), 305-328.
- Ngudgratoke, S. (2010). Quality of Science Teaching and Science Literacy of Thai Students: Findings and Policy Implications from the Program for International Student Assessment (PISA). In *The 2nd International Conference on Education, Economy, & Society*, 21-24 July, Paris, France. France: CEDEFOP.
- Rupp, A. A., Templin, J., & Henson, R. A. (2010). *Diagnostic Measurement: Theory, Methods, and Applications*. New York: The Guilford Press.
- Templin, J. L. & Henson, R. A. (2006). Measurement of psychological disorders using cognitive diagnosis model. *Psychological Methods*, 11(3), 287-305.