

การประยุกต์ใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนกในการประเมิน
เพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว*

*The Application of Diagnostic Classification Model
for Cognitive Diagnostic Assessment in Solving Linear Equation
Problems of the Secondary School Students*

สุมาลี มีสกุล**

suchaew@gmail.com

องอาจ นัยพัฒน์***

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ด้วยการประยุกต์ใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก (Diagnostic classification model) วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวตามแนวคิดของ Embretson's cognitive design system approach (CDS framework) และนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นไปทำการสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1,214 คน และนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงการวินิจฉัยด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก G-DINA model

ผลการวิจัยพบว่า มีทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 5 ทักษะ ซึ่งนำมาสร้างแบบแผนทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด 16 แบบแผนและจากการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,214 คน ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวพบว่านักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการมากที่สุด และมีความรอบรู้ในทักษะการแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบน้อยที่สุด และยังพบว่า

*งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประถมทุนการศึกษา 40 ปี บัณฑิตวิทยาลัย

**นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต แขนงวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

***รองศาสตราจารย์ ดร. ภาคิชาวัฒน์ผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความรอบรู้ในทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ทุกทักษะในทำนองเดียวกันพบว่านักเรียนชายมีความรอบรู้ในทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่านักเรียนหญิง จำนวน 2 ทักษะ และนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มีความรอบรู้ในทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสูงกว่านักเรียนแผนการเรียนทั่วไปทุกทักษะ

คำสำคัญ : การประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา การแก้ปัญหสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก G-DINA model Q-matrix

Abstract

The purpose of this research study was to assess the lower secondary school students' cognitive skills in solving linear equation problems by using a diagnostic classification model. The diagnostic test was standardized-administered with 1,214 students and scored in a consistent and standard manner, by using the Embretson's Cognitive Design System Approach (or CDS framework). The data from the assessment were analyzed by using diagnostic classification model (G-DINA model). The results showed five cognitive skills and 16 cognitive patterns, which students used to solve the linear equation problems. The property of equality was the cognitive skill, which the majority of lower secondary school students had mastered. In contrast, translating word problems into a system of equations was the cognitive skill, which most of the students had not mastered. The results also revealed that Mathayomsuksa three students (or equivalent to Grade 9 in junior high school) had mastered all the cognitive skills more than Mathayomsuksa one and two students had mastered. In addition, the results showed that male students mastered the cognitive skills more than female students. Most of the students in the Mathematics-Sciences academic program mastered all cognitive skills more than those in the general program.

Keywords: Cognitive diagnostic assessment, Solving linear equation problem, Diagnostic classification model, G-DINA model, Q-matrix

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรมซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ และต้องอาศัยการคิดที่เป็นแบบแผน มีขั้นตอนและเหตุผลเพื่อหาคำตอบจึงทำให้ผู้เรียนส่วนมากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน (สิริพร ทิพย์คง, 2542) ประกอบกับเนื้อหาที่เรียนมีลักษณะเป็นแบบใช้ความรู้ต่อเนื่องโดยที่ผู้เรียนต้องอาศัยพื้นฐานจากเรื่องหนึ่งเพื่อใช้ในเรียนเรื่องต่อไปเมื่อนักเรียนไม่สามารถบรรลุผลการเรียนรู้ในเรื่องที่เป็นพื้นฐานการเรียนรู้เรื่องอื่น จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นที่เรียนในลำดับต่อไปอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2551 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งที่นักเรียนต้องเรียนต่อเนื่องกันทั้งในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องดังกล่าวนี้เป็นเรื่องที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่นแต่ในสภาพจริงที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่ยากต่อการทำความเข้าใจและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นการประเมินเพื่อทราบข้อบกพร่องของนักเรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อหาคำตอบหรือการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีความจำเป็นเพื่อผู้ที่เกี่ยวข้องจะได้นำสารสนเทศที่ได้จากการประเมินไปใช้เป็นฐานคิดในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาได้มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและเนื้อหาอื่นที่จำเป็นต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาคำตอบของปัญหาอยู่ในระดับที่สูงขึ้น

การประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา (Cognitive diagnostic assessment : CDA) เป็นการประเมินเพื่อระบุปัญหา อุปสรรค ข้อบกพร่อง จุดเด่นหรือจุดด้อยเกี่ยวกับการนำทักษะความสามารถทางด้านพุทธิปัญญาไปใช้ในการแก้ปัญหาของผู้เรียนและนำผลการประเมินที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนสารสนเทศที่ได้จากการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะในการทำข้อสอบของผู้เรียนที่มีต่อการทำข้อสอบที่เป็นแบบทดสอบทางการศึกษาซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีขั้นตอนของการหาคำตอบอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการคิดแก้ปัญหาในปัจจุบันมีวิธีการที่ใช้สำหรับการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาหลายวิธีการใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก (Diagnostic classification models: DCMs) เป็นวิธีการหนึ่งที่มีผู้นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลในการวินิจฉัยทักษะของผู้สอบในปัจจุบันเพราะเป็นวิธีที่การประมาณค่าเพื่อวินิจฉัยคุณลักษณะของผู้สอบมีพื้นฐานการคำนวณอยู่บนความน่าจะเป็นในการตอบของผู้สอบ ต่างจากวิธีการอื่นที่ส่วนใหญ่เป็นการวินิจฉัยโดยใช้สถานะและแบบแผนการคิดของผู้สอบเป็นหลักและมีข้อจำกัดเกี่ยวกับโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลน้อยกว่าวิธีการอื่น (Rupp, Templin, & Henson, 2010) ถึงแม้ว่าจะมีนักศึกษานำการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาใช้ในการวิเคราะห์ผลการสอบและศึกษาค้นคว้าพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญามากขึ้นในปัจจุบัน แต่ก็นับได้ว่าการศึกษาค้นคว้าในเรื่องดังกล่าวยังคงอยู่ในช่วงเริ่มต้นทั้งที่ต้นกำเนิดของการประเมินในรูปแบบนี้นับได้มีมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปี ค.ศ.1989 (Leighton & Gierl, 2007)

Gierl และ Leighton (2007) กล่าวถึงการนำการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้สำหรับประเมินทางการศึกษาในอนาคตไว้หลายประเด็นโดยเฉพาะการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการนำแนวคิดและวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการสร้าง

แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้พัฒนาการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาทั้งนี้ เนื่องจากการประยุกต์ใช้การประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จะใช้วิธีการนำแบบทดสอบประเมินมาตรฐานทางการศึกษาที่มีอยู่แล้วมากำหนดทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการหาคำตอบของข้อคำถามแต่ละข้อแล้วจึงค่อยทำการวิเคราะห์ข้อมูล (เรียกการดำเนินการในลักษณะนี้ว่า Post-hoc หรือ Retrofitting) ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้เป็นวิธีการที่ทำให้ประสิทธิภาพต่ำในการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะเป็นวิธีที่มุ่งเน้นการวัดความรู้ในเนื้อหาที่ต้องการวัดตามขอบเขตที่กำหนดขึ้นมากกว่าการมุ่งวัดสมรรถนะจำเป็นที่เป็นโมเดลหรือตัวแบบของการคิดแก้ปัญหาในแบบทดสอบ ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงวินิจฉัยจากแบบทดสอบทางการศึกษาทั่วไปที่ไม่ได้ออกแบบพัฒนาขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาได้ผลคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับคุณลักษณะตามแบบการคิดในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องของผู้เรียนจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการนำการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาไปใช้ในการประเมินทางการศึกษาผู้วิจัยพบว่าการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำความรู้เรื่องการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญายังคงทำอยู่ในวงที่จำกัด กล่าวคือ ส่วนใหญ่ยังมีการใช้การประเมินเพื่อวินิจฉัยในรูปแบบเดิม ด้วยการนำวิธีการใช้โมเดลลำดับชั้นคุณลักษณะ (Attribute hierarchy method: AHM) มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และถึงแม้ว่าจะมีผู้นำโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนกมาศึกษาและใช้วิเคราะห์ข้อมูล แต่ข้อมูลที่นำมาศึกษาและวิเคราะห์ผลนั้นเป็นผลการสอบที่ได้มาจากแบบทดสอบมาตรฐานทางการศึกษาที่มีผู้ทำการทดสอบไว้แล้ว โดยไม่ได้มีการพัฒนาแบบทดสอบขึ้นมาใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนกโดยเฉพาะ

ด้วยเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำวิธีการใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนกมา

ใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยการพัฒนาแบบทดสอบมาตรฐานตามขั้นตอนและวิธีการที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญา และนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นไปใช้สอบกับนักเรียนและทำการวิเคราะห์ผลการสอบในเชิงของการวินิจฉัยด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก G-DINA model

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

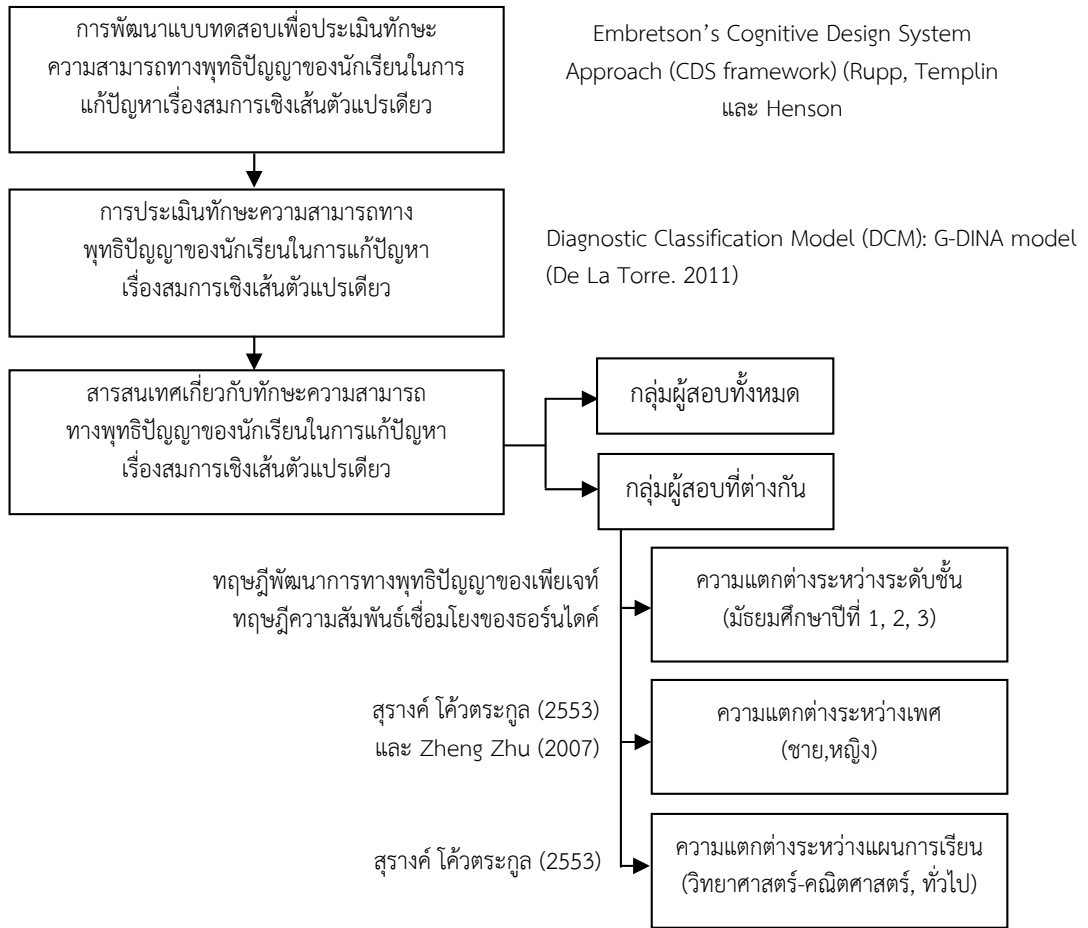
1. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. เพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาไปใช้ในการประเมินทักษะความสามารถของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยการพัฒนาแบบทดสอบเลือกตอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบสองค่าตามขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้เพื่อการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ตามวิธีการของ Embretson's cognitive design system approach (CDS framework) ซึ่ง Embretson และ Gorin (Leighton & Gierl, 2007) ได้กล่าวถึงข้อดีของการพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทาง

พุทธิปัญญาด้วยวิธีการนี้ว่าเป็นวิธีที่ให้ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของคุณลักษณะที่ทำการวัดซึ่งสามารถทำความเข้าใจได้ดีกว่าในการพัฒนาข้อคำถามและสามารถแปลผลคะแนนในเชิงการวินิจฉัยได้ง่ายกว่าวิธีการอื่นหลังจากนั้น จึงนำแบบทดสอบที่พัฒนาขึ้นมาทำการสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยการใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก คือ G-DINA mode เนื่องจากเป็นโมเดลมีความยืดหยุ่นในการประมาณค่าความน่าจะเป็นในการตอบของผู้สอบเพื่อวินิจฉัยสูงกว่าโมเดลอื่นที่ใช้ในการประมาณค่าภายใต้ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์เดียวกัน (De La Torre. 2011) และเพื่อเป็นการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับผลของการประเมินในเชิงวินิจฉัยที่ได้ให้มากขึ้นผู้วิจัยได้นำผลการประเมินวินิจฉัยทักษะความสามารถของผู้สอบทั้งหมด

มาจำแนกตามเงื่อนไขซึ่งเป็นตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมีความแตกต่างกัน จำนวน 3 ตัวแปรคือ ระดับชั้นที่กำลังศึกษา (มัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 3) เพศ (ชาย, หญิง) และแผนการเรียน (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์, แผนการเรียนทั่วไป) เพราะจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างระหว่างความสามารถทางพุทธิปัญญาหรือความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนพบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาที่มีความผันแปรไปตามอายุ การฝึกหัด ประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ความแตกต่างระหว่างเพศ และความถนัดในการเรียนพร้อมกับทดสอบความแตกต่างของจำนวนนักเรียนที่ได้จากการจำแนกในแต่ละกลุ่มกรอบแนวคิดในการวิจัยเขียนแสดงได้ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ การพัฒนาแบบทดสอบและการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ดังนี้

1. การพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา ตามแนวคิดของ Embretson's cognitive design system approach

(CDS framework) ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้ (Rupp, Templin, & Henson, 2010)

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมิน
- 2) กำหนดทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญา ซึ่งเป็นคุณลักษณะด้านความรู้ ความคิด และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยการกำหนดจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของทักษะที่กำหนดดังกล่าวด้วยการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์

3) พัฒนาโมเดลการคิดซึ่งเป็นแบบแผนการคิดทั้งหมดที่เป็นไปได้ของการนำทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญามาใช้แก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ประเมินเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างจุดประสงค์ของการประเมินและแบบแผนทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาแล้วนำผลที่ได้จากการประเมินมากำหนดจำนวนข้อคำถามที่เหมาะสมซึ่งควรสร้างในแต่ละแบบแผนการคิด

4) สร้างข้อคำถามตามโมเดลการคิดเป็นจำนวนข้อจากผลที่ได้ในข้อ 3) และกำหนด Q-matrix ซึ่งเป็นเมทริกซ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามและทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมกับตรวจสอบความถูกต้องของ Q-matrix ที่กำหนด ด้วยการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์

5) ประเมินความถูกต้องของโมเดลการคิดหาคำตอบของข้อคำถามแต่ละข้อที่ถูกกำหนดด้วย Q-matrix ในเชิงประจักษ์โดยการนำแบบทดสอบไปให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 9 คนตามระดับความสามารถทางการเรียน คือ เก่งปานกลาง และอ่อน ระดับชั้นละ 3 คนทำแบบทดสอบและใช้เทคนิคคิดออกเสียง (Think aloud protocol) ซึ่งเป็นการให้นักเรียนบอกหรือเขียนแสดงวิธีที่ตนเองใช้ในการหาคำตอบของปัญหาแต่ละข้อในแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างรูปแบบการใช้ทักษะของนักเรียนในการหาคำตอบของข้อคำถามในแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับที่กำหนดไว้ใน Q-matrix หรือไม่

6) คัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านขั้นตอนการหาคุณภาพเก็บไว้

7) ตรวจสอบความเที่ยงตรงและคุณภาพของข้อคำถามที่พัฒนาขึ้นในทางสถิติ โดยการนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) กับ

นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) ตามระดับความสามารถทางการเรียน จำนวน 90 คนหลังจากนั้นนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของแบบทดสอบตามทฤษฎีการตอบข้อคำถาม (Item response theory) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling) จำนวน 718 คน และประเมินคุณภาพในเชิงการวินิจฉัยของข้อคำถามด้วย DINA model

8) การประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่ผ่านการหาคุณภาพไปทำการสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage random sampling) จำนวน 1,214 คนพร้อมกับตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนมาจัดระบบบันทึกผล และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงการวินิจฉัยทักษะความสามารถของผู้สอบด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก G-DINA model

ผลการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้โมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก ในการประเมินทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญา

1.1 ทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวทั้งหมดจำนวน 5 ทักษะ ดังนี้

1) การใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง เพื่อหาคำตอบของสมการในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ (S1)

2) การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้สมบัติการแจกแจง (S2)

3) การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้การรวมพจน์ที่คล้ายกัน (S3)

4) การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูปเศษส่วนให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ (S4)

5) การแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการ เพื่อหาคำตอบ (S5)

1.2 การพัฒนาโมเดลการคิดและสร้างแบบทดสอบเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่กำหนดสามารถนำมากำหนดแบบแผนทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (Attribute profile) ตามวิธีการที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ทั้งหมด 16 แบบและมีข้อคำถามในแบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 32 ข้อ

1.3 การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของโมเดลการคิดหาคำตอบของข้อคำถามที่กำหนดใน Q-matrix

1) การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของการกำหนด Q-matrix ด้วยวิธีการในเชิงปริมาณ โดยการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญทุกคนมีความเห็นตรงกันว่าทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ต้องใช้ในการหาคำตอบของปัญหาในแต่ละข้อที่กำหนด เป็นทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการหาคำตอบของปัญหาทุกข้อ

2) การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของการกำหนด Q-matrix ด้วยวิธีการในเชิงคุณภาพ โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud protocol) พบว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทุกคนใช้ทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาตรงกับที่กำหนดใน Q-matrix

โดยมีข้อคำถามที่วัดทักษะ S1 จำนวน 32 ข้อ วัดทักษะ S2 จำนวน 13 ข้อ วัดทักษะ S3 จำนวน 13 ข้อ วัดทักษะ S4 จำนวน 13 ข้อ และวัดทักษะ S5 จำนวน 10 ข้อ Q-matrix แทนความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามและทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาในแบบทดสอบ สามารถเขียนแสดงได้ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Q-matrix แทนความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามและทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ข้อคำถาม	ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา					ข้อคำถาม	ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา				
	S1	S2	S3	S4	S5		S1	S2	S3	S4	S5
1	1	0	0	0	0	17	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	18	1	1	1	0	0
3	1	0	0	0	0	19	1	1	1	0	0
4	1	0	0	0	0	20	1	1	0	1	0
5	1	0	0	0	0	21	1	1	0	1	0

ข้อคำถาม	ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา					ข้อคำถาม	ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา				
	S1	S2	S3	S4	S5		S1	S2	S3	S4	S5
6	1	1	0	0	0	22	1	1	0	0	1
7	1	1	0	0	0	23	1	0	1	1	0
8	1	1	0	0	0	24	1	0	1	1	0
9	1	0	1	0	0	25	1	0	1	0	1
10	1	0	1	0	0	26	1	0	0	1	1
11	1	0	1	0	0	27	1	1	1	1	0
12	1	0	0	1	0	28	1	1	1	1	0
13	1	0	0	1	0	29	1	1	1	0	1
14	1	0	0	1	0	30	1	1	0	1	1
15	1	0	0	0	1	31	1	0	1	1	1
16	1	0	0	0	1	32	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 1 หมายถึง ข้อคำถามดังกล่าว *ใช้* ทักษะที่กำหนดในการหาคำตอบของปัญหา
0 หมายถึง ข้อคำถามดังกล่าว *ไม่ใช้* ทักษะที่กำหนดในการหาคำตอบของปัญหา

1.4 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และข้อคำถาม

1) การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบและข้อคำถามจากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมพบว่าข้อคำถามมีค่าความยาก (p) ต่ำสุดเท่ากับ 0.221 สูงสุดเท่ากับ 0.794 มีค่าเฉลี่ยของค่าความยากเท่ากับ 0.555 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความยากเท่ากับ 0.187 ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนก (r) ต่ำสุดเท่ากับ 0.222 สูงสุดเท่ากับ 0.507 มีค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.358 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.089 แบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.807

2) การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบและข้อคำถามจากการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการตอบข้อคำถามพบว่าข้อคำถามมีค่าความยาก (b) ต่ำสุดเท่ากับ -2.447 สูงสุดเท่ากับ 1.659 มีค่าเฉลี่ยของค่าความยากเท่ากับ 0.470 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า

ความยากเท่ากับ 0.776 ข้อคำถามมีค่าอำนาจจำแนก (a) ต่ำสุดเท่ากับ 1.231 สูงสุดเท่ากับ 9.524 มีค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 3.061 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 1.511 ข้อคำถามมีค่าการเดา (c) ต่ำสุดเท่ากับ 0.101 สูงสุดเท่ากับ 0.244 มีค่าเฉลี่ยของค่าการเดาเท่ากับ 0.191 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าการเดาเท่ากับ 0.038

3) การตรวจสอบคุณภาพข้อคำถามในเชิงการวินิจฉัยด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนก พบว่า DINA model เป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพในเชิงการวินิจฉัยของข้อคำถามเนื่องจากค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลในเชิงสัมบูรณ์ที่ได้คือค่ามาตรฐานของการแปลงสหสัมพันธ์ (Z-Transformed Correlation) และค่าอัตราส่วน Log-Odds (Log-Odds Ratio) มีค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในระดับต่ำ โดยข้อคำถามมีดัชนีค่าอำนาจจำแนกในเชิงการวินิจฉัย ($d_{i,DINA}$) ต่ำสุดเท่ากับ

0.0880 สูงสุดเท่ากับ 0.7586 มีค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกในเชิงการวินิจฉัยเท่ากับ 0.5641 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าอำนาจจำแนกในเชิงการวินิจฉัยเท่ากับ 0.1276

4) การตรวจสอบคุณภาพข้อคำถาม โดยการหาคุณภาพของข้อคำถามแต่ละข้อเกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการตอบถูกของผู้สอบที่มีแบบแผนความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ต้องการประเมินต่างกันด้วย G-DINA model พบว่าทักษะความรอบรู้ในเรื่องการใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากที่สุดที่ผู้เรียนนำไปใช้ในการหาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาพบว่าทักษะความรอบรู้ในเรื่องการใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการและทักษะความรอบรู้ในเรื่องการแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากที่สุดที่ผู้เรียนนำไปใช้ในการหาคำตอบ

2. การประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2.1 การตรวจสอบความเหมาะสมของการนำ G-DINA model มาใช้ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาจากการพิจารณาดัชนีความสอดคล้องของโมเดลในเชิงสัมบูรณ์ พบว่าค่าสัดส่วนการตอบถูก (Proportion Correct) ค่ามาตรฐานของการแปลงสหสัมพันธ์ (Z-Transformed Correlation) และค่าอัตราส่วน Log-Odds (Log-Odds Ratio) มีค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ในระดับต่ำ แสดงว่า G-DINA model เป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาของนักเรียน ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผลการวิเคราะห์แสดงได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพการประเมินเพื่อวินิจฉัยในเชิงสัมบูรณ์จากการวิเคราะห์ด้วย G-DINA model

ดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพการวินิจฉัยของข้อคำถามในเชิงสัมบูรณ์	ค่าสัดส่วนการตอบถูก (Proportion Correct)	ค่ามาตรฐานการแปลงสหสัมพันธ์ (Z-Transformed Correlation)	ค่าอัตราส่วน Log-Odds (Log-Odds Ratio)
ค่าเฉลี่ย	.0028	.0422	.2081
ค่าสูงสุด	.0059	.2332	2.1835
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	.0143	.0287	.2548

2.2 การประเมินเพื่อวินิจฉัยความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งหมดพบว่านักเรียนมีความรอบรู้ใน

ทักษะการใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.23 นักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้สมบัติการแจกแจง เป็นอันดับที่สอง คิดเป็นร้อยละ 46.62 นักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้การรวมพจน์

ที่คล้ายกันเป็นอันดับที่สาม คิดเป็นร้อยละ 27.68 นักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการจัดรูปสมการที่อยู่ในรูปเศษส่วนให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆเป็นอันดับที่สี่ คิดเป็นร้อยละ 17.30 และนักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.07

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจำแนกตามระดับชั้นจากการทดสอบด้วยค่าสถิติไคแอสควร์ (Chi-square test) พบว่านักเรียนทั้งสามระดับชั้นมีจำนวนของนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกทักษะโดยนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวน้อยที่สุด ส่วนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นกลุ่มที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมากกว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นกลุ่มที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมากที่สุด

3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจำแนกตามเพศ จากการทดสอบด้วยค่าสถิติไคแอสควร์ (Chi-square test) พบว่านักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 2 ทักษะ คือ การใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ

และการจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้การรวมพจน์ที่คล้ายกัน นักเรียนชายมีความรอบรู้ในทักษะดังกล่าวมากกว่านักเรียนหญิงส่วนที่เหลืออีก 3 ทักษะ คือ การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้สมบัติการแจกแจง, การจัดรูปสมการที่อยู่ในรูปเศษส่วน ให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a , b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ และการแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบ พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความรอบรู้ในทักษะดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำแนกตามแผนการเรียนจากการทดสอบด้วยค่าสถิติไคแอสควร์ (Chi-square test) พบว่านักเรียนที่เรียนอยู่ในแผนการเรียนต่างกันมีจำนวนของนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกทักษะ โดยนักเรียนที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นจำนวนมากกว่านักเรียนที่เรียนในแผนการเรียนทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจำแนกตามระดับชั้น เพศ และแผนการเรียน จากการทดสอบด้วยค่าสถิติไคแอสควร์ (Chi-square test) แสดงได้ดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าสัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่มีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการวิเคราะห์ด้วย G-DINA model จำแนกตามระดับชั้น เพศ และแผนการเรียน

ทักษะความสามารถทาง พุทธิปัญญา ที่นักเรียนมีความรอบรู้	ระดับชั้นมัธยมศึกษา			Pearson Chi-Square	เพศ		Pearson Chi-Square	แผนการเรียน		Pearson Chi-Square
	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3		ชาย	หญิง		วิทย์- คณิต	ทั่วไป	
S1 การใช้สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงเพื่อหาคำตอบของสมการในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ	175	242	302	93.354*	387	332	16.460*	445	274	111.122*
S2 การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้สมบัติการแจกแจง	110	201	255	120.251*	292	274	1.563	374	192	118.833*
S3 การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ โดยใช้การรวมพจน์ที่คล้ายกัน	40	69	234	279.975*	193	150	8.325*	250	93	106.032*
S4 การจัดรูปสมการให้อยู่ในรูปเศษส่วนให้อยู่ในรูป $ax + b = c$ เมื่อ a, b และ c เป็นจำนวนจริงใดๆ	20	21	190	318.283*	112	119	.160	202	29	165.719*
S5 การแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบ	7	11	165	323.478*	85	98	.895	169	14	159.463*

หมายเหตุ * หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยในที่นี่จะทำการอภิปรายผลเฉพาะในส่วนของการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวดังนี้

1. ผลการประเมินเพื่อวินิจฉัยความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำแนกตามระดับชั้น พบว่านักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมากกว่านักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมากกว่านักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพฤติกรรมนิยม คือ แนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านพุทธิปัญญาของเพียเจท์ ที่มีแนวคิดว่าคุณสมบัติในการคิดของมนุษย์จะเพิ่มขึ้นตามวัยที่เปลี่ยนไปโดยมนุษย์จะสามารถคิดประมวลผลในสิ่งนามธรรมได้ดีเมื่ออายุตั้งแต่ 11 ปี ขึ้นไปจนถึงวัยผู้ใหญ่ และจะมีพัฒนาการทางด้านความคิดเพิ่มมากขึ้นตามประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต การฝึกหัด การเลียนแบบ และการถ่ายทอดด้วยวิธีการต่างๆ (ศิริบุรณ์ สายโกสุม, 2546) และกฎการฝึกหัด (Law of exercise) กล่าวตามทฤษฎีความสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ ที่ระบุว่า การเรียนรู้จะได้ผลต่อองค์การได้ฝึกหรือทำซ้ำอยู่เสมอ เพราะการฝึกฝนจะทำให้พันธะ (Bond) ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองมั่นคงขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าขาดการฝึกฝนก็จะทำให้พันธะระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองคลายความ

มั่นคง จนในที่สุดจะหมดไปทำให้การเรียนรู้ไม่เกิดขึ้น (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภณ, 2554) นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นสูงกว่าจะได้รับการฝึกฝนและมีประสบการณ์ในการเรียนรู้มากกว่านักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นต่ำกว่า ดังนั้น จึงมีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นต่ำกว่า

2. ผลการประเมินเพื่อวินิจฉัยความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำแนกตามเพศพบว่านักเรียนชายมีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมากกว่านักเรียนหญิงจำนวน 2 ทักษะ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งผลต่อความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ว่า เพศชายมีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าเพศหญิงจากการรวบรวมผลการวิจัยเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเพศทั้งหมดของแมคโคบีและแจ๊คคลิน (สุรงค์ ใค้วตระกูล, 2553) และ Zheng Zhu (2007) แต่นักเรียนชายมีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่แตกต่างจากนักเรียนหญิงจำนวน 3 ทักษะ แสดงว่าความแตกต่างระหว่างเพศเป็นตัวแปรที่ส่งผลอย่างไม่มีคงที่ในการทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างทักษะการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งจากผลการศึกษาของ Penner & Paret (2007) พบว่านักเรียนชายจะมีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนหญิงเมื่อนักเรียนกำลังศึกษาอยู่ในช่วงปลายของระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและช่วงต้นของระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งหมด เมื่อทำการจำแนกกลุ่มนักเรียนตามเพศ

เป็นไปได้ว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในช่วงต้นของระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นยังไม่มีมีความแตกต่างของความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถเห็นได้ชัดทำให้ไม่พบความแตกต่างระหว่างจำนวนของนักเรียนที่มีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในบางทักษะเมื่อจำแนกตามเพศ

3. ผลการประเมินเพื่อวินิจฉัยความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำแนกตามแผนการเรียนพบว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มีความรอบรู้เกี่ยวกับทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นจำนวนมากกว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในแผนการเรียนทั่วไป ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งผลต่อความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ว่า ความแตกต่างทางเขavnปัญญาส่งผลต่อทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนที่มีระดับเขavnปัญญาสูงกว่าจะมีทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มีระดับเขavnปัญญาต่ำกว่า นักเรียนที่ศึกษาอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์จึงมีความรอบรู้ในทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ศึกษาอยู่ในแผนการเรียนทั่วไป (สุรงค์ ใคว้ตระกูล, 2553)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้
ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้น ใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ดังนี้

1.1 จากผลการประเมินพบว่าทักษะที่นักเรียนมีความรอบรู้้น้อยมากที่สุด คือ การแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการเพื่อหาคำตอบแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่องการนำทักษะดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และจะพบว่าในแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินทางการศึกษาส่วนใหญ่ จะเน้นการนำทักษะดังกล่าวมาใช้ในการหาคำตอบของปัญหาเป็นส่วนมาก ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนของครูจึงควรเน้นการพัฒนาทักษะดังกล่าวให้กับนักเรียน

1.2 การฝึกหัดและประสบการณ์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความรอบรู้ในทักษะที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรจัดให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาที่หลากหลายและมีปริมาณในการทำซ้ำที่มากพอต่อการที่นักเรียนเกิดความรอบรู้ในทักษะที่ใช้ในการหาคำตอบของปัญหาในรูปแบบต่างๆ ได้

1.3 ในการสอนของครูควรฝึกฝนให้นักเรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ ในการหาคำตอบของปัญหา โดยเริ่มจากโจทย์ปัญหาที่มีการใช้ทักษะขั้นพื้นฐานในการหาคำตอบ และเพิ่มความซับซ้อนของการประยุกต์ใช้ทักษะต่างๆ มากขึ้นตามวุฒิภาวะในการเรียนรู้และความสามารถของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยไม่ได้มีการทำการศึกษาความเที่ยงตรงของผลการประเมินที่ได้กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของผลการประเมินในเชิงวินิจฉัยที่ได้กับข้อมูลในเชิงประจักษ์

2.2 ในการประเมินเพื่อวินิจฉัยทางพุทธิปัญญาด้วยโมเดลการวินิจฉัยเชิงจำแนกมีโมเดลที่ใช้ในการประเมินอยู่ด้วยกันหลายโมเดล การทำวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจประยุกต์ใช้โมเดลอื่นในการวิเคราะห์ข้อมูล และ

ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลที่ต่างกันว่าผลที่ได้มีความสอดคล้องกันหรือไม่

2.2 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินเพื่อวินิจฉัยทักษะความสามารถทางพุทธิปัญญาที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาเรื่องอื่น ทั้งในวิชาคณิตศาสตร์หรือวิชาอื่นเพื่อเป็นการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อ

บกพร่องทางการเรียนของนักเรียน และนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนานักเรียน

2.4 อาจทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบที่มีระดับความยาก ค่าอำนาจจำแนกในเชิงการวินิจฉัย และความยาวต่างกัน ว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลต่อผลการวิเคราะห์ในเชิงการวินิจฉัยที่ได้และประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการวินิจฉัยอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภณ. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- ศิริบุรณ์ สายโกสม. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สิริพร ทิพย์คง. (2542). *งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2521-2542*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรงค์ ใ้วตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Chang, H., Liu, H., & You, X. (2013). The development of computerized adaptive testing with cognitive diagnosis for an english achievement test in China. *Classification*. 30: 152-172. Retrieved from <https://internal.psychology.illinois.edu/>
- Cohen, R. J. (2010). *Psychological testing and assessment an introduction to tests & Measurement*. 7thed. New York: McGraw-Hill.
- De La Torre, J. (2011, April). The Generalized DINA model framework. *Psychometrika*. 76(2): 179-199.
- Embretson, S. E. (1994). Applications of cognitive design systems to test development. In *cognitive assessment: A multidisciplinary perspective*. Reynolds, Cecil R. pp.107-135. V.1. New York: Plenum Press.
- Gipps, C. V. (2012). *Beyond testing : towards a theory of educational assessment*. New York: Routledge.
- Ketterlin-Geller, L. R. (2009). Diagnostic assessments in mathematics to Support Instructional Decision Making. *Practical Assessment Research & Evaluation*. 14(16): 1-9.
- Leighton, J. P., & Gierl, M. J. (2007). *Cognitive diagnostic assessment for education theory and applications*. New York: Cambridge University Press.
- Penner, A. M., & Paret, M. (2007, August). Gender differences in mathematics achievement exploring the early grades and the extremes. *Social Science Research*. 37(1): 239-253.

Rupp, A. A., Templin, J., & Henson, R. A. (2010). *Diagnostic measurement theory, methods and applications*. New York: The Guilford Press.

Zhu, Z. (2007). Gender differences in mathematical problem solving patterns A review of literature. *International Education Journal*. 8(2): 187–20.