

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์
ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**The Development of Mathematical Literacy Through Online Learning
Implementation Based on Mathematizing Process in the Topic of
Probability for Grade 11 Students**

ชรินทร์ ดั่งธรรม และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Charinrat Duangthum and Wanintorn Poonpaiboonpipat

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author E-mail: charinratd63@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง แต่จากผลการประเมิน PISA ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ และเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 37 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจร เวลา 14 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ใกล้ตัว หรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน การใช้คำถามนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาและคำถามกระตุ้นคิด การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็น การให้คำแนะนำในกลุ่มย่อยอย่างทันทั่วถึง และการเตรียมความพร้อมของสื่อและโปรแกรม 2) นักเรียนมีพัฒนาการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ โดยมีพัฒนาการการคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์มากที่สุด รองลงมา คือ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมินผลลัพธ์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ออนไลน์; กระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์; ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์; ความน่าจะเป็น

Abstracts

Mathematical literacy is one of necessary competency to apply mathematics to real-life situations. The results of PISA assessment demonstrated that the level of mathematical literacy of Thai students are below the mean score of OECD. This research aimed to study the online learning implementation based on mathematizing process to enhance mathematical literacy, and to develop mathematical literacy through online learning implementation based on mathematizing process in the topic of probability for grade 11 students. The participants were 37 students in grade 11 of a high school in Phetchabun Province in the second semester of 2021 academic year. The research methodology was the action research comprising of 3 cycles and took totally 14 hours. The instruments used in the research were lesson plans, activity sheets, reflective learning journals, and mathematical literacy ability test. Data were analyzed by content analysis and data creditability by triangulation method. The results revealed that 1) The online learning approach through mathematizing process in the topic of probability, the teacher should emphasize on choosing situation in a context relevant to the real world or useful for student, using question lead to problem situations and stimulating questions, reviewing students' fundamental knowledge, giving advice in breakout room immediately and preparing of media and programs for the online learning implementation. 2) Most students developed mathematical literacy in 3 processes, the students had the greatest improvement in thinking/transforming situations in mathematical problems, followed by the use of mathematical principles and processes to solve problems and interpreting and evaluating the results, respectively.

Keywords: Online Learning; Mathematizing Process; Mathematical Literacy; Probability

บทนำ

เมื่อโลกเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ข้อมูลในบริบทโลกชีวิตจริงมีอยู่มากมายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบกับความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี จึงต้องมีการแยกแยะข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจในบริบทที่หลากหลาย ทำให้การใช้เพียงทักษะเชิงคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์นั้นไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทที่มีความซับซ้อน แต่จำเป็นต้องมีการคิดอย่างเป็นตรรกะ มีความสามารถในการอธิบายที่มาที่ไป และมีการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร่วมด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563 : ออนไลน์) นอกจากนี้การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงนักเรียนต้องรู้จักสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหา ต้องเลือกตัดสินใจว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไร นั่นคือ “การมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์” นั่นเอง สอดคล้องกับ OECD (2018 : 7) ได้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA 2022 ไว้ว่า ความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของ

โลกชีวิตจริง นับว่าความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทำงานและการใช้ชีวิตประจำวัน

โครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ (OECD) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จึงนำไปสู่การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ นั่นคือ โปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ในการเตรียมความพร้อมให้เยาวชนมีความสามารถพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง ผลการประเมินครั้งล่าสุดใน PISA 2018 พบว่า นักเรียนไทยมีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 : 177) ประกอบกับในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมักจะเกิดปัญหาว่าควรจะใช้ความรู้เรื่องใดในการแก้ปัญหา ไม่สามารถนำทฤษฎีบท กฎ นิยามทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ไม่สามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทในชีวิตจริงได้ รวมถึงไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ซึ่งสิ่งเหล่านี้บ่งชี้ถึงการขาดทักษะการให้เหตุผลและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะเห็นว่าถึงแม้นักเรียนจะเคยได้รับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ หรือ PISA มาแล้วในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แต่นักเรียนก็ยังคงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ประกอบกับจากการสอบถามครูในโรงเรียนที่มีประสบการณ์การสอนในเรื่อง ความน่าจะเป็น ซึ่งเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้กระบวนการให้เหตุผลอันเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ เนื่องจากผู้วิจัยไม่เคยมีประสบการณ์การสอนในเรื่องนี้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มักใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการตัดสินใจเหตุการณ์ต่างๆ รวมถึงนักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและให้ความร่วมมือในการเรียนเท่าที่ควร ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้เกิดจากการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังคงสอนโดยการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้และจดจำข้อมูลมากกว่าที่จะสอนให้นักเรียนได้ฝึกฝนความคิดด้วยตนเอง นอกจากนี้จุดอ่อนที่เห็นได้ชัดในการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทย คือ ละเลยการเน้นให้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

OECD (2009 : 105) ได้นำเสนอกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematizing Process) เป็นกระบวนการพื้นฐานสำหรับนักเรียนในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงในการประเมิน PISA โดยเริ่มต้นด้วยการใช้สถานการณ์หรือบริบทปัญหาในชีวิตจริง แล้วนักเรียนสามารถใช้กระบวนการคิด/แปลงสถานการณ์หรือบริบทปัญหาในชีวิตจริงไปสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบทางคณิตศาสตร์ และนำคำตอบนั้นไปแปลผลกลับไปตอบสถานการณ์หรือบริบทปัญหาในชีวิตจริง สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ประกอบกับใน

ปัจจุบันเกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เป็นวงกว้างไปหลายประเทศรวมถึงประเทศไทย ส่งผลให้สถานศึกษาไม่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามปกติ โรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการสอนได้ปรับรูปแบบการเรียนรู้เป็นการเรียนผ่านระบบออนไลน์ 100% ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ในรูปแบบของการเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้โปรแกรมประชุมออนไลน์ Google Meet ดังนั้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ออนไลน์มีประสิทธิภาพและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ระบบบริหารจัดการของการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Learning Management System) ได้แก่ แอปพลิเคชัน Line ใช้สำหรับนัดหมายและติดต่อ และ Padlet ใช้สำหรับให้นักเรียนส่งใบกิจกรรมหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งทำการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ผ่านโปรแกรมประชุมออนไลน์ Google Meet วัดและประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบผ่าน Google Form และให้คะแนนระหว่างเรียนผ่าน Classdojo นอกจากนี้มีการใช้สื่อและโปรแกรมช่วยในการจัดการเรียนรู้ออนไลน์เพิ่มเติม เช่น โปรแกรม Power point, ใบกิจกรรม และรูปภาพ วิดีโอต่างๆ ใช้ประกอบสถานการณ์ปัญหาและเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่านกระบวนการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ปัญหานั้นด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบทางคณิตศาสตร์ และนำคำตอบนั้นแปลผลกลับไปตอบปัญหาในชีวิตจริง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ขั้นตอนที่ 2 จัดให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแก้ปัญหามathematics และขั้นตอนที่ 5 ขั้นแปลผลการแก้ปัญหามathematics กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง (OECD, 2009 : 105)

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557 : 149-151) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใน 1 วงจร ได้แก่ ขั้นวางแผน (P) ขั้นปฏิบัติการ (A) ขั้นสังเกตการณ์ (O) และขั้นสะท้อนผล (R) มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรตามจำนวนของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสะท้อน

การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแล้วนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไป โดยรายละเอียดระเบียบวิธีวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนทั้งสิ้น 37 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 (ค32202) เรื่อง ความน่าจะเป็น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

2. เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือ ดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การทดลองสุ่ม และเหตุการณ์ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ จำนวน 6 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กฎที่สำคัญบางประการของความน่าจะเป็น จำนวน 4 ชั่วโมง

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม 6 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อ และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.74 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.44 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ และผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้วย คือ

- 1) นำสถานการณ์ปัญหาของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาเพิ่มเติมในรายละเอียดของสาระการเรียนรู้
- 2) ปรับสาระสำคัญให้อยู่ในรูปแบบของความคิดรวบยอด

2.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้และใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใบกิจกรรมประกอบไปด้วยสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและมีข้อคำถามสัมพันธ์กับกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ ใบกิจกรรมที่ 1 วัคซีน COVID-19, ใบกิจกรรมที่ 2 หัวหน้า รองหัวหน้า และเลขานุการ, ใบกิจกรรมที่ 3 Squid Game สะพานกระจก, ใบกิจกรรมที่ 4 สลากออมสินหรือสลาก ธ.ก.ส., ใบกิจกรรมที่ 5 กาชาดวิกฤตหนัก และใบกิจกรรมที่ 6 เทียวเกาะพยาม จ.ระนอง ซึ่งผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ใบกิจกรรมมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

2.3 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยและครูประจำการซึ่งเป็นผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะทำการบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

2.4 แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากจัดการเรียนรู้ครบ 3 แผน โดยแบบทดสอบเป็นแบบเขียนตอบอิสระ ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหาและมีข้อความสัมพันธ์กับกระบวนการของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับใบกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) พบว่า ข้อคำถามทุกข้อสอดคล้องกับองค์ประกอบของความฉลาดรู้ที่ต้องการวัด ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม สามารถนำไปใช้ได้

สำหรับใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (MF) ประกอบด้วย การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่ตั้งอยู่ในบริบทโลกชีวิตจริงและการระบุตัวแปรที่สำคัญ (FC), การทำสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่ายหรือแยกย่อยสถานการณ์ปัญหาเพื่อทำให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น (FU), การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐาน (FR) และการให้เหตุผลว่าการใช้การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ในบริบทโลกชีวิตจริงนั้นสมเหตุสมผล (FI) 2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (ME) ประกอบด้วย การเลือกและใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ER), การนำหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องโดยแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน (ES) และการให้เหตุผลว่ากระบวนการและขั้นตอนในการหาผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นสมเหตุสมผล (EI) 3) การตีความและประเมินผลลัพธ์ (MI) ประกอบด้วย การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทโลกชีวิตจริง (IR), การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง (IS) และการอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์มีความสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของปัญหา (IC)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น จำนวน 3 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง ระหว่างการจัดการเรียนรู้แต่ละ

แผน นักเรียนทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แบบคณะกรรมการ จำนวน 9 กลุ่ม ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะสังเกตและจดบันทึกการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.3 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ครบ 3 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3.4 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ตามวัตถุประสงค์การวิจัย 2 ข้อ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

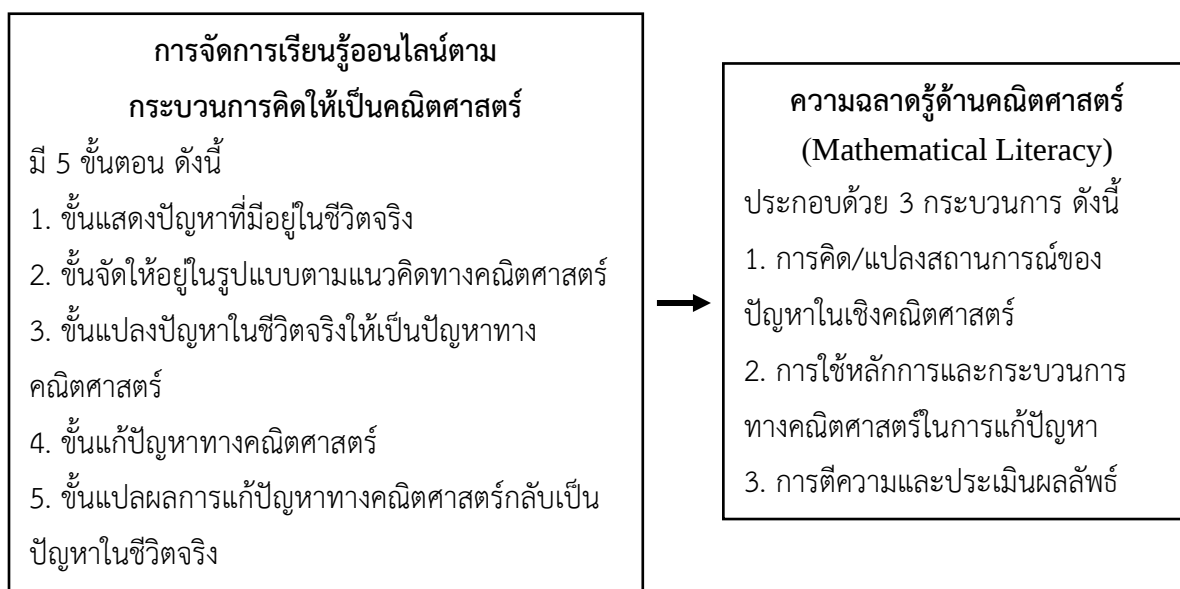
4.1. ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยการลดและแยกข้อมูล รวมกลุ่มข้อมูลเป็นหมวดหมู่ และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ เพื่อสรุปประเด็นในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ แล้วตรวจสอบว่าข้อมูลจากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ โดยใช้การตรวจสอบสามเส้าแบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งชนิด (Resource triangulation) จากนั้นสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์หลังจากจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจร

4.2 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร โดยใช้การตรวจสอบสามเส้าแบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological triangulation) เริ่มจากการลดและแยกข้อมูล รวมกลุ่มข้อมูลที่สามารถบ่งบอกพฤติกรรมที่แสดงถึงความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการย่อยพร้อมใส่รหัสข้อมูล โดยจำแนกเป็นระดับพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละกระบวนการเป็น 3 ระดับ แล้วนำมาวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวิเคราะห์จากใบกิจกรรมกับแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ จากนั้นสรุปผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการจำแนกระดับกระบวนการย่อยของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกระดับกระบวนการย่อยของการคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์

การคิด/แปลง สถานการณ์ของ ปัญหา ในเชิงคณิตศาสตร์	รหัส (Code)	คำนิยาม/ระดับ
1. การระบุประเด็น ทางคณิตศาสตร์ของ ปัญหาที่ตั้งอยู่ใน บริบทโลกชีวิตจริง และการระบุตัวแปรที่ สำคัญ	FC1	ระดับ 1: นักเรียนสามารถระบุว่าสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เกี่ยวกับอะไร สิ่งที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ และสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ต้องการทราบได้ เพียงเล็กน้อย หรือไม่ได้เลย
	FC2	ระดับ 2: นักเรียนสามารถระบุว่าสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เกี่ยวกับอะไร สิ่งที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ และสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ต้องการทราบได้ แต่ไม่ครบถ้วน
	FC3	ระดับ 3: นักเรียนสามารถระบุว่าสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ เกี่ยวกับอะไร สิ่งที่เกี่ยวข้องที่กำหนดให้ และสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ต้องการทราบได้ ถูกต้อง ครบถ้วน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ค้นพบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง เป็นขั้นที่นักเรียนศึกษา วิเคราะห์ และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงจากใบกิจกรรม โดยนักเรียนจะต้องสามารถระบุได้ว่าสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้เกี่ยวกับอะไร สิ่งที่เกี่ยวข้องกับอะไร และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ในขั้นตอนนี้ควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ใกล้ตัว หรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน เหมาะสมกับวัย และมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม จะทำให้นักเรียนมีความสนใจและอยากที่จะเรียนรู้ พร้อมทั้งมีภาพประกอบสถานการณ์เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ง่ายขึ้น อาจจัดเตรียมสื่อที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เช่น คลิปวิดีโอประกอบสถานการณ์ปัญหา เป็นต้น รวมทั้งเตรียมคำถามเพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาและคำถามกระตุ้นคิดเพื่อให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับประเด็นปัญหาในสถานการณ์ เช่น “สถานการณ์ปัญหานี้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร” “นักเรียนเข้าใจปัญหานี้อย่างไร” “โจทย์กำหนดอะไรให้และโจทย์ต้องการทราบอะไร” เป็นต้น นอกจากนี้เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ผู้วิจัย จะต้องเตรียมความพร้อมในส่วนของใบกิจกรรมที่จะต้องส่งให้กับนักเรียนผ่านช่องทางออนไลน์ โดยจัดเตรียมใบกิจกรรมในรูปแบบไฟล์ PDF หรือรูปแบบที่นักเรียนสามารถศึกษาแบบออนไลน์ไปพร้อมกันได้ เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถศึกษาใบกิจกรรมได้อย่างสะดวก

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นจัดให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยจะต้องสามารถอธิบายเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา ระบุวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เช่น “เงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหานี้มีอะไรบ้าง” “ใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา” “เพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถนำมาแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ได้” เป็นต้น ผู้วิจัยควรทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้ในการจัดให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง นอกจากนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามมากขึ้น ผู้วิจัยอาจใช้การสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถามและการให้คะแนนการตอบคำถามผ่านแอปพลิเคชันที่สามารถบริหารจัดการชั้นเรียนโดยสามารถสุ่มชื่อนักเรียนและให้คะแนนนักเรียนเป็นรายกลุ่มได้ เช่น Classdojo, Class123 เป็นต้น

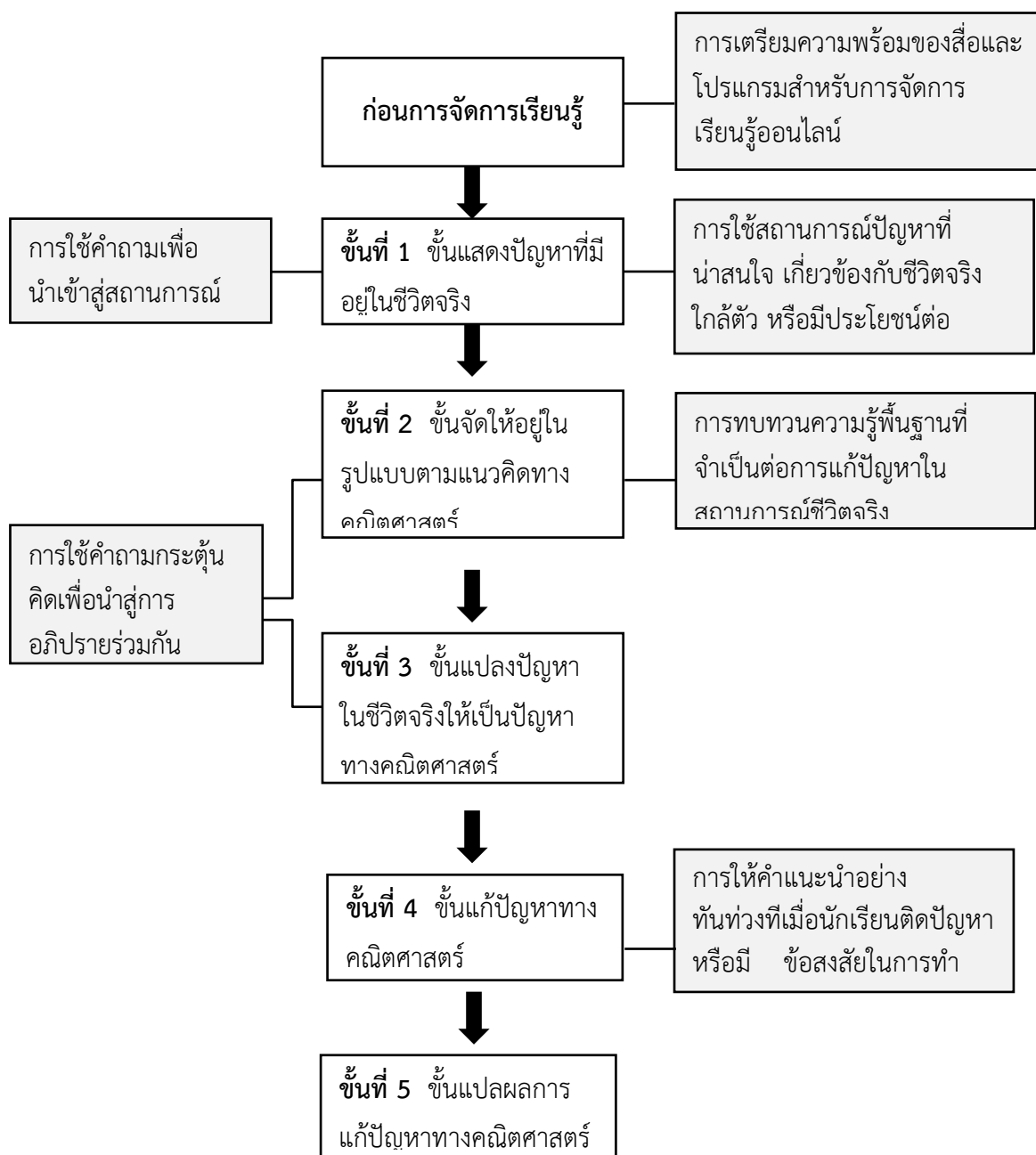
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไปก่อน แล้วนำคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยจะต้องใช้คำถามกระตุ้นคิดเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการกำหนดตัวแปรหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทน

สถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งบอกเหตุผลที่กำหนดตัวแปรหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนสถานการณ์ปัญหานั้นได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยจะต้องตรวจสอบการตอบคำถามของนักเรียน ให้คำแนะนำ ชี้แนะ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแก้ปัญหามathematics เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแยกเป็นกลุ่มโดยใช้ห้องย่อย (Breakout Room) ของโปรแกรมประชุมออนไลน์ เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แก้ปัญหาเป็นรายกลุ่มในการพิจารณา สนับสนุน โต้แย้ง และตัดสินใจเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งระบุเหตุผลที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหามathematics จนได้คำตอบ ผู้วิจัยควรเป็นผู้แบ่งกลุ่ม ให้กับนักเรียน โดยแบ่งกลุ่มแบบความสามารถ ประกอบด้วย ระดับเก่ง ระดับกลาง และระดับอ่อน นอกจากนี้เนื่องจากการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ในการแบ่งกลุ่มผู้วิจัยควรคำนึงถึงความสะดวกในการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม เช่น พิจารณาคอนในกรุปให้มีอย่างน้อย 1 คนที่สามารถแชร์หน้าจอของอุปกรณ์ได้ เป็นต้น รวมถึงจัดเตรียมช่องทางการส่งใบกิจกรรมของนักเรียนโดยให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบใบกิจกรรมแบบ คร่าว ๆ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เพื่อคัดเลือกรูปออกมานำเสนอในขั้นตอนถัดไป ซึ่งผู้วิจัยใช้เว็บไซต์ Padlet นับว่าเป็นช่องทางการส่งงานที่สะดวกสำหรับนักเรียนและสำหรับผู้วิจัยในการคัดเลือกผลงาน นอกจากนี้ใน ระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน ผู้วิจัยจะต้องทำหน้าที่สังเกตการทำงานของแต่ละกลุ่ม เข้าไปพูดคุย สอบถาม ชี้แนะในห้องย่อยให้ครบทุกกลุ่ม หากกลุ่มใดติดปัญหามีข้อสงสัย ให้นักเรียนแจ้งผ่านช่องทาง ติดต่อก่อนผู้วิจัยจะต้องเข้าไปให้คำแนะนำอย่างทันที่ในห้องย่อย (Breakout Room) เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหามathematics ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงกระตุ้นให้ทุกคนในกลุ่มทำงานร่วมกัน แจกจ่ายเวลา ในการทำกิจกรรมขั้นนี้ให้ชัดเจนเพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมให้ทันเวลา และเน้นย้ำให้นักเรียนร่วมกันเขียนตอบ คำถามในใบกิจกรรมไปพร้อม ๆ กันทีละข้อ เพื่อให้ทุกคนได้เรียนรู้ข้อคำถามในใบกิจกรรมครบทุกข้อคำถาม

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นแปลผลการแก้ปัญหามathematics กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง เป็นขั้นที่นักเรียน จะต้องแปลผลจากการแก้ปัญหามathematics ให้กลับเป็นปัญหาในสถานการณ์ของชีวิตจริง ให้เหตุผลได้ว่า วิธีการแก้ปัญหามathematics ที่เลือกใช้มีความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง รวมถึงให้เหตุผลได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลกับบริบทของสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยจะต้องเตรียมคำถามกระตุ้นในประเด็นดังกล่าว หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะกลับไปที่ห้องหลัก ของโปรแกรมประชุมออนไลน์ เพื่อนำเสนอผลการแก้ปัญหามาจากใบกิจกรรมของกลุ่มตนเอง โดยทุกคนใน ห้องเรียนร่วมกันอภิปราย สะท้อนผลร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยจะต้องทำการตรวจสอบใบกิจกรรมที่นักเรียนส่งผ่าน เว็บไซต์ Padlet เพื่อพิจารณาเลือกรูปที่ใช้นแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามาที่แตกต่างหรือน่าสนใจออกมา นำเสนอ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนำเสนอ ทั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมเวลาในการนำเสนอของนักเรียนให้ ใช้เวลาตามที่กำหนด และเตรียมประเด็นคำถามสำหรับนักเรียนที่เป็นผู้ฟังการนำเสนอของเพื่อนเป็นรายบุคคล เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่ได้เป็นผู้นำเสนอสนใจการนำเสนอของกลุ่มอื่น

สรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น มีประเด็นที่ควรเน้นในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ใกล้ตัว หรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน 2) การใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาและคำถามกระตุ้นคิดเพื่อนำสู่การอภิปรายร่วมกัน 3) การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง 4) การให้คำแนะนำอย่างทันท่วงทีเมื่อนักเรียนติดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในการทำกิจกรรมกลุ่มในห้องย่อย (Breakout Room) และ 5) การเตรียมความพร้อมของสื่อและโปรแกรมสำหรับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 ประเด็นที่ควรเน้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น

2. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรม เป็นรายกลุ่ม จำนวน 9 กลุ่ม และเมื่อจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล และทำการวิเคราะห์ผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์

ความ ฉลาดรู้ ด้าน คณิตศาสตร์		ร้อยละของจำนวน กลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ									ร้อยละของจำนวน นักเรียนในแต่ละ ระดับ		
		วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3			แบบทดสอบหลัง เรียน		
		ระดับ บ 1	ระดับ บ 2	ระดับ บ 3	ระดับ บ 1	ระดับ บ 2	ระดับ บ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
M F	FC	33.33	44.4 5	22.2 2	0.00	33.3 3	66.6 7	0.00	0.00	100.00	0.00	21.6 2	78.3 8
	FU	33.33	66.6 7	0.00	0.00	44.4 4	55.5 6	0.00	11.1 1	88.89	0.00	29.7 3	70.2 7
	FR	22.22	44.4 5	33.3 3	11.1 1	33.3 3	55.5 6	0.00	11.1 1	88.89	0.00	27.0 3	72.9 7
	FI	55.56	33.3 3	11.1 1	22.2 2	22.2 2	55.5 6	0.00	22.2 2	77.78	5.41	24.3 2	70.2 7
M E	ER	22.22	55.5 6	22.2 2	0.00	33.3 3	66.6 7	0.00	11.1 1	88.89	0.00	27.0 3	72.9 7
	ES	22.22	44.4 5	33.3 3	0.00	44.4 4	55.5 6	0.00	22.2 2	77.78	8.11	27.0 3	64.8 6
	EI	55.56	44.4 4	0.00	11.1 2	44.4 4	44.4 4	11.1 1	22.2 2	66.67	10.81	18.9 2	70.2 7
M I	IR	-	-	-	0.00	44.4 4	55.5 6	0.00	11.1 1	88.89	5.41	24.3 2	70.2 7

	IS		44.4	22.2	11.1	55.5	33.3	11.1	22.2			21.6	67.5
		33.33	5	2	1	6	3	1	2	66.67	10.81	2	7
	IC		22.2	11.1	22.2	55.5	22.2	11.1	22.2	66.6		27.0	59.4
		66.67	2	1	2	6	2	1	2	7	13.51	3	6

หมายเหตุ สัญลักษณ์ของความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการย่อยแสดงในเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการย่อยอยู่ในระดับ 1 และ 2 เมื่อเข้าสู่วงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนมีพัฒนาการของแต่ละกระบวนการย่อยในแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ทุกกระบวนการย่อย และจากการทำแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่มีความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์แต่ละกระบวนการย่อยอยู่ในระดับ 3 เช่นเดียวกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการการคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์มากที่สุด รองลงมา คือ การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตีความและประเมินผลลัพธ์ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขั้นตอนที่ 1 ขึ้นแสดงปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ใกล้ตัว หรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม รวมทั้งมีภาพประกอบสถานการณ์ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ เข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายขึ้น และเห็นคุณค่าของการเรียนและใช้ประโยชน์คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อำนาจ วิชาพล (2556 : 81-88) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่สร้างขึ้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับเรื่องใกล้ตัวหรือชีวิตจริงจึงทำให้นักเรียนมีความสนใจ พร้อมทั้งเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

ขั้นตอนที่ 2 ขึ้นจัดให้อยู่ในรูปแบบตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร่วมกันพิจารณาปัญหาให้อยู่ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทำความเข้าใจและสร้างความสัมพันธ์ระหว่างภาษาของปัญหาในชีวิตจริงกับภาษาสัญลักษณ์ และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ การเลือกใช้ประเด็นคำถามที่มีความเหมาะสมของครูจึงมีความสำคัญอันจะช่วยให้นักเรียนสามารถพิจารณาปัญหาแล้วอธิบายเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคอง (2554 : 54) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและ

การมีส่วนร่วมของนักเรียนในชั้นเรียน บางครั้งเมื่อนักเรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ครูช่วยเหลือด้วยการแนะหรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า นักเรียนจะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้การสุ่มนักเรียนเพื่อตอบคำถามและการให้คะแนนการตอบคำถามผ่านแอปพลิเคชันที่สามารถบริหารจัดการชั้นเรียนโดยสามารถสุ่มชื่อนักเรียนและให้คะแนนนักเรียนเป็นรายกลุ่มได้ ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการตอบคำถามมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนร่วมกันระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยตัดข้อเท็จจริงที่เป็นปัญหาในชีวิตจริงออกไปก่อน แล้วนำคณิตศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร แผนภาพ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนสถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นคิดเพื่อให้นักเรียนสามารถแปลงปัญหาในชีวิตจริงให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับชินสรา เมธภัทรศิริ (2563 : 22-29) ที่กล่าวว่า การใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ เช่น วัตถุ แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ ตาราง แบบจำลอง สัญลักษณ์ นิพจน์ และตัวแทน โดยการนึกคิดต่าง ๆ เพื่อทำให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้นสามารถใช้เชื่อมโยงความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์และสามารถนำความเข้าใจเหล่านั้นมาใช้ในการสื่อสารและการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่มได้แสดงเหตุผลในการพิจารณาเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา จะช่วยให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา แนวคิดการแก้ปัญหา จนสามารถแสดงกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง และได้คำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับงานวิจัยของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544 : 4) ที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้คิดและเสนอความคิดของตนเองอย่างอิสระภายในกลุ่มแล้ว จะทำให้นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิด การร่วมกันคิดและทำงานเป็นคู่หรือเป็นกลุ่ม จะทำให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาและมีประสิทธิภาพมากกว่าทำงานคนเดียว

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นแปลผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลับเป็นปัญหาในชีวิตจริง การนำเสนอผลการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทั้งชั้นเรียน จะทำให้นักเรียนได้ร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อภิปราย สนับสนุน โต้แย้ง และสามารถเชื่อมโยงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์หรือบริบทในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับ สสวท. (2555 : 75) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง และจดจำได้นานขึ้น

2. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 1-3 กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุได้ว่าสถานการณ์ปัญหาที่

กำหนดให้เกี่ยวกับอะไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ รวมถึงระบุวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งยังสามารถกำหนดตัวแปร สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือแผนภาพแทนสถานการณ์ปัญหา พร้อมให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดจึงกำหนดเช่นนั้น เนื่องจากในการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็นคำถามที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการดังกล่าว และการใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ใกล้ตัว หรือมีประโยชน์ต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งส่งผลให้ระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาในชีวิตจริงตามที่โจทย์กำหนดมาให้ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งทิพา บุญมาโดน, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์ (2561 : 51-61) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาจากบริบทใกล้ตัวนักเรียนโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหาจากบริบทใกล้ตัวนักเรียนจะทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ รองลงมา นักเรียนมีพัฒนาการในการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นที่นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายกลุ่ม โดยใช้การสร้างห้องย่อย (Breakout Room) พบว่า นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง รวมถึงให้เหตุผลได้ว่าเพราะเหตุใดจึงใช้หลักการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของกิติโรจน์ ปิณฑนนทกะ, วิชัย เสวกงาม และอัมพร ม้าคนอง (2563 : 21-40) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น และนักเรียนมีพัฒนาการของการตีความและประเมินผลลัพธ์น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 กระบวนการ จากการวิเคราะห์ พบว่าสาเหตุอาจมาจากนักเรียนไม่สามารถแสดงความสามารถในการตีความและประเมินผลลัพธ์ผ่านการเขียน หรือนักเรียนไม่ชอบเขียนแสดงเหตุผลอย่างละเอียด อีกทั้งในการทำแบบทดสอบเป็นการทำรายบุคคลและมีเวลาจำกัดซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตีความและประเมินผลลัพธ์ได้ แต่ก็ถือว่ากระบวนการดังกล่าวมีพัฒนาการและมีความสามารถส่วนใหญ่ในระดับ 3 เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนที่ 5 กล่าวคือ นักเรียนสามารถแปลคำตอบจากการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง รวมถึงให้เหตุผลได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสมเหตุสมผลหรือไม่ สมเหตุสมผลกับบริบทของสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากนักเรียนได้ร่วมกันตีความและประเมินผลลัพธ์ภายในกลุ่มย่อย และมีการนำเสนอผลการแก้ปัญหาและเหตุผลต่าง ๆ ร่วมกันทุกกลุ่ม ทำให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนกลุ่มอื่น สอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์ (2561 : 105-118) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ในบริบทใกล้ตัวนักเรียน เป็นกิจกรรมแบบร่วมมือให้นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นพบข้อสรุป ซึ่งนักเรียนจะต้องนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่มีอยู่มาใช้ ทำให้เกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยน

ความคิดเห็น พบว่า นักเรียนสามารถบอกความสมเหตุสมผลของผลลัพธ์ได้ หรือสามารถบอกความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาได้ หรือสามารถตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปสู่บริบทของปัญหาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงประเด็นที่ควรเน้นของการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน จึงมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยต้องมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาและคำถามกระตุ้นคิดในแต่ละขั้น เพื่อนำนักเรียนไปสู่การคิด การอภิปราย การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการทำงานกลุ่มร่วมกัน

1.2 การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ ผู้วิจัยต้องมีการจัดเตรียมสื่อและโปรแกรมต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างดี รวมถึงจะต้องทำการทดสอบการใช้โปรแกรมต่าง ๆ ก่อนจัดการเรียนรู้จริง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ออนไลน์เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพสูงสุด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้ทุกระบวนการ แต่กระบวนการตีความและประเมินผลลัพธ์มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างน้อยหากเทียบกับการคิด/แปลงสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จึงมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

2.1 ควรศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ร่วมกับสื่อหรือเทคนิคอื่นๆ ที่สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในกระบวนการตีความและประเมินผลลัพธ์

2.2 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ในรูปแบบอื่น เช่น การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กมลกานต์ ศรีธิ, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*. 13 (37), 105-118.
- กิติโรจน์ ปิณฑนนทกะ, วิชัย เสวกงาม และอัมพร ม้าคนอง (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์และการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. 48 (3), 21-40.
- ชนิสรา เมธภัทรศิริ. (2563). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์และการนิรนัยทางคณิตศาสตร์, *นิตยสาร สสวท*. 48 (224), 22-29.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รุ่งทิพา บุญมาโต, วรินทร์ สุภาพ และรัชฎา วิริยะพงศ์. (2561). การพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน, *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. 29 (2), 51-61.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. สมุทรปราการ: บริษัท แอดวานซ์ ฟรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). PISA 2021 กับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์.ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 4 สิงหาคม 2564. แหล่งที่มา : <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2020-53>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อำนาจ วิชาพล. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงในชีวิตจริง เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย. *วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร*. 8 (2), 81-
88.
- OECD. (2009) . PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. *Online*. Retrieved September 2, 2021. from: <https://www.oecd.org/pisalpisa/products/44455820.pdf>
- OECD. (2018) . PISA 2022 Mathematics Framework (draft). *Online*. Retrieved August 4, 2021. from : <https://pisa2022-maths.oecd.org>