



ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
The Effects of Open Approach Learning Activities on Mathematical
Habits of Mind in the Topic of Application of Linear Equation
with one Variable for Students in Grade 8

Received: May 10, 2019

Revised: July 1, 2019

Accepted: July 9, 2019

วรวิฒิ เป้งธินา*

Worawut Pengthina

วณินทร สุภภาพ**

Wanintorn Supap

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด โรงเรียนพิชญ์โลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 39 คน งานวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพจากใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยจากใบกิจกรรม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ด้านอยู่ในระดับ 3 และระดับ 2 ผลจากแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ใน 5 ด้าน และระดับ 2 ใน 3 ด้าน และผลจากการสัมภาษณ์ในด้านที่ 1 และด้านที่ 7 พบว่ามีความสอดคล้องกับแบบทดสอบโดยนักเรียนที่อยู่ในระดับ 3 และระดับ 2 จากแบบทดสอบเมื่อทำการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนยังคงอยู่ในระดับ 3 และ 2 เหมือนเดิม แต่นักเรียนที่อยู่ในระดับ 1 จากแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์เมื่อทำการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนอยู่ในระดับ 2

คำสำคัญ : การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด/ จิตนิสัยทางคณิตศาสตร์/ การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

Abstract

The aims of this research were to enhance mathematical habits of mind in the topic of application of linear equation with one variable for students in grade 8 by using open approach learning activities. The participants in this research were thirty-nine students of Phitsanulok Pittayakom School, Phitsanulok, in the second semester of 2018 academic year. This is

* นิสิตปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Master of Education Student Program in Mathematics, Faculty of Education, Naresuan University, Thailand

** อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Advisor, Lecturer Dr., Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Thailand

Corresponding Author E-mail Address: patipan_nam@hotmail.com



.....
qualitative research. The data collected from worksheets, mathematical habits of mind tests and interview. The results from four worksheets showed that most of the students had alternately level 3 and 2 of mathematical habits of mind in eight aspects. As a result of the test, most students have a level 3 of mathematical habits in five aspects and level 2 in three aspects. In addition, the results from the interview in the first aspect and the seventh aspect, were consistent with the test by students who were at a level 3 and 2 still be the same level after interviewing. In the other hand, students were in the poor level from the test; after interviewing, it was found that the students were at the fair level.

Keywords : Open Approach Learning Activities/ Mathematical Habits of Mind/ Linear Equation with One Variable

บทนำ

คณิตศาสตร์ไม่ใช่เพียงเป็นแค่ศาสตร์แห่งการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขเท่านั้น แต่คณิตศาสตร์ยังมีเนื้อหาที่ไม่ได้มุ่งเน้นการคำนวณเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ตรรกศาสตร์ การพิสูจน์ ทฤษฎีกราฟ เป็นต้น ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นตัวช่วยให้รู้จักคิดใช้การเชื่อมโยงตรรกะ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และคณิตศาสตร์ยังเป็นตัวช่วยให้ผู้ที่ใช้คณิตศาสตร์สามารถคิดเชื่อมโยงความรู้มาจัดการกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบอย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างสม่ำเสมอจนเกิดเป็นนิสัย (พงศธร มหาวิจิตร Mahavijit, 2016) การจะให้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้นั้น Cuoco, Goldenberg and Mark (1996) ได้กล่าวถึงจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นหลักการสำคัญของการจัดการหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่จะช่วยเติมเต็มระหว่างผู้สร้างคณิตศาสตร์ (นักคณิตศาสตร์) และผู้ใช้คณิตศาสตร์ (นักเรียน) ซึ่งจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ทำให้เกิดการเรียนรู้อันจะนำไปสู่ผลลัพธ์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ และสามารถนำมาจัดการกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Lim and Selden (2009) ยังเสนอคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ 2 คำคือ การคิดและความเคยชินเป็นนิสัย ซึ่งการที่จะทำให้เกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นควรฝึกให้นักเรียนอยากคิดที่จะแก้ปัญหาและฝึกใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควรส่งเสริมให้นักเรียนเคยชินกับการแก้ปัญหา และใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง และควรส่งเสริมให้นักเรียนพิสูจน์และยืนยันเป้าหมายที่ได้มาว่าถูกต้อง (Mark et al., 2010 อ้างอิงใน พงศธร มหาวิจิตร Mahavijit, 2016)

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันนั้นยังยึดหลักความถูกต้องในคำตอบและยึดครูผู้สอนเป็นหลัก ยังไม่ได้เน้นให้นักเรียนรู้จักการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ยังคงใช้คำถามเพื่อมุ่งเน้นในการหาคำตอบเพียงอย่างเดียว และไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนอยากคิดเพื่อที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การฝึกทักษะการแก้ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์จึงเป็นการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ตั้งขึ้นมาจากในแบบเรียนที่กำหนดเท่านั้น บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบันส่งเสริมเพียงแค่นักเรียนเคยชินกับความคิดรวบรัดเพื่อนำไปสู่คำตอบตามที่ต้องการเท่านั้นโดยขาดการพิสูจน์ จนนักเรียนขาด



.....
ตรรกะและการเชื่อมโยงองค์ความรู้ในแต่ละเรื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2016)

ผลที่เกิดขึ้นคือนักเรียนจำนวนไม่น้อยสามารถที่จะคิดคำนวณคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่สามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ นอกห้องเรียนได้ ซึ่งเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติและนานาชาติ เช่น ผลการประเมิน TIMSS 2011 ที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ได้น้อยมาก และมีนักเรียนไทยเพียงหนึ่งในสามที่แสดงว่าสามารถใช้ความรู้ได้ จำนวนนี้น้อยมากเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ในเอเชีย นอกจากนี้ผลการประเมิน PISA ยังบอกในทำนองเดียวกัน คือนักเรียนไทยมากกว่าครึ่งรู้คณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานตามเกณฑ์นานาชาติ OECD ซึ่ง PISA ได้ให้ข้อมูลว่าการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนับตั้งแต่ PISA 2000 PISA 2003 PISA 2006 มีแนวโน้มลดลง และแม้ว่าใน PISA 2009 คะแนนจะไม่ลดต่ำลง แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็ต้องถือว่ายังคงเดิมอยู่ (สุนีย์ คล้ายนิล Klainin, 2016) และไม่เพียงแต่การประเมินผลนานาชาติเท่านั้นที่ชี้บอกความถดถอยของการศึกษาคณิตศาสตร์ไทย การประเมินผลภายในประเทศซึ่งได้แก่ O-NET ที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 (ค.ศ. 2005) จนถึง พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) สำหรับนักเรียนชั้น ม.3 และ ม.6 ยังแสดงให้เห็นถึงการลดลงของผลการเรียนคณิตศาสตร์ (สุนีย์ คล้ายนิล Klainin, 2016) นอกจากนี้ผลการวิจัยของ Johnson (2012) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาจิตนิสัยในการคิดของนักเรียน พบว่านักเรียนยังให้ความสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่มากนัก และถ้าครูยังจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นเพียงแค่นิยาม นักเรียนก็จะมีปัญหาในรูปแบบเดิม ๆ ดังนั้นครูจึงควรให้นักเรียนมีเวลาในการคิดแก้ปัญหาล่วงหน้า และฝึกให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง หรืออาจมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนถึงวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องพัฒนา และเปลี่ยนแปลงให้เข้ากับสภาพของสังคมในปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะเป็นเรื่องของสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดหาวิธีในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเชื่อมโยงปัญหาให้เข้ากับความเป็นจริง ควรเน้นให้มีการพัฒนาด้านความคิดของนักเรียน ทักษะการคิดและวิธีการคิดของนักเรียนควบคู่ไปด้วย (วัชรรา เล่าเรียนดี Laowreandee, 2011: 7) และที่สำคัญคือควรฝึกการคิดของนักเรียนจนเคยชินเป็นนิสัย เพื่อเสริมสร้างในการแก้ปัญหาอย่างมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ (Johnson, 2012) ซึ่ง National Council of Teachers of Mathematics (1991) ได้ระบุว่าการสอนเพื่อให้เกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์นั้นต้องไม่สอนเนื้อหาเรื่องจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่ควรสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเกิดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เช่น การคิดเชิงคณิตศาสตร์ คิดให้เหตุผล สร้างการฝึกหัด และการรับรู้กระบวนการ ตลอดจนใช้การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารความคิด ผู้วิจัยจึงศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางด้านความคิด เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเป็นการเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ปัญหาแบบปลายเปิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ Inprasitha (2004) ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิด 2. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3. การอภิปรายร่วมกัน 4. การสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน มาใช้เพื่อพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อฝึกให้นักเรียนได้ใช้การคิดเพื่อเชื่อมโยงความรู้ และกลยุทธ์การแก้ปัญหาให้เป็นนิสัย และสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจิตนิสัย



ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มี 8 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ด้านที่ 2 คิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ ด้านที่ 3 รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 4 ใช้มุมมองที่หลากหลาย ด้านที่ 5 ผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง ด้านที่ 6 ส่งเสริมการใช้ภาษา ด้านที่ 7 ร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ด้านที่ 8 ใช้วิธีการทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา (Cuoco, Goldenberg and Mark, 1996) ซึ่งด้านที่ 9 ใช้วิธีการทางเรขาคณิตในการแก้ปัญหา ยังไม่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้เนื่องจากไม่ได้ใช้ความรู้ในเรื่องของเรขาคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 39 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากผู้วิจัยได้เข้าไปสังเกตก่อนการทำวิจัยแล้วพบว่านักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่ได้คะแนนในรายวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนคิดแก้ปัญหาเพื่อมุ่งเน้นหาคำตอบเพียงอย่างเดียวแต่ยังไม่สามารถพิสูจน์และยืนยันคำตอบของตนเองได้

2. รูปแบบวิธีวิจัย

การศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลเชิงคุณภาพได้จากใบกิจกรรมแบบทดสอบจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์

3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 4 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อประเมินความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ จึงไม่มีการหาค่าความตรงและความเที่ยง แต่เน้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของเครื่องมือต่าง ๆ กับจุดมุ่งหมายของงานวิจัยในรูปแบบของข้อเสนอแนะแล้วผู้วิจัยวิเคราะห์สรุปออกมาเป็นประเด็นในการปรับแก้ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามจุดประสงค์



.....
การเรียนรู้ของนักเรียน 2) ปรับเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนปฏิบัติ 3) ปรับรูปแบบการจัดกิจกรรมให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กับข้อคำถามในใบกิจกรรม

ตารางที่ 1 รายละเอียดของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แผนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	ทบทวนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3
2	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับจำนวน	3
3	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ	3
4	โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเกี่ยวกับอัตราเร็ว	3

3.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ รวม 4 แผน มีทั้งหมด 12 สถานการณ์ สถานการณ์หนึ่งประกอบด้วยคำถามย่อย 7 คำถาม โดยรูปแบบของใบกิจกรรมเป็นแบบเขียนตอบ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมให้มีความน่าสนใจกับนักเรียน 2) ปรับข้อคำถามในใบกิจกรรมให้สัมพันธ์กับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ปรับข้อคำถามให้ตามจุดประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 แบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ มีรูปแบบเป็นแบบเขียนตอบ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีทั้งหมด 3 สถานการณ์ สถานการณ์หนึ่งประกอบด้วยคำถามย่อย 7 คำถาม รวมมีจำนวนคำถามย่อยทั้งหมด 21 ข้อ ให้นักเรียนในการทำแบบทดสอบ 2 ชั่วโมง ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ปรับสถานการณ์ให้มีความซับซ้อนและแตกต่างจากใบกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน 2) ปรับเวลาในการทดสอบนักเรียนให้มีความเหมาะสม

3.4 แบบสัมภาษณ์ ใช้สำหรับศึกษาข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนในการทำแบบทดสอบเพื่อวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี และด้านที่ 7 ร่วมกันใช้ปัญญาค้นคิด ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ 40 นาที

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงจุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

4.3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล



4.4 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ครบทั้งหมด 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

4.5 ผู้วิจัยตรวจสอบแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์แล้วเลือกนักเรียนที่เป็นตัวแทนของการตอบแบบทดสอบทุกรูปแบบ ซึ่งพบว่าเลือกนักเรียนที่มีคำตอบในระดับ 3 มา 4 คน ระดับ 2 มา 2 คน และระดับ 1 มา 2 คน เพื่อสัมภาษณ์แนวคิดในการตอบคำถามในแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์

4.6 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ จะถูกนำมาตรวจสอบคำตอบและวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อจัดกลุ่มจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ตามนิยามทั้ง 8 ด้าน และประยุกต์ตามเกณฑ์การวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยของ พงศธร มหาวิจิตร Mahavijit (2016) แล้วรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง ตัวอย่างเกณฑ์ด้านที่ 3 รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การมีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ในด้านที่ 3 รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์

ระดับ / ความหมาย	พฤติกรรมการณ์มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3 (เลือกใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง)	สามารถเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการที่สัมพันธ์กับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้อย่างถูกต้อง และได้ผลลัพธ์ออกมาถูกต้อง
2 (เลือกใช้เครื่องมือได้ถูกต้องบางส่วน)	สามารถเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการได้สัมพันธ์กับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้แต่ไม่สมบูรณ์ หรือเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง แต่ได้ผลลัพธ์ออกมาไม่ถูกต้อง
1 (ไม่สามารถเลือกใช้เครื่องมือได้)	ไม่สามารถเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการที่สัมพันธ์กับเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และไม่สามารถหาผลลัพธ์ออกมาได้

5.2 ข้อมูลที่ได้จากแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำการถอดเทปจากการสัมภาษณ์นักเรียนแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และตีความจัดจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามเกณฑ์เดียวกับใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ แล้วรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง

5.3 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Method Triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล Kijkuakul, 2015: 180) ใน 2 ประเด็น คือ ตรวจสอบความสอดคล้องของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ระหว่างใบกิจกรรมกับแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 8 ด้าน และตรวจสอบความสอดคล้องของจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ระหว่างแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์กับแบบสัมภาษณ์ในด้านที่ 1 และด้านที่ 7 เนื่องจากทั้ง 2 ด้านนี้ไม่สามารถวัดจากการเขียนตอบในแบบทดสอบวัดจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์ได้เพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงต้องการให้นักเรียนได้อธิบายเพื่อสังเกตมุมมอง และแนวคิดของนักเรียนที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมการณ์มีจิตนิสัยทางคณิตศาสตร์



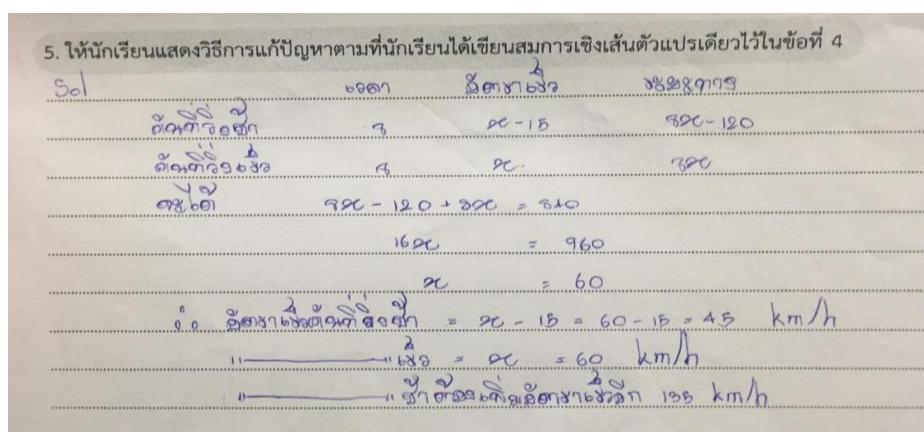
ผลการวิจัย

1 ผลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจิตินัยทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ด้านอยู่ในระดับ 3 และระดับ 2 ทั้ง 4 ใบกิจกรรม เมื่อพิจารณาในใบกิจกรรมที่ 4 ซึ่งเป็นใบกิจกรรมสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ ก็พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีจิตินัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ในด้านที่ 1, 3, 6 และ 8 และอยู่ในระดับ 2 ในด้านที่ 2, 4, 5 และ 7 รายละเอียดดังตารางที่ 3 โดยด้านที่ 1 คือ สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ด้านที่ 2 คือ คิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ ด้านที่ 3 คือ รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ด้านที่ 4 คือ ใช้มุมมองที่หลากหลาย ด้านที่ 5 คือ ผสมผสานระหว่างวิธีการนินัยกับการทดลอง ด้านที่ 6 คือ ส่งเสริมการใช้ภาษา ด้านที่ 7 คือ ร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด และด้านที่ 8 คือ ใช้วิธีการทางพิชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา

ตารางที่ 3 แสดงผลจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมรายบุคคล

การมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์	ใบกิจกรรมเรื่อง ทบทวนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว			ใบกิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน			ใบกิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ			ใบกิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราเร็ว		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
ด้านที่ 1	17	18	4	15	18	6	11	22	6	19	11	9
ด้านที่ 2	24	15	-	12	27	-	-	39	-	13	26	-
ด้านที่ 3	33	4	2	27	8	4	23	16	-	29	10	-
ด้านที่ 4	13	25	1	3	26	-	5	33	1	9	30	-
ด้านที่ 5	14	20	5	3	13	23	6	13	20	10	14	15
ด้านที่ 6	14	25	-	16	21	2	32	7	-	23	16	-
ด้านที่ 7	21	18	-	13	17	9	21	14	4	14	21	4
ด้านที่ 8	33	4	2	27	8	4	23	16	-	29	10	-

ตัวอย่างผลงานของนักเรียนที่แสดงจิตินัยทางคณิตศาสตร์ด้านที่ 3 รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ในระดับ 3 ดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการที่สัมพันธ์กับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ คือ นักเรียนมีการกำหนดตัวแปร แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เวลา อัตราเร็ว ระยะทาง จนนักเรียนได้สมการออกมาคือ $8x-120-3x$ เท่ากับ 840 จากนั้นนักเรียนได้แก้สมการตามลำดับขั้นตอนของการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจนนักเรียนได้คำตอบออกมาถูกต้อง

2 ผลจากแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีดังนี้

2.1 ผลจากแบบทดสอบจิตินัยทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจิตินัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ใน 5 ด้าน คือด้านที่ 3, 4, 6, 7 และ 8 คิดเป็นร้อยละ 82.05, 69.23, 87.18, 74.36, 82.05 ตามลำดับ และมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2 ใน 3 ด้าน คือด้านที่ 1, 2, และ 5 คิดเป็นร้อยละ 56.41, 53.85, 64.10 ตามลำดับ และไม่มีนักเรียนคนใดที่มีจิตินัยทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 1 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงระดับการมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์

การมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน/ร้อยละ)		
	3	2	1
1. สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี	17 (43.60)	22 (56.41)	- (0.00)
2. คิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่	18 (46.15)	21 (53.85)	- (0.00)
3. รู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์	32 (82.05)	7 (17.95)	- (0.00)
4. ใช้มุมมองที่หลากหลาย	27 (69.23)	12 (30.71)	- (0.00)
5. ผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง	14 (35.80)	25 (64.10)	- (0.00)
6. ส่งเสริมการใช้ภาษา	34 (87.18)	5 (12.82)	- (0.00)
7. ร่วมกันใช้ปัญญารุ่นคิด	29 (74.36)	10 (25.64)	- (0.00)
8. ใช้วิธีการทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา	32 (82.05)	7 (17.95)	- (0.00)

2.2 ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดในการตอบคำถามตามแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ใน 2 ด้าน ด้านที่ 1 คือ สามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี และด้านที่ 7 คือ ร่วมกันใช้ปัญญารุ่นคิด พบว่า สำหรับนักเรียนจำนวน 4 คนที่อยู่ในระดับ 3 และนักเรียน 2 คนที่อยู่ในระดับ 2 จากการทำแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ เมื่อสัมภาษณ์นักเรียนยังคงอยู่ในระดับเดิมแต่นักเรียน 2 คนที่อยู่ในระดับ 1 จากการทำแบบทดสอบเมื่อสัมภาษณ์นักเรียน พบว่านักเรียนอยู่ในระดับ 2

ผลจากใบกิจกรรมทั้ง 4 เรื่องพบว่าการมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ทั้ง 3 ระดับ แต่เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์แล้วปรากฏว่านักเรียนมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์อยู่แค่ 2 ระดับ คือ ระดับ 3 และระดับ 2 แสดงให้เห็นแนวโน้มที่ดีขึ้นโดยไม่พบนักเรียนที่อยู่ในระดับ 1 เลย ซึ่งแนวโน้มจากใบกิจกรรมมายังแบบทดสอบพบว่าการพัฒนาขึ้นจากระดับ 2 เป็นระดับ 3 ทั้ง 7 ด้านคือ ด้านที่ 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ส่วนในด้านที่ 1 ผลจากใบกิจกรรมมีทั้งระดับ 3 และระดับ 2 โดย 3 ใน 4 ของใบกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 มีเพียงใบกิจกรรมเรื่องที่ 4 เท่านั้นที่นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 ซึ่งสอดคล้องกับผลจากแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ที่พบว่าในด้านที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2



สรุปผลการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นด้วยวิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในทุก ๆ ด้าน ผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจิตินัยทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ด้านอยู่ในระดับ 3 และระดับ 2 ถ้าเรียงลำดับของการพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์จากมากไปน้อยจากการทำแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์จะได้ผลดังนี้ ด้านส่งเสริมการใช้ภาษา ด้านรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ ด้านใช้วิธีการทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา ด้านร่วมกันใช้ปัญญาครุ่นคิด ด้านใช้มุมมองที่หลากหลาย ด้านผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง ด้านสามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ด้านคิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การที่นักเรียนมีจิตินัยทางคณิตศาสตร์พัฒนาขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนที่เน้นให้สถานการณ์ปัญหาที่เป็นสิ่งรอบตัวของนักเรียน เน้นสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาปลายเปิดเพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางด้านความคิด และเน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละคน นอกจากนี้ยังได้ให้นักเรียนแต่ละคนออกมานำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหามาเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนวิธีการคิดที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับ จตุพร นาสินสร้อย นฤมล ช่างศรี และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (Nasinsroy, Changsri and Inprasitha, 2015) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง การคูณ ในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด กล่าวว่าเมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดโดยมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีการแสดงถึงกระบวนการแก้ปัญหา และแนวคิดที่หลากหลาย และเมื่อพิจารณารายด้านของจิตินัยทางคณิตศาสตร์พบว่า

ด้านส่งเสริมการใช้ภาษา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการด้านส่งเสริมการใช้ภาษาอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ที่เน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของสถานการณ์ปัญหด้วยตัวของนักเรียนเอง และในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนที่เน้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งจากใบกิจกรรมที่เน้นการให้นักเรียนได้ฝึกกำหนดสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตีความให้ออกมาในรูปของการกำหนดตัวแปร และสมการ แล้วเขียนออกมาในรูปของประโยคสัญลักษณ์ โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่า กำหนดด้านกว้าง เป็น x กำหนดด้านยาว เป็น $x+4$ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนแสดงรูปพื้นที่สี่เหลี่ยมที่โจทย์กำหนดได้ และเขียนแสดงรูปที่โจทย์แปลงรูปที่เหลี่ยมได้ว่าต้องการเพิ่มด้านยาวออกอีก 4 เมตร ซึ่งตลอดเวลาในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนจะได้เจอกับสถานการณ์ปัญหาในรูปของโจทย์ปัญหา นักเรียนจึงมีโอกาสนในการวิเคราะห์ และตีความสถานการณ์ปัญหายอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับจันจิรา ผึ้งพงษ์ (Pungphong, 2017: 165) ที่ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวโน้มโสมนสิการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การจัดการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนคิดเป็น คิดอย่างรอบคอบและมีเหตุผล จะทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิด การวิเคราะห์ปัญหา ตัดสินใจและการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม



.....

ด้านรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่มีผลพัฒนาการเป็นลำดับถัดมา นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ที่เน้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง ซึ่งจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาจากแหล่งต่าง ๆ เรียนรู้ถึงกระบวนการแก้ปัญหา และลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และเนื่องจากนักเรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน จึงส่งผลให้วิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียนนั้นออกมาถูกต้อง และสามารถได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับปพนวิจน์ ลภสภิญโญโชค และมาเรียม นิลพันธุ์ (Laphatpinyochok and Nillapun, 2016: 215) ที่ทำการวิจัยการพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยกล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในระหว่างการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ควรให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้อย่างเพียงพอเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ตนเองมีมาแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ด้านใช้วิธีการทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหา ที่มีผลใกล้เคียงกับด้านรู้จักใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์คือนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านใช้วิธีการทางพีชคณิตมาใช้ในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ที่เน้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง และจากใบกิจกรรมเรื่อง ทบทวนการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ทบทวนการใช้ความรู้ในเรื่องของสมการเพื่อนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหานักเรียนได้พบเจอ และในใบกิจกรรมเรื่องถัดมาก็ได้ให้นักเรียนได้ฝึกการใช้สมการมาแก้สถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหาไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับจำนวนอัตราส่วนและร้อยละ อัตราเร็ว เช่น ใบกิจกรรมเรื่องอัตราเร็ว สามารถเขียนความสัมพันธ์ของ เวลา ความเร็ว และระยะทางออกมาได้ถูกต้อง คือ ระยะทาง เท่ากับเวลาคูณอัตราเร็ว ทำให้นักเรียนสามารถแทนค่าตัวแปรในสมการจนออกมาได้คำตอบที่ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้จากโจทย์ปัญหานี้แล้วนำมาสร้างสมการเพื่อใช้แก้ปัญหา และได้คำตอบออกมาถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับประภัสสร เพชรสุ่ม อภินันท์พร สถิตภาคีกุล และกตัญญูตา บางโท (Phetsoom, Sathitpakeekul and Bangtho, 2017) ที่พบว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด นักเรียนสามารถคิดและหาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ที่ตนเองมีมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ด้านร่วมกันใช้ปัญญาคຸນคิด นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในด้านร่วมกันใช้ปัญญาคຸນคิดอยู่ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน และขั้นที่ 4 การสรุปบทเรียนโดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ซึ่งจากใบกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนและเน้นให้นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่ตนเองจะแก้ปัญหาว่จะเริ่มต้นในการแก้ปัญหาย่างไร เมื่อเจอกับสถานการณ์ที่เป็นโจทย์ปัญหา และจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหามาเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนสรุปถึงสิ่งที่ตนเองได้ทำมา ซึ่งสอดคล้องกับผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียนส่วนหนึ่ง แล้วพบว่านักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหของตนเองได้และสามารถขยายความจากสิ่งที่ตนเองเขียนลงในใบกิจกรรมได้ คือ นักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหาก่อน และวิเคราะห์ว่าจะต้องกำหนดสิ่งใดเป็นตัวแปร เขียนสมการออกมา เพื่อจะแก้สถานการณ์ปัญหานั้น และตรวจคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับวิไลโพธิ์ชื่น และศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย (Phochen and Vanichwatanavorachai, 2014: 149) ที่พบว่าเมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้



.....
ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องมาจากปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เน้นให้นักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหา และใช้ความรู้ที่นักเรียนมีผนวกกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อนำมาแก้ปัญหา

ด้านใช้มุมมองที่หลากหลาย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการด้านใช้มุมมองที่หลากหลาย ในระดับ 3 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ที่เน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจความหมายของสถานการณ์ปัญหด้วยตัวของนักเรียนเอง และขั้นที่ 3 การอภิปรายร่วมกัน ที่เน้นให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการคิดที่แตกต่างกัน และจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้กับนักเรียนนั้นเป็นเรื่องที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับจำนวน อัตราส่วนและร้อยละ และอัตราเร็ว โดยในใบกิจกรรมจะเน้นให้นักเรียนจะได้อ่านโจทย์ และฝึกตีความจากสถานการณ์ปัญหานั้นนักเรียนจะสามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องใดบ้างมาใช้แก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุได้อย่างชัดเจน และถูกต้องว่าจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้สถานการณ์ปัญหานั้นได้บ้าง เช่น สถานการณ์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ นักเรียนสามารถวิเคราะห์จากโจทย์ได้ว่าต้องใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน อัตราส่วน การหา ค.ร.น และการแก้สมการมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับธีรเชษฐ์ เรื่องสุขอนันต์ (Rueangsukanan, 2011) ที่พบว่าเมื่อนักเรียนมีการระดมสมอง และฝึกการคิดมากขึ้น นักเรียนจะสามารถคิดแล้วเลือกหาคำตอบที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้

ด้านผสมผสานระหว่างวิธีการนิรนัยกับการทดลอง พบว่านักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับ 2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ที่เน้นให้นักเรียนคิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาออกมาได้แล้ว แต่นักเรียนไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ชัดเจน และไม่มีลำดับขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบ นอกจากนั้นแล้วนักเรียนยังไม่ได้ให้เหตุผลว่าทำไมคำตอบที่นักเรียนแก้ปัญหาออกมาได้นั้นจึงถูกต้อง สืบเนื่องมานักเรียนไม่คุ้นชินกับการตรวจสอบคำตอบ และจากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถทำแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์ในส่วนของการตรวจสอบคำตอบออกมาดีเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับวิภู มุลวงศ์ และชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน (Moolwong and Sithsungnoen, 2016) ที่พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะอยู่ในระดับดี ได้จะต้องเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนต้องแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ทักษะพื้นฐานทางการคิดแก้ปัญหา

ด้านสามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ที่มีผลการพัฒนาเป็นลำดับถัดมา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการด้านสามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี ในระดับ 2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด คือ นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจความหมายของสถานการณ์ปัญหด้วยตัวของนักเรียนเอง และในการทำใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละครั้งนักเรียนสามารถกำหนดตัวแปร และเขียนสมการออกมาได้ แต่นักเรียนไม่เขียนภาพประกอบความคิดของตนเองเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ตีความสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายขึ้น อีกทั้งในบางสถานการณ์ที่ครูให้กับนักเรียนอาจไม่ได้เน้นให้นักเรียนเขียนแสดงภาพความคิดของนักเรียนเท่าที่ควร ซึ่งสอดคล้องกับประภัสสร เพชรสุ่ม อภินันท์พร สติภาคิกุล และกตัญญูตา บางโท (Phetsoom, Sathitpakeekul and Bangtho, 2017) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผลการวิจัยพบว่าหากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา และไม่ลองพยายามหาวิธีการแก้ปัญหานักเรียนจะไม่สามารถวิเคราะห์ และตีความสถานการณ์ปัญหานั้นออกมาในรูปของการวาดภาพ หรือเขียนความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้นออกมาได้



.....
ด้านคิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งเป็นด้านที่มีการพัฒนาการน้อยที่สุด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการด้านนี้อยู่ในระดับ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนบางคนยังไม่สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเองได้ โดยนักเรียนมีการสอบถามเพื่อนจึงทำให้การแก้ปัญหาของนักเรียนไม่ค่อยหลากหลาย และชั้นที่ 3 การอภิปรายร่วมกัน นักเรียนยังไม่สามารถนำเสนอวิธีการคิดที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน หรือในบางครั้งนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาออกมาได้ และอาจเนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูให้แก่ นักเรียนอาจไม่มีความท้าทาย และสถานการณ์ปัญหาอาจเป็นสิ่งที่นักเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอยู่แล้ว นอกจากนี้บางสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้กิจกรรมนั้นนักเรียนจะมีการพูดคุยกันตลอดเวลาซึ่งส่งผลให้แนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียนจึงไม่ค่อยมีความหลากหลาย ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับพงศธร มหาวิจิตร และสุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (Mahavijit and Palawatchai, 2018) โดยกล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ภายในชุดกิจกรรมควรมีความยืดหยุ่นและท้าทายความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่รู้สึกลดดัน ลักษณะสถานการณ์ปัญหาควรเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบโดยที่นักเรียนยังไม่รู้วิธีการหาคำตอบหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นทันที จึงจะทำให้นักเรียนสามารถแสวงหาวิธีการในการหาคำตอบได้หลายแนวทาง

การที่ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับจิตินัยทางคณิตศาสตร์ 2 ด้าน คือ ด้านที่ 1 และด้านที่ 7 พบว่านักเรียนที่อยู่ในระดับ 1 จากแบบทดสอบวัดจิตินัยทางคณิตศาสตร์เมื่อทำการสัมภาษณ์พบว่านักเรียนอยู่ในระดับ 2 เนื่องจากในขณะที่ทำแบบทดสอบนักเรียนเลือกทำข้อคำถามที่นักเรียนสามารถตอบได้ก่อน และมีเวลาจำกัดในการทำแบบทดสอบนักเรียนจึงไม่สามารถกลับมาทำข้อคำถามที่ยังไม่ได้ตอบ จึงทำให้นักเรียนเขียนคำตอบได้แค่ในระดับ 1 แต่เมื่อทำการสัมภาษณ์และมีเวลาให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าจะต้องดำเนินการแก้ปัญหาของตนเองอย่างไร แต่นักเรียนยังไม่สามารถยกตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตได้ และไม่สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาของตนเองได้จึงทำให้ผลจากการสัมภาษณ์อยู่ในระดับ 2

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิด และข้อเสนอแนะจากการทำวิจัยโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ครูควรเข้าไปกระตุ้น สอบถาม และตรวจสอบการทำงานของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพื่อดูถึงวิธีการคิดที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

ควรศึกษาแนวทางในการพัฒนาจิตินัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนบางด้านที่ยังไม่พัฒนามากนัก ได้แก่ ด้านสามารถเข้าใจกรณีทั่วไปได้โดยใช้กรณีตัวอย่างหลายกรณี และด้านคิดพิจารณาจากจุดเล็ก ๆ เพื่อนำไปสู่หลักการที่ยิ่งใหญ่



Reference

- Cuoco, A., Goldenberg, E.P. and Mark, J. (1996). "Habits of Mind: An Organizing Principle for a Mathematics Curriculum". **Journal of Mathematical Behavior** 15(4): 375-402.
- Inprasitha, M. (2004). "Open Approach as a Teaching Approach in Japanese Mathematics Classroom". **KKU journal of Mathematics Education** 1(1): 1-17. (in Thai)
- Johnson, R. (2012). **Developing Habits of Mind Numeracy in a Low-literacy Classroom: a Focus on Attitudes**. [Online]. Retrieved may 22, 2016, from <http://hdl.handle.net/11299/162763>.
- Kijkuakul, S. (2015). **Science Learning Management 21st Century for Teacher**. Phitsanulok. (in Thai)
- Klainin, S. (2016). **Mathematics Education at School Level in Thailand the Development – the Impact - The Dilemmas**. Bangkok. (in Thai)
- Lim, K. H. and Selden, A. (2009). **Mathematical habits of Mind**. Proceedings of the Thirty-First Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Atlanta: Georgia State University.
- Laowreandee, W. (2011). **Thinking Skills Instructional Models and Strategies**. **Nakhon Pathom**: Silpakorn University Printinghouse. (in Thai)
- Laphatpinyochok, P. and Nillapun, M. (2016). "Development of an Instructional Model to Enhance Concepts and Mathematical Processes for Elementary Students". **Silpakorn Educational Research Journal** 8(2): 205-218. (in Thai)
- Mahavijit, P. (2016). "Mathematical habit of Mind". **IPST Magazine** 44(201): 20-23.
- Mahavijit, P. and Palawatchai, S. (2018) "Development of Mathematical Activity Package to Enrich Problem Solving Ability with Mathematical Habits of Mind for Grade 6 Students of Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and Development". **Panyapiwat Journal** 10(1): 209-221. (in Thai)
- Moolwong, W. and Sithsungnoen, C. (2016). "The development of Mathematics Problem Solving Ability of Eighth Grade Students Taught by Case – based Learning". **Veridian E-Journal, Silpakorn University** 9(2): 1691-1704. (in Thai)
- Nasinsroy, J., Changsri, N. and Inprasitha, M. (2015). "Students' Mathematical Thinking about Multiplication in Classroom using Lesson Study and Open Approach". **KKU Journal of Education** 38(3): 133-142. (in Thai)
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). **Professional Standards for Teaching Mathematics**. Reston, VA: NCTM.
- Phetsoom, P., Sathitpakeekul, A. and Bangtho, K. (2017). "The Effects of Open Approach Based Learning Activities on Mathematical Problem Solving Ability of Mathayomsuksa 2 Students". **Ratchaphruek Journal** 15(1): 80-87. (in Thai)



-
- Phochen, W. and Vanichwatanavorachai, S. (2014). “The Development of Mathematics Problem Solving Ability of Ninth Grade Students Taught by Problem Based Learning Approach”. **Silpakorn Educational Research Journal** 6(1): 141-153. (in Thai)
- Pipithkul, Y. (2002). **Learning Management Mathematical in Educational Reform**. Bangkok: Borpitt Printing. (in Thai)
- Pungphong, J. (2017) “The Development of Critical Viewing Ability by Yonisomanasikarn Approach for the Sixth Grad Students”. **Silpakorn Educational Research Journal** 9(1): 159-171. (in Thai)
- Rueangsukanan, T. (2011). **The Study of the Mathayomsuksa I Students’ Behaviors on Fluency and Flexibility Thinking on Geometry via Mathematical Problem Solving and Brainstorming Activities**. Bangkok : Srinakharinwirot University. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2015). **Research Proposal TIMSS 2015**. Bangkok. (in Thai)