

แนวทางการประเมินเพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจำเพาะบุคคล

Assessment Guidelines for Student's Personalized
Mathematical Proficiency Developmentสำรวน จินจันท์¹ และ พัทธี จันทรเพ็ง²Samruan Chinjunthuk¹ and Putcharee Junpeng²

(Received: November 14, 2019; Revised: December 13, 2019 ;Accepted: December 19, 2019)

บทคัดย่อ

การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ถือเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนการศึกษาโดยเฉพาะทางด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ความท้าทายที่สำคัญของครูคือควรทำอย่างไรเพื่อประเมินการคิดและการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นการยากในทางปฏิบัติ ดังนั้นถ้าครูคณิตศาสตร์มีแนวทางการประเมินเพื่อพัฒนาความสามารถจำเพาะบุคคลของผู้เรียน จะเกิดประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้เรียนในการกำหนดทิศทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและครูเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน ดังนั้นบทความนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเสนอแนะแนวทางการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเพาะบุคคลทางเลือกใหม่สำหรับชั้นเรียนคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอเป็น 4 ขั้นตอน ตามโมเดลเชิงโครงสร้าง (Wilson, 2005) คือ (1) การพัฒนาแผนที่โครงสร้างความสามารถทางคณิตศาสตร์ (2) การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้าง (3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (4) การวิเคราะห์โมเดลการวัดและการตีความ นอกจากนี้บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางในการให้ข้อมูลป้อนกลับที่สำคัญแก่ครูและผู้เรียน คือ (1) การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (2) การให้ข้อมูลป้อนกลับ และ (3) การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด อันเป็นประโยชน์ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ง่ายต่อการนำไปใช้และตีความผู้เรียนได้อย่างมีความหมายมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ การให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างทาง การประเมินจำเพาะบุคคล ระดับทักษะการปฏิบัติ สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ โมเดลเชิงโครงสร้าง

¹ อาจารย์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝายมัธยมศึกษา (มอดินแดง) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹ Teacher, Khon Kaen University Demonstration School (Modindaeng), Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

² Assistant Professor, Department of Educational Measurement and Evaluation, Faculty of Education, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นกลาง (เมธีวิจัย สกว.) ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น (RSA6080074) และศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (CRME)

Corresponding author E-mail: car47232304@gmail.com

Abstract

Assessing mathematical proficiency (MP) is considered an important factor in driving education forward, especially in mathematics education. An important challenge for teachers is how to assess students' thinking and learning, especially assessing MP that does not only focus on the correct answer but also on the mathematical procedures as well, which is difficult in practice. Therefore, if mathematics teachers have assessment guidelines for personalized mathematical proficiency of a student, it will be greatly beneficial for learners to determine their learning path by themselves and for teachers to improve teaching procedures to suit the learners. The main objective of this article is to suggest new assessment guidelines for student's personalized mathematical proficiency development as an alternative for mathematical classes. It will be presented in 4 steps according to the Constructing Modelling Approach (Wilson, 2005): (1) developing the MP construct map, (2) developing the tasks design according to the construct map, (3) providing the outcome space, and (4) analysing the measurement and interpretation models. Moreover, this article presents guidelines on providing important feedbacks for teachers and students which are: (1) feed up, (2) feedback, and (3) feed forward, for use in mathematical classes that are easy to apply and interpret learners in a more meaningful manner.

Keywords: formative feedback, personalized assessment, performance level, mathematical competency, construct modeling

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากนำไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ซึ่งถือเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรและเศรษฐกิจของประเทศ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับยุคดิจิทัล (Junpeng, Krotha, Chanayota, Tang, & Wilson, 2019) ดังนั้นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจำเป็นต้องเตรียมผู้เรียนจำเพาะบุคคลให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยสามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อสำเร็จการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ความสามารถของเด็กไทยอยู่ในระดับใดทั้งในระดับชาติและนานาชาติ?

ผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชาติและนานาชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) พบว่า ในระดับชาติ (National Testing: NT) คะแนนเฉลี่ยความสามารถพื้นฐานในด้านคำนวณ และด้านเหตุผล ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะอย่างยิ่งคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านคำนวณต่ำกว่าทุก ๆ ด้าน สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) ที่ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ นอกจากนี้ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากลทางคณิตศาสตร์ในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ของผู้เรียนที่มีอายุ 15 ปี จัดโดย OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) บ่งชี้เช่นกันว่าผู้เรียนไทยที่มีอายุ 15 ปี ซึ่งส่วนใหญ่เรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยโดยเฉพาะในคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD ทั้งใน ค.ศ. 2012 2015 และ 2018 ซึ่งแนวโน้มจะเป็นในลักษณะเดียวกันถ้าหากไม่มีการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้พัฒนาสมรรถนะทางด้านคณิตศาสตร์ รายละเอียดปรากฏดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ผลการประเมินสมรรถนะนักเรียนตามมาตรฐานสากลด้านคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับด้านอื่น
ที่มา: สสวท. และ OECD (2562)

แนวทางใดที่ช่วยส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์?

การประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในสมรรถนะทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย การแก้ปัญหา การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิด

สร้างสรรค์ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง นำความรู้ไปใช้รวมทั้งแสดงออกทางความคิด ซึ่งจุดมุ่งหมายไม่ได้มุ่งเน้นเพื่อการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนเท่านั้น แต่ยังมีการประเมินเพื่อมุ่งเน้นการวินิจฉัยความรู้และความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น นำผลที่ได้จากการวินิจฉัยผู้เรียนไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

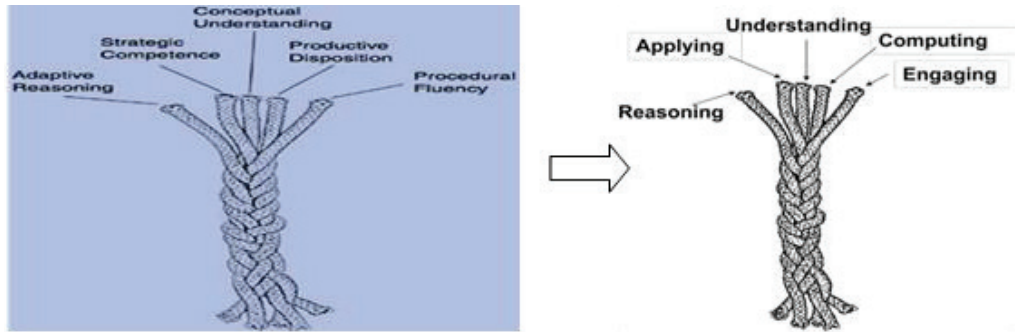
ดังนั้นการประเมินจำเพาะบุคคลจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องตามความเหมาะสมที่มีความเฉพาะกับผู้เรียนแต่ละคนตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง และกำหนดทิศทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งนำสารสนเทศไปใช้วางแผนการเรียนการสอนของครู ตลอดจนการบริหารจัดการศึกษาของสถานศึกษา ดังนั้นในบทความนี้มุ่งเน้นการนำเสนอแนวทางการประเมินทางเลือกใหม่ในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเพาะบุคคลให้แก่ครูและบุคลากรทางการศึกษา ที่มุ่งเน้นการตีความหมายของผู้เรียนที่ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงคำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียนเท่านั้น แต่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการของการคิดขั้นสูงทางคณิตศาสตร์ควบคู่กันไป โดยรายละเอียดประกอบด้วย (1) การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการตีความอย่างมีความหมาย (2) โมเดลเชิงโครงสร้าง: ทางเลือกใหม่ของการประเมินที่เน้นการตีความอย่างมีความหมาย (3) ตัวอย่างการประเมินผู้เรียนจำเพาะบุคคล: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติจริงในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ และ (4) แนวทางการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในอนาคต มีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการตีความอย่างมีความหมาย

ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีความหมายกว้างจึงจำเป็นต้องมีการศึกษานิยามเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดและบริบทในสภาพจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความสามารถทางคณิตศาสตร์คืออะไร?

Schoenfeld (2007) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นศักยภาพของผู้เรียนในการเข้าใจการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่จำเป็นในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถเรียกศัพท์อีกคำหนึ่งว่าการคิดทางคณิตศาสตร์ โดยประกอบด้วย 4 ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ (1) ฐานความรู้ (2) กลยุทธ์ (3) อภิปัญญา และ (4) ความเชื่อและอารมณ์ โดยการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ควรสะท้อนให้เห็นเนื้อหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ The United State National Research Council (US NRC, 2001) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยประกอบด้วย (1) การเข้าใจเชิงแนวคิด (Conceptual Understanding) (2) ความคล่องของกระบวนการ (Procedural Fluency) (3) สมรรถนะในการเลือกใช้กลยุทธ์ (Strategic Competence) (4) การให้เหตุผลที่นำไปสู่การตัดสินใจ (Adaptive Reasoning) และ (5) การเห็นคุณค่าของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Productive Disposition) โดยในปีต่อมา US NRC (2002) ได้กล่าวถึงกระบวนการที่ได้ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อสะท้อนถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่ประสานสัมพันธ์กัน ดังภาพประกอบ 2 ดังนั้นการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้เวลาและไม่สามารถเน้นได้เพียง 1 หรือ 2 องค์ประกอบ แต่ผู้เรียนจะต้องพัฒนาทั้ง 5 องค์ประกอบตลอดช่วงชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เพราะแต่ละองค์ประกอบมีความสำคัญและสัมพันธ์กัน



ภาพประกอบ 2 ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ผสมผสานสัมพันธ์กัน

ที่มา: US NRC (2001, 2002)

เมื่อพิจารณาประเทศที่ผู้เรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นที่ได้รับการยอมรับในต่างประเทศ เช่น สิงคโปร์ (Ministry of Education, Singapore (MOE), 2012) ออสเตรเลีย (Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority (ACARA) 2019) และสหรัฐอเมริกา (California Department of Education; CDE, 2015) พบว่าทุกประเทศมุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนกระบวนการในการให้เหตุผล การสื่อความหมาย และการเชื่อมโยงทักษะต่าง ๆ เกี่ยวกับการคิด และการสร้างแบบจำลอง ประเทศสิงคโปร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบพรสวรรค์และศักยภาพของตนเอง เป็นแรงขับเคลื่อนความถนัดและความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

นอกจากนี้ OECD (2018) กล่าวว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของแต่ละคนในการ สร้างแนวคิด (Formulate) การนำไปใช้ (Employ) และการแปลความหมาย (Interpret) ซึ่ง ความสามารถทั้งสามด้านนี้มีประโยชน์และมีความหมายสำหรับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ ผู้เรียนจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ

สำหรับบริบทในประเทศไทย มุ่งเน้น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนใน สมรรถนะทั้ง 5 ด้าน ปรากฏดังภาพประกอบ 3 โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาจาก สถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัญหา สืบค้นข้อมูล และนำความรู้ไปใช้รวมทั้ง

แสดงออกทางการคิด ซึ่งจุดมุ่งหมายไม่ได้มุ่งเน้นเพื่อการตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียน เท่านั้น แต่ยังมีประเมินเพื่อมุ่งเน้นการวินิจฉัยความรู้และความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น



ภาพประกอบ 3 ความสามารถทางคณิตศาสตร์
จำแนกตามสมรรถนะที่จำเป็นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

ที่มา: สสวท. (2560)

จากการศึกษาความหมายและแนวคิดพื้นฐานในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปความหมายได้ดังนี้

“ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ศักยภาพของผู้เรียนในการนำความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหรือความคิดรวบยอด และทักษะมาใช้ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดยเลือกใช้วิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ตลอดจนการมุ่งเน้นไปที่การเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ เจตคติ และอภิปัญญาทางคณิตศาสตร์โดยสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้”

ท่าอย่างไรการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์จึงจะให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างมีความหมาย?

วิธีการในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ควรมีลักษณะเฉพาะ และนำไปสู่การพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้นการให้ข้อมูลป้อนกลับจึงถือเป็นหัวใจที่สำคัญของการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Junpeng, Inprasitha, & Wilson, 2018; Stiggins & Chappuis, 2011) โดยลักษณะของการให้ข้อมูลป้อนกลับ 3 ลักษณะ ดังนี้ (1) **การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up)** เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ เช่น จุดประสงค์ วิธีการ กระบวนการ สื่อ แหล่งการเรียนรู้ และภาระงานตลอดจนวิธีการวัดและเกณฑ์การประเมินผู้เรียน โดยผู้สอนควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบก่อนที่เริ่มสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจและอยากเรียนรู้ เห็นเป้าหมายของการเรียนรู้ ภาระงานที่ต้องปฏิบัติและวิธีการประเมินผล (2) **การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)** เป็นการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียน คุณภาพของผลงานพฤติกรรม คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์ ระหว่างและหลังที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนรู้จุดแข็งและจุดอ่อนที่ต้องปรับปรุงแก้ไขของตนเอง และ (3) **การให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward)** เป็นการให้ข้อมูลภายหลังการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง โดยเน้นการชี้แนะแนวทางและวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพิ่มแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ให้กำลังใจผู้เรียนและเสริมพลังของการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทบทวนตนเองและนำไปพัฒนาการเรียนรู้ต่อไป

ดังนั้นบทความนี้ได้นำเสนอทางเลือกใหม่ของการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือเป็นแนวทางการออกแบบการประเมินแนวใหม่ที่เรียกว่า “โมเดลเชิงโครงสร้าง (Construct Modelling)” (Wilson, 2005) รายละเอียดดังกล่าว ปรากฏในตอนต่อไป ที่สามารถระบุได้ทั้งการให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับ และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด โดยข้อมูลสารสนเทศที่ได้เป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

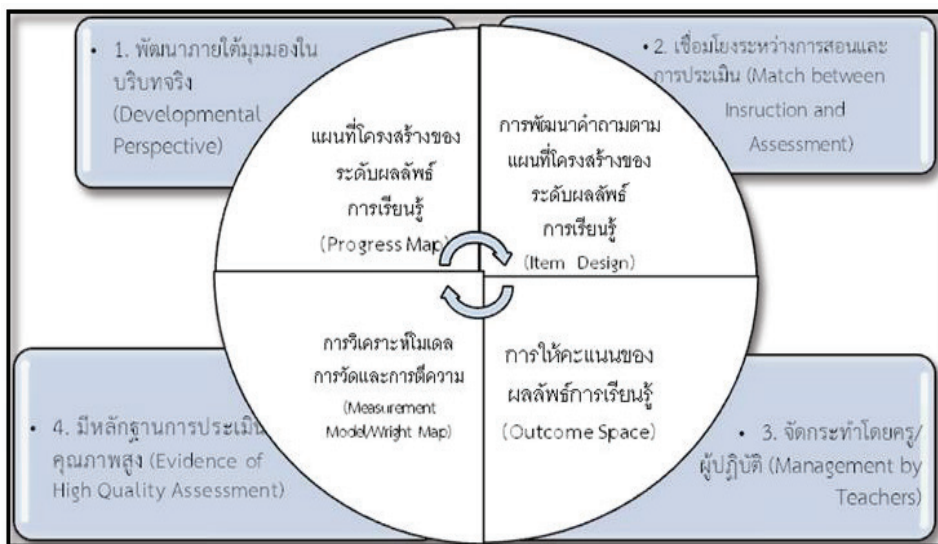
โมเดลเชิงโครงสร้าง : ทางเลือกใหม่ของการประเมินที่เน้นการตีความอย่างมีความหมาย

การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่ที่เรียกว่า “โมเดลเชิงโครงสร้าง” ถือเป็นระบบการประเมินที่ไม่ได้มีจุดเน้นเพียงเพื่อวัดให้ตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดตามมาตรฐานหรือตัวชี้วัดตามหลักสูตรเท่านั้น แต่จำเป็นต้อง

ประเมินควบคู่ไปกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครู เพื่อนำผลที่ได้ไปสู่การปรับปรุงพัฒนาผู้เรียนได้อย่างทันทั่วทั้งที่ และนำไปสู่การปรับปรุงหลักสูตรให้มีคุณภาพในอนาคต อันเป็นผลมาจากการสามารถตีความผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมและมีความหมาย เพื่อทำให้เกิดความตรงในเชิงตีความตามมาตรฐานการประเมินทางด้านการศึกษาและจิตวิทยา (AERA, APA, & NCME, 2014) ที่มีจุดเน้นต่างจากมาตรฐานการประเมินในอดีต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่ต้องสามารถตีความได้ว่าผู้เรียนเรียนรู้อะไร และมีการเรียนรู้ใดที่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น พร้อมทั้งมีข้อเสนอแนะอย่างเป็นระบบว่าต้องมีการปรับปรุงพัฒนาผู้เรียนอย่างไร

โมเดลเชิงโครงสร้างคืออะไร?

“โมเดลเชิงโครงสร้าง” เป็นระบบการประเมินของศูนย์การพัฒนาระบบการประเมินแห่งมหาวิทยาลัย UC Berkeley ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Wilson เป็นผู้บุกเบิกระบบการประเมินดังกล่าว ในปี ค.ศ. 2005 ปัจจุบันได้รับการยอมรับว่าสามารถนำมาใช้ในการประเมินสำหรับผู้เรียนยุคใหม่ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับบริบทจริง (US NRC, 2014) โมเดลเชิงโครงสร้างมี 4 หลักการที่สำคัญเกี่ยวกับบทบาทของการประเมินที่เกี่ยวข้องกับบริบทของการเรียนการสอนในชั้นเรียน ประกอบด้วย (1) การพัฒนาทิศทางการประเมินภายใต้บริบทจริงที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ในชั้นเรียน (2) การเชื่อมโยงกันระหว่างการสอนและการประเมิน (3) การบริหารจัดการโดยครูผู้สอน และ (4) การมีหลักฐานตรวจสอบที่มีคุณภาพ ภายใต้ 4 ขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งในที่นี้เรียกว่า “4 Building Blocks” นั่นคือ (1) แผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (2) การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ (3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (4) การวิเคราะห์โมเดลการวัดและการตีความ ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 โมเดลเชิงโครงสร้าง ภายใต้การดำเนินการ 4 ขั้นตอน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Wilson (2005); Wilson & Slone (2000)

การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนสำคัญอย่างไรบ้าง?

ขั้นตอนสำคัญในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียด 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การสร้างแผนที่โครงสร้างของระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Construct/Progress Map)

เป็นขั้นตอนแรกในการค้นหาจุดมุ่งหมายและสิ่งที่ต้องการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะแฝงที่อยู่ภายใน ในที่นี้เรียกว่า “โครงสร้าง” ภาษาอังกฤษใช้คำว่า “Construct” หรือ “Progress” โดยการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้หรือกำหนดเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนเรียกว่า “Construct Map” หรือ “Progress Map” วิธีการได้มาจากการศึกษาหลักสูตร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาจากบริบทจริงในชั้นเรียนโดยการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อนของผู้เรียนจำเพาะบุคคล การถอดโปรโตคอลจากการสัมภาษณ์ครู ผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้ทรงคุณวุฒิและ/หรือการถอดโปรโตคอลจากกระบวนการคิดของผู้เรียน ซึ่งครูถือเป็นบุคคลสำคัญในการได้มาซึ่งข้อมูลดังกล่าว องค์ประกอบของแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อ ระดับความก้าวหน้า คำอธิบายลักษณะในแต่ละระดับ คำอธิบายลักษณะการตอบของนักเรียน เป็นต้น ตัวอย่างปรากฏดังภาพประกอบ 7

(2) การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้าง (Design of Items/Task) เป็นการวางแผนและออกแบบ

เครื่องมือให้สอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างของระดับผลลัพธ์การเรียนรู้หรือเข้มนิทศนพาทงที่ตองการให้ผู้เรียนเกิดขึ้นโดยมีการกำหนดขอบข่ายเครื่องมือ/ชิ้นงานที่ต้องการ (Test Specification) จากนั้นดำเนินการสร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 1

(3) การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space/Progress Guides) เป็นการกำหนด

ตัวเลขระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ให้สอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างและผลการตอบของผู้เรียนในบริบทจริง โดยสามารถดำเนินการทำซ้ำ ถ้าพบว่าการให้คะแนนไม่สมเหตุสมผลหรือไม่สอดคล้องกับสภาพจริง

(4) การวิเคราะห์โมเดลการวัดและการตีความ (Measurement Model/Wright Map) เป็น

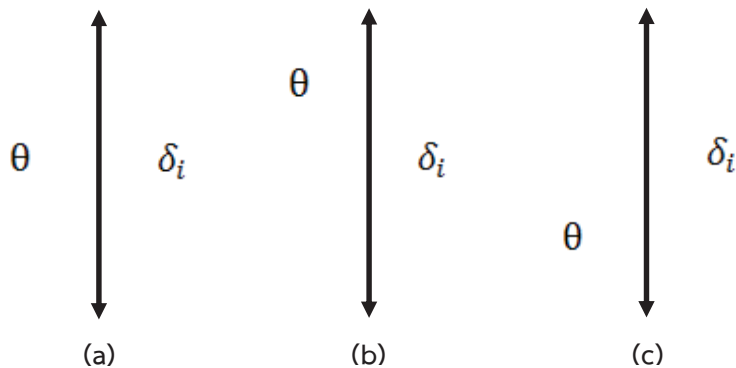
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับโดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ความสำคัญกับความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ตลอดจนการตีความผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเพาะบุคคล โดยใช้โมเดลราสช์ (Rasch, 1960) ซึ่งเป็นโมเดลการวัดที่ได้รับความนิยมและสามารถนำไปประยุกต์ได้จริงในชั้นเรียน และนำเสนอออกมาเป็นแผนที่ของ Wright ซึ่งในที่นี้ใช้คำว่า “Wright Map”

“Wright Map” นำมาช่วยในการตีความความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเพาะบุคคลได้อย่างไร?

“Wright Map พัฒนาขึ้นโดย Wright สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่เชิงโครงสร้างของสิ่งที่ต้องการวัดกับโมเดลราสช์ (Rasch) เพื่อนำไปสู่การตีความผลการวัด”

Rasch เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวเดนมาร์ก และเป็นบุคคลที่มีการผลักดันแนวคิดทางจิตมิติให้เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป Rasch ได้พัฒนาโมเดลการตอบสนองข้อสอบรูปแบบ 1 พารามิเตอร์ ที่มีลักษณะเฉพาะเรียกว่าโมเดลราสช์ (Rasch, 1960) โดยเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบได้ถูกต้อง แสดงในรูปฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของผู้สอบ (Respondent Location) ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ θ (Greek “Theta”) กับตำแหน่งระดับความยากของข้อสอบข้อที่ i (Item Location) ในที่นี้แทนด้วยสัญลักษณ์ δ_i (Greek “Delta”) ซึ่งในบริบทของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถนิยมนแทน θ ว่าเป็นความสามารถผู้สอบ และแทน δ_i ว่าเป็นความยากของข้อสอบ สำหรับในบริบทของทางด้านเจตคติหรือการวัดที่ไม่ใช่การรู้คิด จะใช้แทนว่าตำแหน่งของผู้สอบ (Respondent Location) ในสเกลที่ต้องการวัดกับตำแหน่งของข้อ

คำถาม (Item Location) ตามลำดับ โดยสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ พัทรี จันทรเพ็ง (2561) เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น ผู้เขียนได้สรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน 3 ลักษณะในกรณีที่มีการตรวจคะแนนแบบสองค่า คือ ตอบถูกเป็น 1 และตอบผิดเป็น 0 คือ (1) ความน่าจะเป็นที่ผู้สอบจะตอบถูกได้เท่ากับร้อยละ 50 เมื่อ θ และ δ_i อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน ปรากฏดังภาพประกอบ 5 (a) (2) ความน่าจะเป็นในการที่ผู้สอบตอบถูกมากกว่าร้อยละ 50 เมื่อ $\theta > \delta_i$ ปรากฏดังภาพประกอบ 5 (b) และ (3) ความน่าจะเป็นในการที่ผู้สอบตอบถูกน้อยกว่าร้อยละ 50 เมื่อ $\theta < \delta_i$ ปรากฏดังภาพประกอบ 5 (c) (Wilson, 2005)



ภาพประกอบ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของผู้สอบและข้อสอบใน 3 ลักษณะ

ที่มา: Wilson (2005)

ดังนั้นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแผนที่เชิงโครงสร้างกับโมเดลราชส์ในรูปของ Wright Map จึงกำเนิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การตีความผลการวัด ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 9 ทางด้านซ้ายของแผนภาพแสดงตำแหน่งความสามารถของผู้เรียน โดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง -3 ถึง +3 เช่น จากภาพประกอบ 9 ค่า θ ที่ปรากฏอยู่ในช่วง -3 ถึง +3 โดยนักเรียนที่มีค่า $\theta = 0$ หมายความว่า ผู้สอบมีความสามารถปานกลาง ถ้า ค่า $\theta > 0$ หมายถึงผู้สอบมีความสามารถปานกลางค่อนข้างสูง และถ้า ค่า $\theta < 0$ แสดงว่าผู้สอบมีความสามารถปานกลางค่อนข้างต่ำ เมื่อวิเคราะห์จาก Wright Map ของกลุ่มผู้สอบ พบว่า ผู้สอบโดยส่วนใหญ่มีความสามารถปานกลางค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการกระจายของค่าความสามารถส่วนใหญ่อยู่ในช่วงค่า $\theta < 0$ เป็นต้น โดยมีความเชื่อมโยงโดยตรงกับการนำตำแหน่งของผู้สอบไปเทียบกับตำแหน่งในแผนที่เชิงโครงสร้าง เช่น ผู้สอบที่มีค่า $\theta = 0$ นอกจากจะบอกได้ว่ามีความสามารถปานกลางค่อนข้างสูงแล้ว ยังสามารถระบุได้ว่าอยู่ในระดับใดในแผนที่เชิงโครงสร้าง ซึ่งในที่นี้สามารถตีความได้ว่าผู้สอบมีความสามารถอยู่ในระดับที่ 3

ครูสามารถนำคำอธิบายในแต่ละระดับมาอธิบายเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ และระดับที่สูงกว่าเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น จากแนวคิดดังกล่าวผู้เขียนได้นำมาประยุกต์ใช้ในการตีความผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาความสามารถจำเพาะบุคคลในรูปของ θ อย่งไรก็ตามการนำเสนอค่า θ เทียบกับระดับที่ปรากฏในแผนที่เชิงโครงสร้าง มีทั้งค่าบวกและลบซึ่งเข้าใจยากในทางปฏิบัติ จึงมีความจำเป็นต้องมีการแปลงเป็นคะแนนสเกล เพื่อให้ง่ายต่อการตีความ โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะคือ $500 + (100 \times \theta)$ หรือ $50 + (10 \times \theta)$ การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับบริบทจริงในแต่ละท้องถิ่น (Wilson, 2005; พัทรี จันทรเพ็ง, 2561)

ตัวอย่างการประเมินผู้เรียนจำเพาะบุคคล: จากแนวคิดสู่การปฏิบัติจริงในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

เพื่อให้สามารถนำแนวทางการประเมินทางเลือกใหม่ไปใช้ได้เหมาะสม ผู้เขียนได้ยกตัวอย่างการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในชั้นเรียนจริง จากผลการศึกษาของ ส้ารวน ชินจันทิกและคณะ (2561) โดยการออกแบบการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์มุ่งเน้นไปที่ความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีขั้นตอนตามโมเดลเชิงโครงสร้าง ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาแผนที่โครงสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(1) วิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยการพิจารณาจาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement: A) และความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Proficiency: B) ของผู้เรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เมื่อแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ หลังจากนั้นวิเคราะห์พฤติกรรมหรือสิ่งที่ผู้เรียนปฏิบัติ ในแต่ละกลุ่มเพื่อนำไปสู่แนวทางการสร้างแผนที่เชิงโครงสร้าง ดังภาพประกอบ 6 เพื่อนำไปสู่แนวทางในการสร้างคำอธิบายและระดับที่เหมาะสมในการประเมินผู้เรียน

A+	
(A +, B-) กลุ่มที่ 2 - ใช้วิธีลองผิดลองถูกในการหาคำตอบ - ไม่มีขั้นตอนแสดงวิธีหาคำตอบ - ชอบข้อสอบแบบปรนัย (เพราะใช้เทคนิคในการหาคำตอบได้ ทำข้อสอบปรนัยได้ แต่อัตนัยไม่ได้) - ทำงานสนใจแต่คำตอบไม่แสดงวิธีคิด - ยอมรับข้อผิดพลาดของตนเองแต่ไม่มีการแก้ไข	(A+, B+) กลุ่มที่ 1 - คิดในใจออกทันที - ชอบแสดงความคิดเห็นสงสัยถามทันที - มีขั้นตอนในการทำข้อสอบชัดเจน - ส่งการบ้านเป็นประจำ - สามารถอธิบายเป็นคำพูด แทนภาพและเขียนแทนสัญลักษณ์ได้ - มีแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย - มีทักษะการเชื่อมโยงความรู้
B-	B+
(A-, B-) กลุ่มที่ 4 - นั่งนิ่ง ๆ ไม่ซักถาม - ไม่แสดงความคิดเห็น - ไม่ทำงาน ไม่ทำการบ้าน ไม่มีความรู้พื้นฐาน - ไม่มีอุปกรณ์การเรียน - ไม่อ่านโจทย์ เอาข้อสอบ - ไม่ยอมรับสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม - เขียนหนังสือไม่ถูกต้อง - ข้อสอบอัตนัยจะลอกโจทย์มาตอบ หรือส่งกระดาษเปล่า	(A-, B+) กลุ่มที่ 3 - ชอบข้อสอบแบบอัตนัยมากกว่าแบบปรนัย - ส่งการบ้านประจำ ถ้ารู้ว่ามีผิดก็มีการแก้ไข - ชอบถามถามในห้องเรียน เขียนทุกอย่างที่ตัวเองรู้ - เวลาแก้ปัญหาแนวคิดขั้นตอนการแก้ปัญหาถูกแต่คำตอบผิด (อาจเกิดจากการคำนวณผิดพลาด) - กระตือรือร้นในการเรียนและทำงานมีคุณภาพ - พฤติกรรมในการทำข้อสอบแบบปรนัยจะเลือกตัวที่ยาวที่สุด - ไม่คิดนอกคิด (แก้ไขโจทย์ปัญหาตามวิธีที่ครูสอนเท่านั้น) - ความรู้ที่เรียนผ่านมามีจำไม่ได้ ไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ได้ - ความรู้พื้นฐานไม่แน่น (เศษส่วน ฯลฯ)
A-	

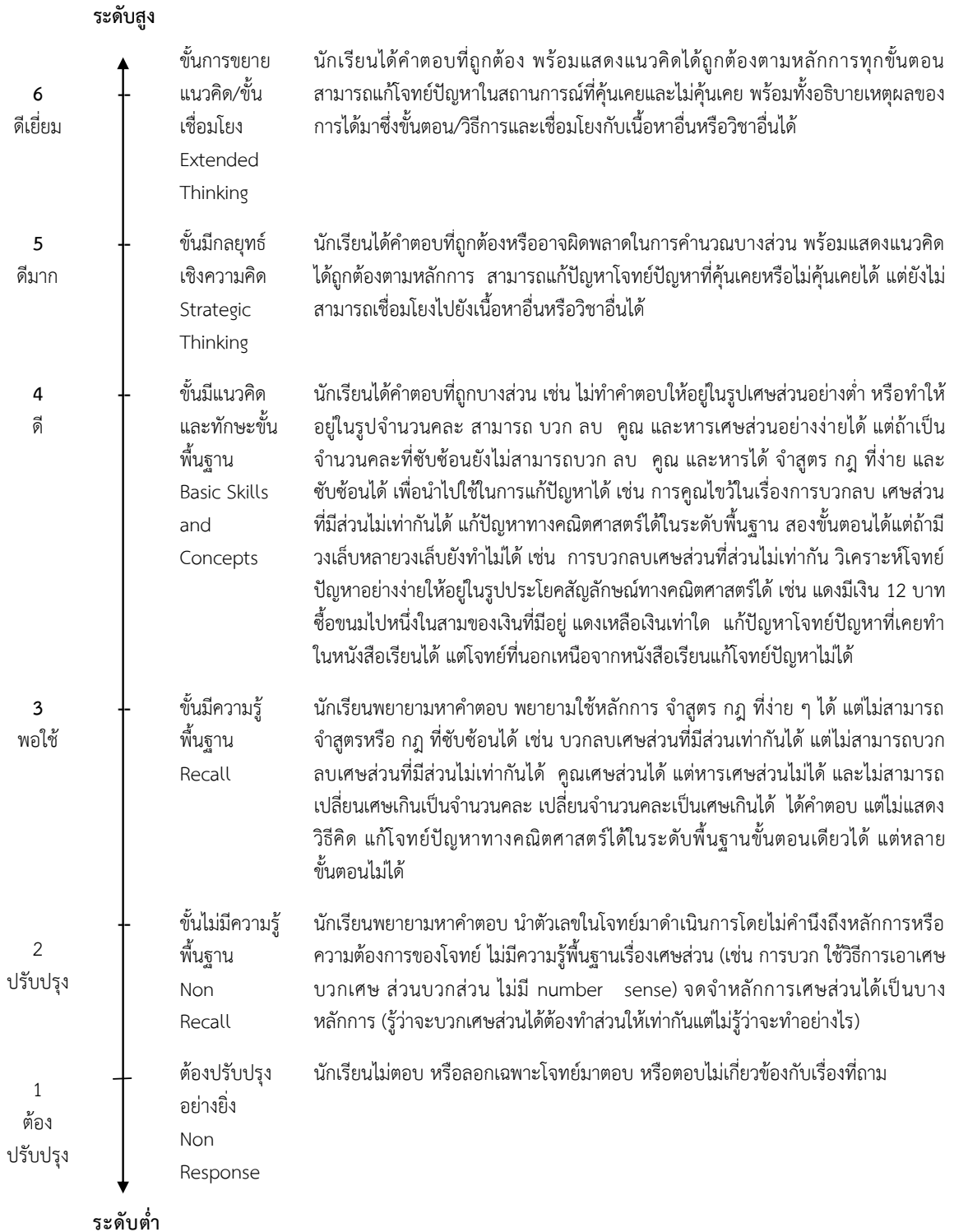
ภาพประกอบ 6 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

ที่มา: ส้ารวน ชินจันทิก และคณะ (2561)

(2) สร้างระดับการประเมินจากผลการวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยการเขียนลักษณะที่พบในแต่ละระดับ ร่วมพิจารณาการประเมินจากครูคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการศึกษาชั้นเรียนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีทั้งการปรับเปลี่ยนหรือตัดออก เพื่อให้ผลการประเมินชัดเจนมากขึ้น แผนที่โครงสร้างการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ปรากฏดังภาพประกอบ 7

ขั้นที่ 2 การพัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้าง (Design of Items/Task)

กำหนดขอบข่ายเครื่องมือ/ชิ้นงานที่ต้องการ (Test Specification) จากนั้นดำเนินการสร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับระดับการเรียนรู้ตามตัวชี้วัดของหลักสูตรสถานศึกษาและสามารถวัดระดับการแก้ปัญหาตามแผนที่เชิงโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 1 จากนั้นร่วมกันพิจารณาคำถามที่สร้างขึ้นกับผู้เชี่ยวชาญจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปรับปรุงคำถามและนำไปใช้กับผู้เรียน



ภาพประกอบ 7 แผนที่โครงสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน

ที่มา: สำรวัน ชินจันติก และคณะ (2561)

ขั้นที่ 3 การให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome Space/Progress Guides)

กำหนดตัวเลขระดับความสามารถของผู้เรียนให้สอดคล้องกับแผนที่โครงสร้างและผลการตอบของผู้เรียนในบริบทจริง จากนั้นตรวจสอบให้คะแนนที่สอดคล้องกับแต่ละระดับและคำอธิบายตามที่ปรากฏในแผนที่เชิงโครงสร้าง ดังตัวอย่าง ภาพประกอบ 8 (a) เป็นตัวอย่างการตรวจให้คะแนนในระดับที่ 1 สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนพยายามหาคำตอบ แต่วิธีการไม่ตรงกับหลักการ เนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐานเรื่องเศษส่วน (การบวก ใช้วิธีการเอาเศษบวกเศษ ส่วนบวกส่วน ไม่มีความรู้สีกเชิงจำนวน) จัดจำหลักการเศษส่วนได้เป็นบางหลักการ นอกจากนี้ยังได้มีการนำตัวเลขในโจทย์มาดำเนินการโดยไม่คำนึงถึงหลักการหรือความต้องการของสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในขณะที่ภาพประกอบ 8 (b) เป็นตัวอย่างการตรวจให้คะแนนในระดับที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีแนวคิดและทักษะขั้นพื้นฐาน โดยสามารถได้คำตอบที่ถูกบางส่วน เช่น ไม่หาคำตอบให้อยู่ในรูปเศษส่วนอย่างต่ำ หรือเปลี่ยนเป็นจำนวนคละ สามารถ บวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนอย่างง่ายได้ แต่ถ้าเป็นจำนวนคละที่ซับซ้อนยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้

$$\left(\frac{2}{3} \times \frac{5}{2}\right) - \left(\frac{2}{3} \times \frac{25}{4}\right)$$

$$\frac{10}{6} - \frac{50}{6}$$

$$= \frac{10 - 50}{6} = \frac{-40}{6} = -\frac{20}{3}$$

(a) ผลการตอบในระดับที่ 1

$$\left(\frac{2}{3} \times \frac{5}{2}\right) - \left(\frac{2}{3} \times \frac{25}{4}\right)$$

$$= \frac{10}{6} - \frac{25}{6}$$

$$= \frac{10 - 25}{6} = \frac{-15}{6} = -\frac{5}{2}$$

(b) ผลการตอบในระดับที่ 4

ภาพประกอบ 8 การกำหนดแนวทางการให้คะแนนในแต่ละระดับพร้อมคำอธิบายลักษณะผลการตอบ

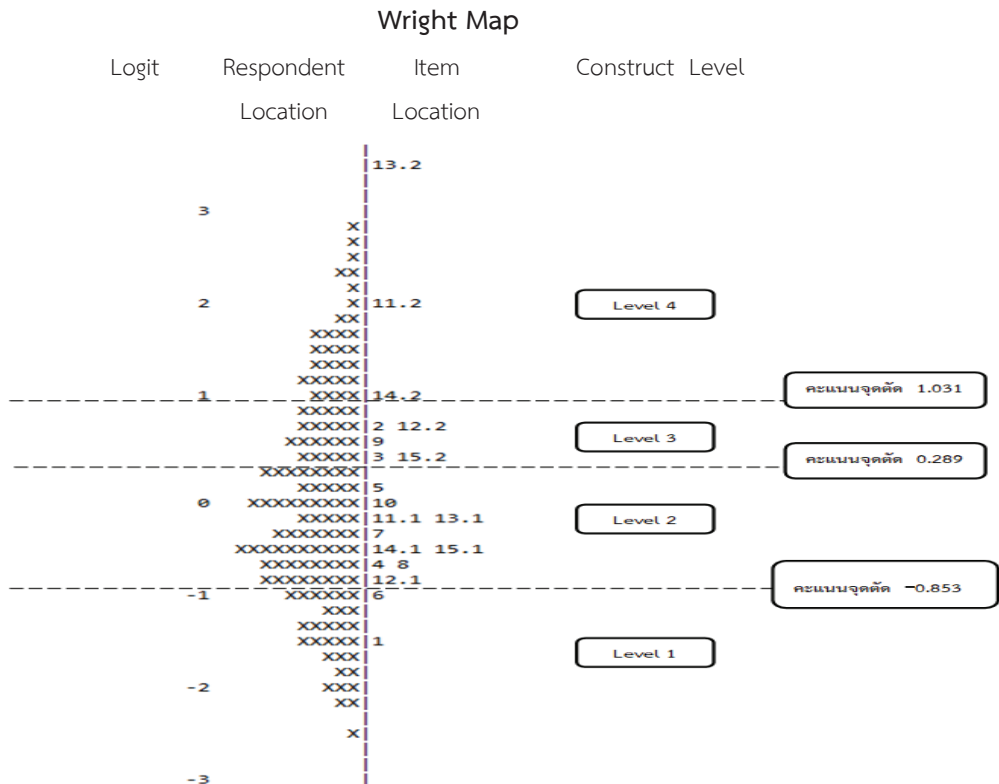
ของผู้เรียนและตัวอย่างผลการตอบจากสถานการณ์จริง

ที่มา: สำรวน ชินจันทิก และคณะ (2561)

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์โมเดล Rasch และการตีความผลการวัดจาก Wright Map

(1) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ACER ConQuest Version 2.0 (Wu, Adam, Wilson, & Haldane, 2007) เพื่อคำนวณหาจุดตัด ปรับเกณฑ์วัดระดับความสามารถ ถ้าจุดตัดใกล้เคียงกันมากต้องยุบรวมให้เป็นระดับเดียวกันเพื่อให้ผลการประเมินมีความชัดเจน ไม่คลุมเครือ สามารถแบ่งระดับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน การคำนวณหาจุดตัดเป็นวิธีการในการนำค่าขึ้นของความยาก (Threshold) ในแต่ละขั้นของการตอบเดียวกันรวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละมิติความสามารถ โดยแผนที่โครงสร้างภายหลังจากการวิเคราะห์แล้วมีการยุบจาก 6 ระดับตามภาพประกอบ 8 เหลือ 4 ระดับ เนื่องจากค่าคะแนนการแบ่งจุดตัดในระดับ 1 กับ ระดับ 2 มีค่าคะแนนใกล้เคียงกันมากจึงผนวกเข้าเป็นระดับเดียวกัน และค่าคะแนนการแบ่งจุดตัดในระดับ 5 กับ ระดับ 6 มีค่าคะแนนใกล้เคียงกันมากจึงผนวกเข้าเป็นระดับเดียวกัน แผนที่เชิงโครงสร้างที่จะใช้ในการประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคลจึงเหลือเพียง 4 ระดับ ปรากฏดังภาพประกอบ 9 ทำให้มีคะแนนจุดตัด 3 ตำแหน่ง จากระดับต่ำสุดถึงระดับสูงสุดคือ -0.853 0.289 และ 1.031 ตามลำดับ เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึง

นำมาแปลงเป็นคะแนนสเกล จากสูตร คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา = $500 + (100 * \theta)$ ทำให้ได้คะแนนสเกลในการกำหนดคะแนนจุดตัดเท่ากับ 414.70 528.90 และ 603.10 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 9 การกำหนดคะแนนจุดตัดการแบ่งระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่มา: สำรวน ชินจันทิก และคณะ (2561)

(2) รายงานผลการประเมิน จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะสามารถรายงานผลการประเมินแต่ละคนอยู่ในระดับใด มีค่าคะแนนสเกลเท่าใด ตลอดจนจะต้องมีการพัฒนาอย่างไร ดังตาราง 1 แสดงผลจุดตัดในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่าจุดตัดที่ใช้ประเมินระดับความสามารถ 4 ช่วง และมีการแปลงให้เป็นคะแนนสเกลที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 500 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 100 โดยแทนค่าในสมการ $500 + (100 * \theta)$

ตาราง 1 จุดตัดในการประเมินระดับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหา

ระดับความสามารถ	จุดตัด (θ)	คะแนนสเกล $500 + (100 * \theta)$
ระดับ 1 ไม่มีความรู้พื้นฐาน	น้อยกว่า -0.853	น้อยกว่า 414.70
ระดับ 2 มีความรู้พื้นฐาน	-0.853 ถึง 0.289	414.70 ถึง 528.90
ระดับ 3 มีแนวคิดและทักษะขั้นพื้นฐาน	0.290 ถึง 1.031	528.91 ถึง 603.10
ระดับ 4 สามารถคิดเชิงกลยุทธ์หรือคิดเชื่อมโยง	มากกว่า 1.031	มากกว่า 603.10

ในการพิจารณาคะแนนสเกล พบว่า ถ้าคะแนนสเกลเท่ากับ 500 สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสามารถอยู่ในระดับมาตรฐาน ถ้ามากกว่า 500 แสดงว่ามีความสามารถสูงกว่ามาตรฐาน ถ้าน้อยกว่า 500 แสดงว่ามีความสามารถต่ำกว่ามาตรฐาน หัวใจสำคัญในการแปลงเป็นคะแนนสเกลคือการนำไปเทียบกับจุดตัดว่าผู้เรียนอยู่ในระดับใดจากแผนที่เชิงโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นที่สัมพันธ์กับตำแหน่งใน Wright Map

ตัวอย่างการรายงานผลการประเมินจำเพาะบุคคล ดังภาพประกอบ 10 ซึ่งผู้เรียนมีคะแนนสเกลเท่ากับ 376.17 เมื่อไปเทียบกับแผนที่เชิงโครงสร้างใน Wright Map พบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับที่ 1 นั่นคือ ไม่มีความรู้พื้นฐานเรื่องเศษส่วน (การบวก ใช้วิธีการเอาเศษบวกเศษ ส่วนบวกส่วน ไม่มีความรู้สีกเชิงจำนวน) โดยนำตัวเลขในโจทย์มาดำเนินการโดยไม่คำนึงถึงหลักการหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยการประเมินดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ถึงความบกพร่องของผู้เรียน หรือโน้ตที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างเฉพาะ ตลอดจนแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างแผนที่เชิงโครงสร้างของครู ที่จะเชื่อมโยงกับสถานการณ์การแก้ปัญหาในชั้นเรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ครอบคลุมทั้งการให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ (Feed Up) การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด (Feed Forward)

แนวทางการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในอนาคต

แนวโน้มของการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในอนาคต มีความจำเป็นต้องรายงานผลความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายต่อการนำไปใช้ในชั้นเรียนจริง เช่น การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการรายงานผลผู้เรียนจำเพาะบุคคล รวมทั้งการรายงานในระดับชั้นเรียนและระดับสถานศึกษาควบคู่กันไป เพื่อให้เป็นการประเมินอย่างครบวงจร โดยมุ่งเน้นการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบทันทีเพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนชี้แนะเพื่อศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของตนเองได้ นอกจากนี้การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นตามหลักสูตรของชาติหรือนานาชาติ ไม่เพียงพอในการนำไปใช้ดำรงชีวิตในอนาคต การมุ่งเน้นความสามารถทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ร่วมกันแก้ปัญหาของผู้เรียนทั้งในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยจึงมีความจำเป็นเพิ่มมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากแนวโน้มในการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในองค์กรระดับนานาชาติของ OECD ที่จะมีขึ้นในปี 2021 มุ่งเน้นไปที่การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เพื่อร่วมกันแก้ปัญหาในชีวิตจริง เน้นที่การคิดทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้มุ่งเน้นที่ทักษะการคำนวณเท่านั้น แต่มุ่งเน้นไปที่การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย รวมถึงการร่วมกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกับศตวรรษที่ 21 และการคิดทางด้านการคำนวณ ในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริง เน้นไปที่กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และนำการประเมินทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนในการประเมิน (Computer - based Assessment of Mathematics (CBAM) ซึ่งอยู่ในช่วงของการปรับปรุงพัฒนา (OECD, 2018) ดังนั้นจุดเน้นสำคัญของการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในอนาคตสอดคล้องกับคำกล่าวนี้

“What is important for citizens to know and be able to do in situations that involve mathematics in a variety of 21st century contexts?”

(OECD, 2018)

ตัวอย่างรายงานประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง

เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 นักเรียนเลขที่ 1 ปีการศึกษา 2562

(ระดับ 1 คะแนนสเกล = 376.17)

Feedback 		Feed Up 		ระดับ 4 Strategic Thinking/ Extended Thinking
ระดับ1 Non recall 1. ไม่ตอบ 2. ลอกเฉพาะโจทย์มาตอบ 3. ตอบไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม 4. ไม่มีความรู้พื้นฐานเรื่องเศษส่วน (การบวก ใช้วิธีการเอาเศษบวกเศษ ส่วนบวกส่วน ไม่มีความรู้สึกเชิงจำนวน number sense) 5. นำตัวเลขในโจทย์มาดำเนินการโดยไม่คำนึงถึงหลักการหรือความต้องการของโจทย์	ระดับ 2 Recall 1. สามารถเปลี่ยนเศษเกินเป็นจำนวนคละ เป็นจำนวนคละเป็นเศษเกินได้ 2. จำสูตร กฎ ที่ง่ายๆ ได้ แต่ไม่สามารถจำสูตรหรือกฎที่ซับซ้อนได้ เช่น บวกลบเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากันได้ แต่ไม่สามารถบวกลบเศษส่วนที่ส่วนไม่เท่ากันได้ 3. สามารถคูณเศษส่วนที่ไม่ใช่จำนวนคละได้ แต่หารเศษส่วนไม่ได้ 4. เขียนเฉพาะคำตอบที่ถูกแต่ไม่แสดงที่มาของคำตอบ	ระดับ 3 Basic skills and concepts 1. สามารถบวกลบเศษส่วนที่ส่วนไม่เท่ากันได้ ทำคำตอบถูกบางส่วน เช่น ไม่ทำคำตอบให้อยู่ในรูปเศษส่วนอย่างต่ำ หรือเปลี่ยนเป็นจำนวนคละแต่ไม่สามารถแก้โจทย์ที่ซับซ้อนได้ เช่น $\left(1\frac{3}{4} + \frac{2}{3}\right) \times 2\frac{3}{5}$ 3. จำสูตร กฎ ที่ง่าย และซับซ้อนได้ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ เช่น การคูณไขว้ ในเรื่อง การบวกลบเศษส่วนที่มีส่วนไม่เท่ากันได้ 4. แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ในระดับพื้นฐานสองขั้นตอนได้ แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีวงเล็บหลายวงเล็บได้ 5. แก้ปัญหาโจทย์ปัญหาที่เคยทำในหนังสือเรียนได้ แต่โจทย์ที่นอกเหนือจากหนังสือเรียนแก้โจทย์ปัญหาไม่ได้	1. ได้คำตอบที่ถูกต้องหรืออาจจะผิดพลาดในการคำนวณบางส่วน พร้อมแสดงแนวคิดได้ถูกต้องตามหลักการ 2. สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่ประยุกต์จากหนังสือเรียนได้ พร้อมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลของการได้มาซึ่งขั้นตอนวิธีการ 3. สามารถแก้โจทย์ปัญหาที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยได้ 4. มีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลายมากกว่าการเขียนคำตอบเพียงอย่างเดียว 5. มีการแสดงลำดับการคิดโดยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับลักษณะของโจทย์ 6. ได้คำตอบที่ถูกต้อง พร้อมแสดงแนวคิดได้ถูกต้องตามหลักการทุกขั้นตอน 7. สามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาเรื่องอื่นหรือเนื้อหาเรื่องอื่นที่เกี่ยวข้องได้	

จุดที่ควรพัฒนา

ต้องทบทวนความรู้พื้นฐานและหลักการในเรื่องเศษส่วนดังต่อไปนี้การบวกเศษส่วนหรือลบเศษส่วน จะบวกหรือลบกันได้ต้องมีส่วนที่เท่ากัน แล้วนำเศษมาบวกกัน ความรู้เรื่องการหา คร.ร.น. เพื่อทำเศษส่วนให้มีส่วนที่เท่ากันความรู้เรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็มเพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการบวก ลบและคูณ หารเศษส่วน ความหมายของจำนวน (number sense) เพื่อเข้าใจความหมายของจำนวนคละและวิธีการเปลี่ยนจำนวนคละเป็นเศษส่วนเกิน หรือเปลี่ยนเศษส่วนเกินเป็นจำนวนคละ ผิวก้นแก้โจทย์ปัญหาในเรื่องเศษส่วนให้มากยิ่งขึ้น

Feed Forward

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างการรายงานผลการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์จำเพาะบุคคล

ที่มา: สํารวน ชินจันทิก และคณะ (2561)

สรุป

การประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นศักยภาพของผู้เรียนในการนำความรู้ ความเข้าใจในแนวคิดหรือความคิดรวบยอด และทักษะมาใช้ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผลในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย โดยเลือกใช้วิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ตลอดจนการมุ่งเน้นไปที่การเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ เจตคติและอภิปัญญาทางคณิตศาสตร์โดยสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แนวทางการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้ครอบคลุมทั้งการให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับ และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด จำเป็นต้องอาศัยทางเลือกใหม่ในการออกแบบการประเมินที่เรียกว่า “โมเดลเชิงโครงสร้าง” ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) พัฒนาแผนที่โครงสร้างของความสามารถทางคณิตศาสตร์ (2) พัฒนาคำถามตามแผนที่โครงสร้าง (3) ให้คะแนนของผลลัพธ์การเรียนรู้ และ (4) วิเคราะห์โมเดล Rasch และตีความผลการวัดจาก Wright Map นำไปสู่การรายงานผลการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจำเพาะบุคคลที่สอดคล้องกับหลักสูตรและสมรรถนะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยการประเมินความสามารถทางคณิตศาสตร์ในอนาคตควรมุ่งเน้น เน้นไปที่กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการรายงานผลจำเพาะบุคคล

เอกสารอ้างอิง

- พัชรีย์ จันทรเพ็ง. (2561). *การประยุกต์ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบแบบพหุมิติเพื่อการวิจัย*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมีธยมศึกษาตอนปลาย*. [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.ipst.ac.th> [สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2562].
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), กระทรวงศึกษาธิการ และ องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD). (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. [ออนไลน์]. ได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-summary-result> [สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2562].
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.), กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สำราญ ชินจันทิก และคณะ. (2561). *การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของนักเรียน 385 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (มอดินแดง)*. ใน พัชรีย์ จันทรเพ็ง (บรรณาธิการ), *เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการ การวัดประเมินผลและวิจัยสัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 285-286.

- AERA, APA, & NCME. (2014). *Standards for educational and psychological testing* (6th ed.). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Australian Curriculum Assessment and Reporting Authority (ACARA). (2019). *Mathematical Proficiency*. Retrieved 11 October, 2019, from: <https://www.australiancurriculum.edu.au/resources/mathematics-proficiencies>.
- _____. (2013). *The Australian Curriculum: Mathematics (F–10) – Content structure*. [Online]. Available from: <http://www.australiancurriculum.edu.au> [accessed 29 September 2019].
- California Department of Education (CDE). (2015). *Mathematics Framework for California Public Schools Kindergarten Through Grade Twelve*. California: Department of Education Press.
- Chappuis, J., Stiggins, R. J., Chappuis, S., & Arter, J. A. (2011). *Classroom Assessment for Student Learning: Doing It Right - Using It Well* (2 edition). Boston: Pearson.
- Junpeng, P., Inprasitha, M., & Wilson, M. (2018). Modeling of the open-ended items for assessing multiple proficiencies in mathematical problem solving. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(Special Issue for INTE-ITICAM-IDEA), 142–149.
- Junpeng, P., Krotha, J., Chanayota, K., Tang, K. N., & Wilson, M. (2019). Constructing Progress Maps of Digital Technology for Diagnosing Mathematical Proficiency. *Journal of Education and Learning*, 8 (6), 90-102.
- Ministry of Education (MOE). (2012). *The Singapore education landscape*. Retrieved September 3, 2019, from <http://www.moe.gov.sg/education/landscape>.
- _____. (2016). *Framework for 21st century competencies and student outcomes*. [Online]. Available from: <https://www.moe.gov.sg/education/education-system/21st-century-competencies#sthash.7DAWBbpb.dpuf> [accessed 3 October 2019].
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *PISA 2021 Mathematics Framework (Draft)*. [Online]. Available from: <https://pisa.e-wd.org/#Twenty-First-Century-Skills> [accessed 3 October 2019].
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Schoenfeld, A. A. (2007). What is Mathematical Proficiency and How Can It Be Assessed?. *Assessing Mathematical Proficiency MSRI Publications*, 53.
- Stiggins, R. J., & Chappuis, J. (2011). *An Introduction to Student-Involved Assessment FOR Learning* (6th ed). Boston: Pearson.

- United State National Research Council (US NRC). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J.Kilpatrick, J. Swafford, and B.Findell (Eds.). Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- _____. (2002). *Helping Children Learn Mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.). Washington, DC: The National Academies Press.
- Wilson, M. (2005). *Constructing measures: An item response modeling approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Assoc.
- Wilson, M., & Sloane, K. (2000). From principles to practice: An embedded assessment system. *Applied Measurement in Education*, 13(2), 181–208.
- Wu, M. L., Adams, R. J., Wilson, M. R., & Haldane, S. A. (2007). *ACERConQuest Version 2: Generalized item response modeling software*. Camberwell: Australian Council for Educational Research.