



การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
อภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ณัฐวรรณ ดารนนท์

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
อภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และ
ร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน
สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1"

ของ ณัฐวรรณ ดาวนันท์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ดร.อาทร นกแก้ว)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	ณัฐวรรณ ดาวนันท์
ประธานที่ปรึกษา	ดร.อาทร นกแก้ว
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล, ความสามารถ ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์, ระดับการสะท้อนคิด, อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ 3) เพื่อศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ผู้เข้าร่วมการศึกษาค้นคว้าอิสระคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน โดยใช้เวลาทั้งหมด 11 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แบบบันทึกการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น โดยผลการศึกษาค้นคว้าอิสระพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ มีการใช้คำถามกระตุ้นที่เป็นปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสร้างให้

เกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา และสรุปบททวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การเชื่อมโยงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ และเพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเอง โดยการเขียนสรุปในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบอยู่ในระดับดีขึ้น และพัฒนาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณคิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา คือ ระดับสะท้อนคิด โดยคิดเป็นร้อยละ 36.67 และระดับเข้าใจคิดเป็นร้อยละ 23.33



Title LEARNING MANAGEMENT BY USING AKITA ACTION TO
ENHANCE MATHEMATICAL DISCUSSIONS AND DEVELOP
REFLECTION LEVEL ON RATIO PROPORTION AND PERCENT
OF SEVENTH GRADE STUDENTS

Author Natthawan Dawnan

Advisor Artorn Nokkaew, Ph.D.

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Mathematics Education,
Naresuan University, 2022

Keywords Akita action Mathematical discussions Reflection level
Ratio proportion and percent

ABSTRACT

This research aimed to study 1) the appropriate learning management by using akita action to enhance mathematical discussions and develop reflection level 2) the effect of learning management by using akita action on grade 7 students' mathematical discussions 3) the effect of learning management by using akita action on grade 7 students' reflection level. The participants were 30 students in grade 7 who studied in the second semester of the 2022 from big school in Nan province, Thailand. The experimental time to conduct this study is 12 hours. The instruments used in this research include 4 lesson plans, learning activity sheets, reflective learning management form, mathematics discussion observation form and mathematics discussion test. Using content analysis and the results of the study showed that learning management by using Akita action to enhance mathematical discussions and develop reflection level should focused on selecting problems with various solution, using open-end question to motivate students for discuss and build students to have knowledge for used to find solution. Summary of content and learning method for connect goal of learning and student can reflection their idea by writing in learning record form. It develop mathematical discussion in good level up and develop reflection level of most students. And 40 percent of students had critical thinking level, 36.67 percent of students had reflect thinking level and 23.33

percent of students had understanding level.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.อาทร นกแก้ว ประธานที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลา เพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง ทั้งยัง ช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ จนการค้นคว้าอิสระประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอ กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเรศวร ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ ศึกษา นายภัทรนันท์ ศรีประเสริฐ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาการ จังหวัดน่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา นางนฤมล นิ้มพญา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาการจังหวัดน่าน ที่กรุณาให้ คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้า อิสระครั้งนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาการจังหวัดน่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลการ ค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุกๆ ด้านเสมอมา ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชา การศึกษาทุกท่านและขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือและเป็น กำลังใจที่ดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุกๆ ท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการ เรียนรู้ได้ต่อไป

ณัฐวรรณ ดาวันันท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
ประกาศคุุณูปการ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	6
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)	
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา	11
การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล (Akita Action)	13
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	21
การสะท้อนคิด	31

การเขียนบันทึกการเรียนรู้.....	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	48
รูปแบบการวิจัย	48
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	50
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
การวิเคราะห์ข้อมูล	61
บทที่ 4 ผลการวิจัย	64
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	64
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	105
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	120
บทที่ 5 บทสรุป	125
สรุปผลการวิจัย.....	125
อภิปรายผลการวิจัย	129
ข้อเสนอแนะ	134

บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก.....	143
ประวัติผู้วิจัย	188



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน.....	29
ตาราง 2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย	50
ตาราง 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	51
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน	55
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน	59
ตาราง 6 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	71
ตาราง 7 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2	80
ตาราง 8 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3	88
ตาราง 9 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4	96
ตาราง 10 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะ โมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 4	97
ตาราง 11 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะ โมเดลแต่ละวงจรปฏิบัติการ	100

ตาราง 12 แสดงประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลไปใช้ในการจัดการเรียนรู้	102
ตาราง 13 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน	106
ตาราง 14 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	119
ตาราง 15 ผลการประเมินการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้ ...	122



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพ 1 การเขียนกระดานของโรงเรียนประถมศึกษาคณิตศาสตร์	20
ภาพ 2 การเขียนจดบันทึกของโรงเรียนประถมศึกษาคณิตศาสตร์	20
ภาพ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	60
ภาพ 4 สื่อช่วยคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	66
ภาพ 5 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	68
ภาพ 6 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	68
ภาพ 7 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	70
ภาพ 8 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	70
ภาพ 9 สื่อช่วยคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน	74
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน	79
ภาพ 11 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน	79
ภาพ 12 ตัวอย่างการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน	80
ภาพ 13 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ	86

ภาพ 14 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ	86
ภาพ 15 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ	87
ภาพ 16 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ	87
ภาพ 17 ตัวอย่างแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ 93	
ภาพ 18 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์	95
ภาพ 19 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์	95
ภาพ 20 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1	107
ภาพ 21 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1	107
ภาพ 22 แสดงความถี่ในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 1	108
ภาพ 23 แสดงตัวอย่างการอธิบายของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	109
ภาพ 24 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2	110
ภาพ 25 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2	110

ภาพ 26 แสดงความถึในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 2.....	111
ภาพ 27 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3	113
ภาพ 28 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3	113
ภาพ 29 แสดงความถึในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 3.....	114
ภาพ 30 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 4	116
ภาพ 31 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 4	116
ภาพ 32 แสดงความถึในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 4.....	117
ภาพ 33 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของนักเรียน 3 คน.....	120
ภาพ 34 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วนของนักเรียน 3 คน.....	120
ภาพ 35 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละของนักเรียน 3 คน.....	120
ภาพ 36 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ร้อยละของนักเรียน 3 คน.....	121
ภาพ 37 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับเข้าใจ.....	122
ภาพ 38 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับสะท้อนคิด	122

ภาพ 39 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับสะท้อนคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ 122



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก ควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ เพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดี สังคมไทยเป็นสังคมคุณธรรม จริยธรรม และประเทศสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว รองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งปัจจุบันและอนาคต โดยการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษา คือการพัฒนาทักษะของประชากรในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของศตวรรษที่ 21 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยครูในยุคนี้จะได้ไม่ได้ทำหน้าที่เป็นเพียงผู้สอนที่ทำการถ่ายทอดความรู้อยู่ที่กระดานหน้าชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนอยากรู้ สังเกต ค้นคว้าหาคำตอบด้วยวิธีการที่หลากหลายด้วยตนเอง ครูต้องทำตัวเป็นเหมือนนั่งร้าน (Scaffolding) ให้นักเรียนค่อยๆ สร้างองค์ความรู้ในระดับที่สูงและซับซ้อนขึ้น ซึ่งการที่นักเรียนจะได้ระดับที่สูงขึ้นไปได้นั้น นั่งร้านที่แข็งแรงและมั่นคงมีความสำคัญต่อการต่อยอดองค์ความรู้ของนักเรียนเป็นอย่างยิ่ง (สุพรรณิการ์ ชนะนิล, 2560)

ปัจจุบันในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ครูจะนำเสนอปัญหาตัวอย่างเล็กน้อยตามด้วยการยกตัวอย่างวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการยกตัวอย่างจะมีการโต้ตอบสั้นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน (Stigler & Hiebert, 1999) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bishara (2015) ที่กล่าวว่า ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ใช้แนวทางการสอนแบบเดิม กล่าวคือ เน้นการบรรยาย สาคิต อธิบาย และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด โดยมีลำดับการสอนคือการทบทวนบทเรียนก่อนหน้าการศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ในใบความรู้หรือการบรรยายเนื้อหาใหม่ จะเห็นได้ว่านักเรียนไม่ได้มีโอกาสในการแสดงออกทางความคิดอย่างอิสระ หากครูปรับเปลี่ยนวิธีการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในลักษณะที่ครูและนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน มีการโต้แย้งเกี่ยวกับปัญหา นักเรียนมีการร่วมมือช่วยกันแก้ปัญหา ย่อมส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาที่กล่าวว่า เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดจากสถานการณ์โดยหาวิธีแก้ไขปัญหาลแล้ว สามารถสรุปเป็นองค์ความรู้จะส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ครูจึงต้องเปลี่ยนวิธีการสอนโดยไม่ได้เน้นเพียงผลลัพธ์ แต่เน้นกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาและทำการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีงานทางคณิตศาสตร์เป็นสื่อกลางของการอภิปรายในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (1991, 2000)

จากการประเมินการรู้คณิตศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ที่เน้นประเมินความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ที่เรียนมาไว้ในสถานการณ์ของชีวิตจริงพบว่าคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2018 คือ 419 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ โดยเมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 เพิ่มขึ้น 4 คะแนน ซึ่งถือว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ใน PISA 2012 ลดลง 11 คะแนน และใน PISA 2003 ลดลง 2 คะแนน แต่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญและคะแนนใกล้เคียงกับการประเมินใน PISA 2006 และ PISA 2009 โดยผลการประเมินจำแนกตามแนวสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะกลุ่มการสะท้อนและการสื่อสารซึ่งเป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาได้คะแนนน้อยที่สุด (แพง ชินพงศ์, 2557 อ่างใน ปรางทิพย์ เป้นวงษ์, 2564) และอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเป็นเนื้อหาที่สอดคล้องกับ PISA ซึ่งเป็นเนื้อหาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร จังหวัดน่าน พบว่า เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นเรื่องที่ผู้เรียนมีปัญหามากที่สุด สังเกตได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ นักเรียนส่วนใหญ่ทำผิด และไม่สามารถหาคำตอบได้ ซึ่งมี

สาเหตุมาจากขาดทักษะการอ่านแปลความหมาย ขาดทักษะในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและขาดทักษะในหลักการแก้สมการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศุภการณ สว่างเมืองวรกุล (2552) พบว่า ใน การเรียนคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ นักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านการตีความโจทย์ มีการ ใช้ข้อมูลที่ผิด มีการบิดเบือนบทนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร และสมบัติ รวมถึงมีความผิดพลาดใน เทคนิคการทำหรือการคิดคำนวณและการลงข้อสรุป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิมล เสวกสุริยงค์ (2553) ที่พบว่า ใน การเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจ บกพร่องใน การตีความหมาย ไม่เข้าใจหลักการคิดคำนวณ ขาดทักษะและขั้นตอนการหาจุดสำคัญจากปัญหาที่ ได้รับ และขาดทักษะในการใช้หลักการในการแก้สมการ

จากเหตุผลข้างต้นผู้วิจัยมีความเชื่อว่า หากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการคิดเอง หาวิธีการ แก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้มีโอกาสในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน และผู้เรียนได้มีการจด บันทึกละเอียดที่ได้จากการเรียนรู้ลงในสมุดบันทึกหรือกระดานเพื่อทบทวนสิ่งที่เรียนรู้มา จะช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Hiebert (1996 อ้างใน นภัสสร งามขำ, 2564) ที่กล่าว ว่า การอภิปรายถือเป็นการโต้ตอบระหว่างกันสามารถเกิดขึ้นในกลุ่มเล็กหรือทั้งชั้นเรียน เมื่อเรามอง ห้องเรียนเป็นชุมชนของนักเรียน การโต้ตอบระหว่างกันของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นสำหรับการ สร้างความเข้าใจ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของราตรี บุญโท (2560) ที่กล่าวว่า การสะท้อนคิด โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วยเสริมสร้าง ความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งจากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ รูปแบบต่างๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ได้แสดงแนวคิดของตัวเองด้วยการสื่อสารออกมาเป็นคำพูด มีโอกาสพูดคุยกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ระหว่างเพื่อนด้วยกัน โดย Sfard (2001 อ้างใน ชัชวาล นามปริดา, 2551) เรียกการแสดงออกข้างต้นนี้ว่า นักเรียนมีวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (Mathematical discourse) นั่นคือ การพูดของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกิด จากการสร้างกรอบความคิด การปรับปรุง และแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา ช่วยให้นักเรียนเข้าใจกิจกรรม การปฏิบัติตามวัฒนธรรม และแสดงวาทกรรมที่มีบทบาทเด่นชัด โดย CBE (2018) ได้กล่าวว่าการพูด ลักษณะนี้เป็นกระบวนการของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Discussion) ซึ่ง เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุยเกี่ยวกับการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียน แลกเปลี่ยนผ่านการสนทนาที่หลากหลายความคิดทั้งเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย คัดค้าน และปรับเปลี่ยน ความคิดของตนเองเมื่อเกิดความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ นภัสสร งามขำ (2564) ที่กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ครูเปิดโอกาสให้ นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันในเรื่องของวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายใน การแก้ปัญหามาตามความคิดของแต่ละคนได้พูดคุยแสดงความคิดเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยของแนวคิดที่

นำเสนอ การตั้งคำถาม การตรวจสอบวิธีคิดของผู้อื่น การโต้แย้งโดยใช้เหตุผล ใช้ภาษาในการอธิบาย แนวคิดจากความเข้าใจของตนเอง วิเคราะห์ และวิจารณ์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีแนวคิดที่เหมือนและแตกต่างจากตนเอง

ในการจัดการเรียนรู้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ควรมีการประเมินตามสภาพจริง ซึ่ง สุวิมล ว่องวานิช (2546) ได้กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริง เป็นกระบวนการตัดสินในสภาพที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงความรู้ ความสามารถและทักษะต่างๆ ของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด อยู่ในระดับใด และ Johns (2000) กล่าวถึง การสะท้อนคิด (Reflection) ว่าเป็นกระบวนการคิดไตร่ตรองทบทวนและพิจารณาสิ่งต่างๆ อย่างรอบคอบ ทำให้บุคคลได้สะท้อนถึงการกระทำของตน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจจากประสบการณ์ ส่งเสริมให้เกิดความมั่นใจ ความกล้าที่จะประเมินตนเองในลักษณะการสะท้อนคิดและได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง เครื่องมือหนึ่งที่ใช้ประเมินตามสภาพจริงและแสดงถึงการสะท้อนคิด คือ การเขียนบันทึกการเรียนรู้ (Journal Writing) ซึ่ง Mett (1987) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเขียนโดยที่นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนผลการเรียนรู้ได้อย่างอิสระ และตรวจสอบความคิดของตนเอง เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสเขียนแสดงความรู้ ความคิด การประเมินผลการเรียน และทบทวนความรู้ความเข้าใจของตนเองในการเรียน เป็นการสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริง และพัฒนาความสามารถในการคิด Hoskison and Tompkin (1987) ได้เน้นว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ โดยให้นักเรียนสามารถเขียนบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังสงสัย ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน ตลอดจนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองในสิ่งที่เรียน โดยครูผู้สอนสามารถให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ทั้งก่อนการเรียนรู้ ระหว่างการเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้

จากปรากฏการณ์ PISA SHOCK ที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 2003 คือ ระดับคะแนนสอบ PISA ของประเทศญี่ปุ่นลดลง โดยเฉพาะวิชาความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์ที่ลดไปอยู่ลำดับที่ 6 และวิชาความสามารถในการอ่านลดไปอยู่ลำดับที่ 14 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 41 ประเทศ (กฤติเดช สุขसार, 2562) ทำให้ประเทศญี่ปุ่นหาแนวทางในการเรียนรู้ที่ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21 โดยเมือง AKITA มีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยประยุกต์การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry based Learning) ร่วมกับแนวคิดในการพัฒนาการเรียนรู้เชิงรุกที่เรียกว่า การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล (Akita Action) และจากผลสำรวจตามแนวทางการประเมินของ PISA กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศญี่ปุ่น ที่เริ่มทำใน ค.ศ. 2007 จนถึง ค.ศ. 2016 พบว่า จังหวัดอะคิตะมีผลการเรียนอยู่ในระดับสูงสุดของประเทศ โดยเฉพาะความสามารถในการประยุกต์ใช้ของนักเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561) โดยชวลิต ชูกำพวง (2018) ได้กล่าวว่า การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล (Akita Action) มีหลักการสำคัญได้แก่ 1) การเรียนรู้

อย่างลึกซึ้งที่มุ่งให้เด็กค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง 2) การเรียนรู้เชิงสนทนา และ 3) การเรียนรู้เชิงคาดการณ์และทบทวนด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการสอนที่สำคัญ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นรู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ 2) ขั้นมีความคิดของตัวเอง 3) ขั้นอภิปรายกันเป็นคู่หรือเป็นกลุ่ม และ 4) ขั้นทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือกระตุ้นการเรียนรู้ที่สำคัญคือการใช้กระดานดำและการใช้สมุดบันทึกอย่างมีส่วนร่วม ซึ่งครูของจังหวัดอะคิตะ ประเทศญี่ปุ่น เชื่อว่าการเขียนกระดานจะทำให้มองเห็นกระบวนการคิด การเขียนลงบนกระดานถือเป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการคิดของนักเรียนในหนึ่งชั่วโมง โดยมีหลักการสำคัญในการเขียนกระดานที่ดี คือ นักเรียนสามารถมองเห็นลำดับขั้นตอนของชั่วโมงเรียนในหนึ่งชั่วโมง ความคิดของนักเรียนถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และการเขียนกระดานต้องเป็นตัวอย่างที่ดีของการจดบันทึกให้กับนักเรียน โดยจากผลการวิจัยของสุภาพร พิมพ์บุษผา (2561) โดยพบว่า ประสิทธิภาพการวัดจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยประยุกต์ใช้การสอนเชิงรุกของจังหวัดอะคิตะ (Akita Action) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยประยุกต์ใช้วิธีการสอนเชิงรุกของจังหวัดอะคิตะ (Akita Action) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของนิภา พิศลิม (2562) ที่พบว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลเกมคณิตศาสตร์ตามแนวคิด Akita Action มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่นำแนวปฏิบัติการสอนดังกล่าวมาจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Kemmis (1996 อ้างใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ซึ่งในการทำวิจัยปฏิบัติการมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ จนได้ผลการปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด โดยผู้เรียนสามารถเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น นำไปสู่การสรุปความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เพื่อที่นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ควรเป็นอย่างไร
2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นอย่างไร
3. ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นอย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
3. เพื่อศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางให้ครูคณิตศาสตร์นำวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์
2. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างกระบวนการเรียนรู้ผ่านการอภิปรายคณิตศาสตร์ ได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้อภิปรายกลุ่มจากการเรียนรู้แบบให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน ซึ่งจะช่วยให้ความคิดของแต่ละคนกว้างและลึกขึ้น จนนำไปสู่การเรียนรู้ขั้นต่อไปแบบ Active Learning
3. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้สะท้อนการคิดของตนเองในรูปแบบการเขียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 30 คน

2. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 12 ชั่วโมง โดยมีเนื้อหาดังนี้

- 2.1) อัตราส่วน
- 2.2) สัดส่วน
- 2.3) ร้อยละ
- 2.4) บทประยุกต์

3. สิ่งที่ศึกษา

ตัวแปรต้น	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล
ตัวแปรตาม	ความสามารถในการการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และระดับการสะท้อนคิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล (AKITA ACTION)

หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเองจากหัวข้อหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยมีการขยายความคิดของตนเองให้กว้างและลึกขึ้นผ่านการอภิปรายเป็นกลุ่ม และทบทวนเนื้อหาวิธีการเรียนรู้ของตนเองโดยจดบันทึกลงในแบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้มีการใช้กระดานเป็นสื่อที่สำคัญที่แสดงลำดับการคิดของนักเรียน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งเขียนสถานการณ์ปัญหาไว้บนกระดานเพื่อให้นักเรียนได้เห็นอย่างชัดเจน โดยนักเรียนค้นพบหัวข้อในการเรียนรู้และตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง โดยไม่เพียงแต่แสดงความคิดของตนเองผ่านการเขียนเป็นประโยคเท่านั้น แต่ต้องแสดงด้วยการวาดภาพ แผน หรือใช้เครื่องมือช่วยคิด (Thinking Tool) เพื่อให้สามารถจัดระเบียบความคิดให้เข้าใจง่าย โดยนักเรียนที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือ

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม เป็นขั้นตอนที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนแต่ละคนได้เปรียบเทียบความคิดที่ได้จากการคิดด้วยตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มให้อภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด ยอมรับในจุดที่ดี และให้ความสำคัญกับความคิดที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้วิธีการแก้ปัญหาแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนวิธีการแก้ปัญหามาบนกระดาน

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูและนักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนและสิ่งที่ได้เรียนรู้ในช่วงเรียน พร้อมทั้งครูเขียนสรุปลงบนกระดาน และนักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่สามารถทำและเข้าใจเพิ่มขึ้นด้วยคำพูดของตนเองลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง หมายถึง การเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ได้รับ และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด หมายถึง การให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือ

การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด หมายถึง การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่าย และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงแตกต่าง

การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น หมายถึง การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดนั้นถึงเป็นจริง

3. ระดับการสะท้อนคิด หมายถึง ระดับพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนที่มีการคิดทบทวนอย่างละเอียดรอบคอบ หรือตั้งคำถาม ตอบคำถามตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้เนื้อหา คณิตศาสตร์ที่กำลังเรียน และสามารถถ่ายทอดความรู้สึกที่มีต่อประสบการณ์ต่างๆ แล้วเขียนสรุปสิ่งที่คิดเป็นแนวคิดเนื้อหาหลักลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเอกสารที่ผู้วิจัยออกแบบให้นักเรียนได้เขียนแสดงการสะท้อนคิดเกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ที่นักเรียนได้จากการเรียนรู้ ในการเขียนสามารถเขียนบรรยายด้วยภาษาของนักเรียนเอง ซึ่งสามารถเขียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ วิธีการ รูปภาพ ความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ ได้อย่างอิสระตาม

ความต้องการของนักเรียน ซึ่งแนวทางในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบด้วย 1) การสรุปแนวคิด เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสะท้อนคิดจากเนื้อหาบทเรียน ประสบการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนได้เรียนอันสะท้อนถึงความรู้ความเข้าใจ แล้วอธิบายด้วยความเข้าใจของนักเรียน 2) การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง เป็นกิจกรรมทบทวนที่ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้ที่เข้าใจจากการเรียนรู้ สิ่งที่ยังสงสัย และวิธีการหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่ยังสงสัย 3) ความรู้สึกในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็น ปฏิกริยาที่มีต่อการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง อย่างอิสระตามความคิดของนักเรียน โดยแบ่งระดับการสะท้อนคิดออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้ครอบคลุมแนวคิดสำคัญอย่างครบถ้วนด้วยภาษาของตนเองและมีการอธิบายอย่างชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคที่สมบูรณ์ หรือคำถามที่ชัดเจนสื่อความหมายในสิ่งที่คิดที่ยังสงสัยได้อย่างชัดเจน และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจได้อย่างชัดเจน สามารถสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้

ระดับสะท้อนคิด หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู มีการอธิบายยังไม่ชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคสั้นๆ หรือคำถามที่สื่อความในสิ่งที่คิดที่ยังสงสัยได้ และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจเป็นประโยคสั้นๆ

ระดับเข้าใจ หมายถึง ระดับที่นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นคำสำคัญตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู ไม่มีการอธิบาย สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นคำๆ หรือคำถามยังไม่ชัดเจน ไม่สื่อความในสิ่งที่คิด และสามารถเขียนความเข้าใจเป็นคำๆ

ระดับไม่สะท้อนคิด หมายถึง ระดับที่นักเรียนไม่เขียนสรุปแนวคิดในการเรียน ไม่มีแนวคิดสำคัญ ไม่มีการอธิบาย ไม่สามารถเขียนคำหรือข้อความที่แสดงถึงการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และไม่เขียนคำหรือข้อความแทนความรู้สึกได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
 - กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
 - 1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชา คณิตศาสตร์ 3 (ค21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 1.5 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 (ค21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล (Akita Action)
 - 2.1 ความเป็นมาของการสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล
 - 2.2 ความหมายของการสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล
 - 2.4 ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล
3. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
 - 3.4 แนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายทางคณิตศาสตร์
4. การสะท้อนคิด
 - 4.1 ความหมายของการสะท้อนคิด
 - 4.2 ความสำคัญของการสะท้อนคิด
 - 4.3 การพัฒนาการสะท้อนคิด

5. การเขียนบันทึกการเรียนรู้

- 5.1 ความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
- 5.2 ประเภทของการเขียนบันทึกการเรียนรู้
- 5.3 ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนคณิตศาสตร์
- 5.4 แนวทางการเขียนบันทึกการเรียนรู้
- 5.5 ประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
- 6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.2)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น.4) กำหนดให้ นักเรียนที่จบการศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพ ดังนี้

- 1) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 2) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 3) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่เลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 4) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 5) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบพหุนาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้
- 6) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 7) มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่นๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 8) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 9) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และให้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 10) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 11) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- 12) มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในการชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

13) มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ 3 (ค21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ศึกษา ฝึกทักษะการคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ อัตราส่วน อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน สัดส่วน การแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ โอกาสของเหตุการณ์

คู่อันดับและกราฟ การเขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องของปริมาณที่กำหนดให้ การอ่าน และการแปลความหมายของกราฟบนระนาบพิกัดฉาก

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้เรียน ได้ศึกษา ค้นคว้า โดยปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก โดยการวัดและประเมินผล ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงของเนื้อหาและทักษะที่ต้องวัด

5. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดรายวิชาคณิตศาสตร์ 3 (ค21102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ค 1.3 ม.1/3 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล (Akita Action)

1. ความเป็นมาของการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล

จังหวัดอะคิตะเป็นจังหวัดเกษตรกรรม ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศญี่ปุ่น ห่างจากกรุงโตเกียวประมาณ 450 กิโลเมตร มีพื้นที่ 11,637.54 ตารางกิโลเมตร มีประชากรจำนวน 999,636 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 1 เมษายน 2017) มีเป้าหมายในการพัฒนา คือ “สร้างบุคลากรที่มีความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้าในการสนับสนุนส่งเสริมบ้านเกิดให้มีความโดดเด่นในสังคมโลก” ภายใต้กลยุทธ์ทางการศึกษาและการสร้างบุคลากรเพื่อเป็นกำลังสำคัญของสังคมโลกอนาคต

จากการสำรวจเด็กนักเรียนทั่วไปประเทศญี่ปุ่นทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและสถานการณ์ด้านการศึกษา รวมถึงการสำรวจด้านสภาพทางกายและความสามารถในการออกกำลังกาย พบว่า เด็กนักเรียนในจังหวัดอะคิตะมีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและสมรรถภาพทางกายอยู่ในเกณฑ์ดี และได้รับการระดับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาให้อยู่ในระดับต้นของประเทศมาโดยตลอด ทำ

ให้การศึกษาของจังหวัดอะคิตะได้รับความสนใจและเป็นที่จับตามองจากในประเทศญี่ปุ่นเป็นอย่างมาก

แนวคิดของอะคิตะโมเดลเริ่มจากการประสบปัญหาการลดต่ำลงของคะแนน PISA ของนักเรียนในจังหวัดอะคิตะ ซึ่ง Programme for International Student Assessment หรือ PISA เป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกที่ดำเนินการโดย Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจระบบการศึกษาของนานาชาติว่าได้เตรียมความพร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ โดย PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริง มากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่มีในโรงเรียนโดยจัดให้มีการทดสอบสมรรถนะเด็กนักเรียนวัย 15 ปี หรือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากทั่วโลกโดยเริ่มดำเนินโครงการตั้งแต่ปี 2000 ทุกประเทศจะใช้ข้อสอบชุดเดียวกันและมีการกำหนดพื้นที่ขนาดโรงเรียนในการสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

PISA มีการประเมินสมรรถนะที่เรียกว่า Literacy ใน 3 ด้าน คือ การอ่าน (Reading Literacy) คณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศหนึ่งที่เข้าร่วมโครงการประเมินสมรรถนะนี้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 โดยผลการประเมินประเทศญี่ปุ่นมีคะแนนอันดับหนึ่งในด้านคณิตศาสตร์ อันดับสองในด้านวิทยาศาสตร์ และอันดับแปดในด้านความสามารถในการอ่านจากจำนวนประเทศที่เข้าร่วมโครงการนี้ทั้งหมด 32 ประเทศ (กฤติเดช สุขसार, 2562)

“PISA SHOCK” เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.2003 คือ ระดับคะแนนสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment : PISA) ของประเทศญี่ปุ่นลดลง โดยเฉพาะวิชาความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์ที่ลดไปอยู่ลำดับที่ 6 และวิชาความสามารถในการอ่านลดไปอยู่ลำดับที่ 14 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 41 ประเทศ กระทรวงศึกษาของประเทศญี่ปุ่นจึงได้เริ่มดำเนินการสำรวจสถานการณ์การเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาทั่วประเทศตั้งแต่ปี ค.ศ.2007 จนถึง ค.ศ.2016 พบว่า เมืองอะคิตะมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์การสำรวจตามแนวทางการประเมินของ PISA กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทำให้มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูงสุดของประเทศ โดยเฉพาะความสามารถในการประยุกต์ใช้ของนักเรียน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2561)

2. ความหมายของการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2561) ได้ให้ความหมายของ การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ว่า เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการที่ให้นักเรียนได้คิดหา

วิธีการแก้ปัญหาผ่านการอภิปรายกันเป็นกลุ่ม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับหัวข้อของการเรียนรู้ที่ตนกำหนดเอง

ชวลิต ชูกำแพง (2561) ได้ให้ความหมายของ การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry based Learning) ร่วมกับแนวคิดในการพัฒนาการเรียนรู้เชิงรุก

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์, เฉลิมชัย มนุเสวต และวาสนา วิสฤตภา (2019) ได้ให้ความหมายของการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ว่าเป็นรูปแบบของการสอนที่พัฒนามาจาก Problem Based Learning

นิภา พิศลิม (2561) ได้ให้ความหมายของ การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละบุคคลได้ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สร้างความรู้ด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพ เพื่อตอบสนองความสามารถที่แตกต่างระหว่างบุคคลโดยอาศัยการช่วยเหลือของครูผู้สอนที่จะให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการบริหารจัดการตนเอง เกิดทักษะความคิดด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความคิด กล้าแสดงความคิดเห็น ทำงานเป็นกลุ่มได้ และความสามารถด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเองจากหัวข้อหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยมีการขยายความคิดของตนเองให้กว้างและลึกขึ้นผ่านการอภิปรายเป็นกลุ่ม และทบทวนเนื้อหาวิธีการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้สมุดจดบันทึกหรือการเขียนกระดานเพื่อสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป

3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล

ชวลิต ชูกำแพง (2561) และไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2562) กล่าวว่า การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ สิ่งที่สำคัญที่จะทำให้เด็กนักเรียนเรียนรู้แบบ Active Learning ได้นั้น คือ หัวข้อการเรียนรู้ต้องมีความน่าดึงดูด น่าสนใจ และเพิ่มความรู้สึกลอยการเรียนรู้ให้นักเรียน จุดสำคัญในการสร้างหัวข้อการเรียนรู้ ครูควรตั้งคำถามดังต่อไปนี้

- 1) กระตุ้นการสร้างหรือผลิต เช่น ลองพลิกแพลง ... แล้วมาสร้าง ... กันเถอะ
- 2) กระตุ้นการนำความรู้และทักษะที่ติดตัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น ใช้ ... ให้เกิดประโยชน์เพื่อ ...
- 3) กระตุ้นการแก้โจทย์ปัญหา เช่น พิจารณาจาก ... แล้วมาค้นหาคำตอบกันเถอะ

4) กระตุ้นให้เกิดการเปรียบเทียบ และการพิจารณา เช่น ลองเปรียบเทียบระหว่าง A กับ B แล้วมา ... กันเถอะ

5) กระตุ้นให้เกิดความสนใจในจุดแตกต่าง และเกิดความสงสัยว่า เหตุผลที่ทำให้การคาดการณ์และผลลัพธ์จริงแตกต่างกันคืออะไร

6) กระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างเงื่อนไขใหม่ เช่น สิ่งที่ได้เรียนรู้มาจนถึงตอนนี้ ควรจะเพิ่มสิ่งใดเข้าไป เพื่อให้ทำได้

วิธีทำให้นักเรียนรู้จักตั้งข้อสังเกตเพื่อค้นหาคำตอบมีคำแนะนำดังต่อไปนี้

1) กระตุ้นให้คิดโดยใช้ความรู้และทักษะที่ได้ติดตัวมาจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

2) พิจารณาเนื้อหาของหัวข้อการเรียนรู้ ทำให้เด็กตระหนักเองกว่าควรสนใจในจุดไหนและคิดอย่างไร

3) ให้นักเรียนกะประมาณเวลาและวางขั้นตอนในการหาคำตอบตามข้อสังเกตที่ตั้งไว้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นมีความคิดของตัวเอง ขั้นมีความคิดของตัวเอง เงื่อนไขสำคัญที่จะจัดการเรียนรู้เชิงรุกให้สำเร็จได้นั้น คือ “การมีความคิดของตัวเอง” เมื่อมีความคิดของตัวเองแล้วจึงจะสามารถจัดกิจกรรมการอภิปรายเพื่อแก้ไขปัญหาได้สำเร็จ ข้อสำคัญในการคิดพิจารณาด้วยตัวเอง โดยครูควรจัดกิจกรรมในลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ปรับเวลา (ประมาณ 5 นาที) ให้เข้ากับสภาพจริงของเด็กนักเรียน
- 2) ไม่เพียงแต่แสดงความคิดของตัวเองผ่านการเขียนเป็นประโยคเท่านั้น แต่ต้องแสดงด้วยการวาดภาพหรือแผนผังด้วย
- 3) เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิด
- 4) ใช้เครื่องมือช่วยคิด (Thinking Tool) เพื่อให้สามารถจัดระเบียบความคิดให้เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้แผนผังความคิด การใช้ตารางเปรียบเทียบ หรือ การให้ตัวอย่างที่สอดคล้องเป็นต้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือ เช่น การสาธิต ทบทวน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอภิปรายกันเป็นคู่ หรือเป็นกลุ่มอภิปราย เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหา เปรียบเทียบความคิดที่ได้จากการคิดด้วยตัวเอง จากนั้นแบ่งกลุ่มเพื่ออภิปรายหรืออภิปรายร่วมกันกับทุกคนในชั้นเรียน เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาร่วมกัน การปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด และการยอมรับในจุดดี จะช่วยทำให้ทักษะในการคิดพิจารณาหลากหลายมุมมองติดตัวไปตลอด ซึ่งสิ่งสำคัญที่ทำให้การอภิปรายสมบูรณ์แบบ ได้แก่

- 1) รวบรวมและให้ความสำคัญกับความคิดที่สอดคล้องกับการแก้ไขปัญหามา

- 2) เน้นย้ำวิธีและกฎระเบียบในการอภิปราย (แสดงขั้นตอนของการอภิปราย)
 - 3) สรุปความคิดเห็นของนักเรียน แล้วเขียนลงบนกระดานอย่างเป็นแบบแผนหรือด้วยวิธีอื่นใดที่ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ได้โดยง่าย
 - 4) ขึ้นทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ กิจกรรมการทบทวนโดยใช้สมุดจดบันทึกหรือการเขียนกระดานจะช่วยให้จดจำเนื้อหาการเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น
- ตัวอย่างรูปประโยคพื้นฐานของการอภิปราย

- 1) เริ่มจากให้คุณ...นำเสนอ
- 2) ข้อดีของความคิดนี้คืออะไร
- 3) มีคำถามไหม
- 4) มีใครคิดเหมือนกันบ้าง
- 5) มีใครที่คิดแตกต่างจากนี้ไหม
- 6) มาทบทวนหัวข้อในวันนี้กันเถอะ
- 7) เราจะสรุปเรื่องวันนี้กันอย่างไรดี
- 8) สรุปในวันนี้ก็คือ ...

ขั้นตอนที่ 4 ขึ้นทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ การสรุปสิ่งที่สามารถทำและเข้าใจได้เพิ่มขึ้นด้วยคำพูดของตนเอง จะทำให้เกิดความเข้าใจที่แท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยสรุปด้วยคำพูดของตัวเอง หลังจากทำกิจกรรมอภิปรายแล้ว ก็สรุปเป็นคำพูดของตัวเองลงสมุด หรือกระดานทบทวนสิ่งที่เรียนในช่วงเรียน ไม่เพียงแต่ทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ แต่ทบทวนสิ่งอื่นๆ ด้วย เช่น ข้อดีของการเรียนรู้แบบให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน ทำให้จดจำด้วยโจทย์ปัญหาประยุกต์ฝึกให้นักเรียนคาดการณ์ถึงการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2562) กล่าวว่า การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นรู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ ซึ่งหัวข้อการเรียนรู้ที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้แบบ Active Learning หัวข้อการเรียนรู้ต้องมีความน่าสนใจ ดึงดูด และเพิ่มความรู้สึกอยากเรียนรู้ให้กับนักเรียนกระตุ้นให้คิดเกี่ยวกับสาเหตุและหลักฐานสนับสนุนโดยใช้คำถามว่า “ทำไม”
- 2) ขั้นการมีความคิดของตนเอง โดยทักษะการคิดพิจารณาด้วยตนเองเป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนการสอนเชิงรุก เงื่อนไขสำคัญที่จะจัดการเรียนการสอนเชิงรุกให้สำเร็จได้นั้น คือ “การมีความคิดเป็นของตนเอง” เมื่อมีความคิดเป็นของตนเองแล้วจึงจะสามารถจัดกิจกรรมการอภิปรายเพื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ

3) **ชั้นอภิปรายกันเป็นคู่ กลุ่ม หรือทั้งชั้นเรียน** โดยการอภิปรายเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา เปรียบเทียบความคิดที่ได้จากการคิดด้วยตนเอง จากนั้นแบ่งกลุ่มเพื่ออภิปราย หรืออภิปรายร่วมกันกับทุกคนชั้นเรียน เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน การปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำไปจุดที่ผิด และการยอมรับในจุดดี จะช่วยทำให้ทักษะในการคิดพิจารณาหลากหลายมุมติดตัวไปตลอด เพื่อให้นักเรียนสามารถอภิปรายกันได้ ต้องแนะนำให้นักเรียนเลือกรูปประโยคที่จำเป็นต่อการอภิปราย ตามระดับพัฒนาการของนักเรียน และการเตรียมคนที่ทำหน้าที่พิธีกรไว้ให้พร้อมทำหน้าที่อยู่เสมอก็จะช่วยให้การอภิปรายมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

4) **ชั้นทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้** ขั้นตอนนี้เป็นการสัมผัสกับความรู้สึกที่ “เข้าใจ ทำได้” อย่างแท้จริง การสรุปสิ่งที่สามารถทำและเข้าใจได้เพิ่มขึ้นด้วยคำพูดของตนเอง จะทำให้เกิดความเข้าใจที่แท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป ในการสรุปและทบทวนมีข้อควรระวังคือ วิธีการและเวลาที่ใช้ในการสรุป การทบทวนจะแตกต่างกันไปในแต่ละรายวิชา ซึ่งสิ่งที่จำเป็นคือ เวลาปฏิบัติจริงต้องมีความยืดหยุ่น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิเตโมเดล มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดหัวข้อการเรียนรู้หรือสถานการณ์ปัญหา โดยนักเรียนค้นพบหัวข้อในการเรียนรู้และตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 มีความคิดของตนเอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง โดยไม่เพียงแต่แสดงความคิดของตนเองผ่านการเขียนเป็นประโยคเท่านั้น แต่ต้องแสดงด้วยการวาดภาพ แผน หรือใช้เครื่องมือช่วยคิด (Thinking Tool) เพื่อให้สามารถจัดระเบียบความคิดให้เข้าใจง่าย โดยนักเรียนที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือ

ขั้นตอนที่ 3 อภิปรายกลุ่ม เป็นขั้นตอนที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้แต่ละคนได้เปรียบเทียบความคิดที่ได้จากการคิดด้วยตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม โดยในแต่ละกลุ่มให้อภิปรายร่วมกันเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด ยอมรับในจุดที่ดี และให้ความสำคัญกับความคิดที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหา แล้วเขียนสรุปความคิดเห็นของตนเองลงในสมุดอย่างเป็นแบบแผนหรือด้วยวิธีอื่นใดที่ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ได้โดยง่าย ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยให้ นักเรียนเกิดทักษะในการคิดพิจารณาหลากหลายมุมของสถานการณ์ปัญหา

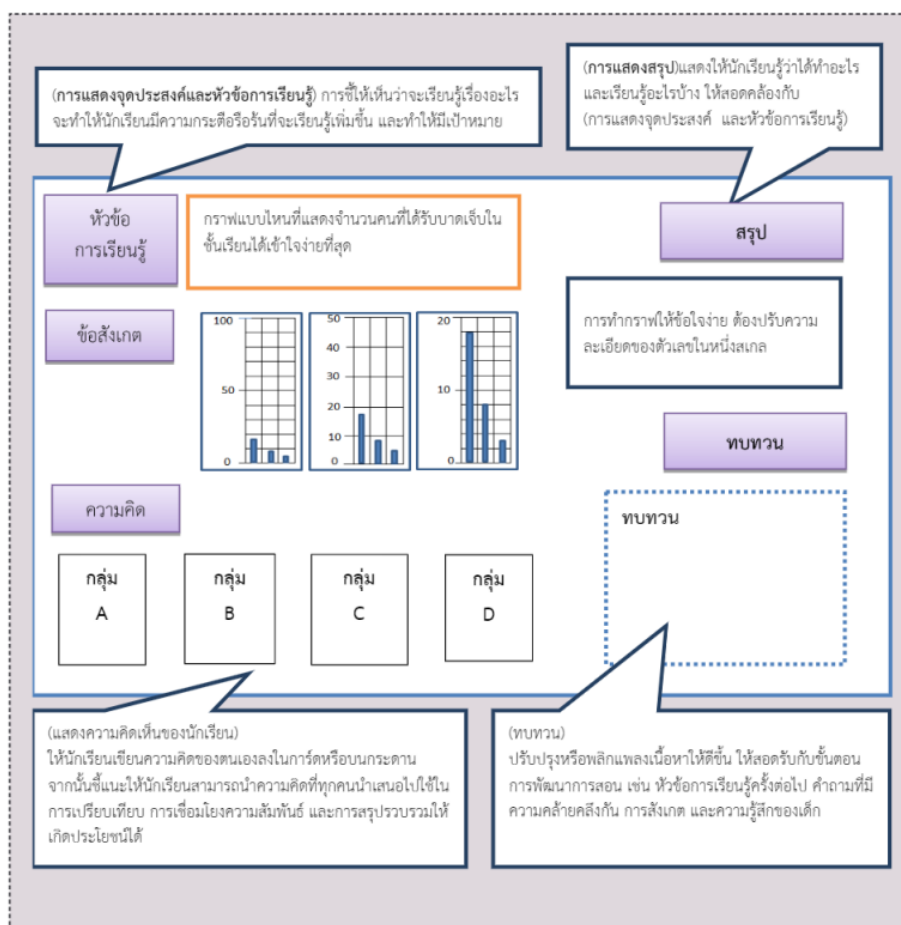
ขั้นตอนที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียน และสิ่งที่ได้เรียนรู้ในชั่วโมงเรียน พร้อมทั้งสรุปสิ่งที่สามารถทำและเข้าใจเพิ่มขึ้นด้วยคำพูดของตนเองลงในสมุด ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป

4. ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดล

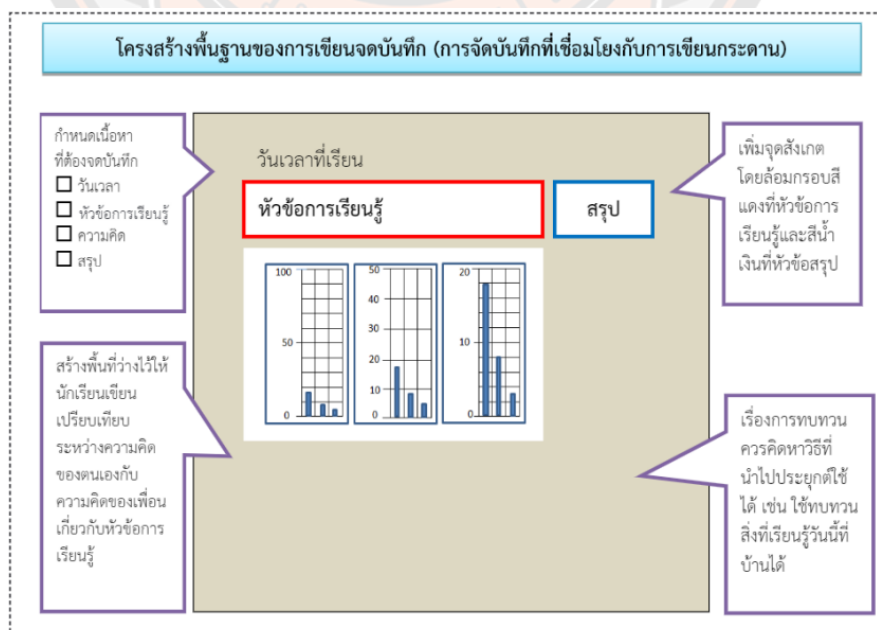
เฉลิมชัย มนูเสวต (2561) ได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุก รูปแบบอะคิตะโมเดลว่า นอกเหนือจากสาระสำคัญของ 4 ขั้นตอนของการสอนเชิงรุกรูปแบบอะคิตะโมเดลแล้ว การเรียนการสอนของจังหวัดอะคิตะ ยังให้ความสำคัญกับรูปแบบการใช้กระดานดำและรูปแบบการจดบันทึกด้วยเพราะครูของจังหวัดอะคิตะ เชื่อว่า การเขียนกระดานจะทำให้มองเห็นกระบวนการคิด การเขียนลงบนกระดานถือเป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการคิดของนักเรียนในหนึ่งชั่วโมง อีกประการหนึ่ง การเขียนกระดานและการจดบันทึกยังเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกันอีกด้วย โดยเงื่อนไขสำคัญในการเขียนกระดานที่ดี คือ สามารถมองเห็นลำดับขั้นตอนของชั่วโมงเรียนในหนึ่งชั่วโมง ความคิดของนักเรียนถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นตัวอย่างที่ดีในการจดบันทึก โดยครูของจังหวัดอะคิตะจะใช้กระดานสีต่างๆ บนกระดานอย่างมีความหมาย เพื่อให้เด็กรู้ว่าอันไหนสำคัญ เช่น กรอบสีแดงหรือกระดานสีแดง คือ หัวข้อที่เรียน สีฟ้า คือ บทสรุป

อีกสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจมาก คือ นาฬิกาจับเวลาบนกระดานดำ เป็นการสร้างวัฒนธรรมเวลาให้แก่เด็ก ซึ่งเป็นวินัยที่สำคัญ ทุกคำสั่งที่ให้แก่เด็กทำกิจกรรมจะมีการจับเวลาทุกครั้ง แต่อาจมีการต่อเวลาได้จากการตกลงร่วมกันของผู้เรียน โดยครูจะยอมใช้เวลาเพื่อให้เด็กได้คิดอย่างเต็มที่ ครูจะไม่รีบเฉลยหรือสรุป แต่จะรอคำตอบที่สะท้อนความคิดของเด็กด้วยความอดทน และเมื่อสิ้นสุดการสอนแต่ละวัน ครูจังหวัดอะคิตะจะมาพบกันเพื่อทบทวนกิจกรรมการสอน (After Action Refect) ในวันนั้น เป็นการสะท้อนคิดแบบเพื่อนช่วยเพื่อน (Peer Review) เพื่อช่วยกันปรับปรุงการสอน เพื่อช่วยกันแก้ปัญหาที่พบในชั้นเรียน เช่น ทำไมวันนี้เด็กตั้งคำถามน้อย ทำไมบอกใบ้แนวทางแล้วเด็กยังคิดไม่ได้ ประเด็นเล็กๆ เช่นนี้ไม่ค่อยพบเห็นในวัฒนธรรมการเรียนรู้ในโรงเรียนของประเทศไทย

ชวลิต ชูกำแพง (2561) ได้กล่าวถึงข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุก รูปแบบอะคิตะโมเดลว่า การเขียนลงบนกระดานถือเป็นการแสดงลำดับขั้นตอนการคิดของนักเรียนในหนึ่งชั่วโมง การเขียนกระดานและการจดบันทึกยังเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงกันอีกด้วย ดังตัวอย่างของโรงเรียนประถมศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ดังภาพ 1 และภาพ 2



ภาพ 1 การเขียนกระดานของโรงเรียนประถมศึกษาคณิตศาสตร์



ภาพ 2 การเขียนจดบันทึกของโรงเรียนประถมศึกษาคณิตศาสตร์

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้อธิบายความหมายของคำว่า “อภิปราย หมายถึง การพูดชี้แจงแสดงความคิดเห็น”

มีการนำแนวทางการอภิปรายนี้ไปปรับใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการนำการอภิปรายไปใช้ในชั้นเรียนไว้ดังนี้

ทิตินา แคมมณี (2553) ได้ให้ความหมายของ การอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็นกระบวนการที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ ร่วมกันในประเด็นที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ครูวางแผนไว้

ชนาธิป พรกุล (2554) ได้กล่าวสรุปความหมายของ การอภิปรายในชั้นเรียน ว่าเป็นการสนทนาแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียน เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันในการแบ่งปันข้อมูล ในด้านความรู้ ความคิด ข้อคิดเห็น รวมถึงความรู้สึก โดยทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเท่าเทียมกัน

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การอภิปราย หมายถึง การร่วมกันแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งอาจนำไปสู่การหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนได้รับความรู้และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี การอภิปรายจึงมีความจำเป็นสำหรับการศึกษาในทุกระดับชั้น

CBE (2018) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการพูดคุยเกี่ยวกับการคิดและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นักเรียนแลกเปลี่ยนผ่านการสนทนาที่หลากหลายความคิดทั้งเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย คัดเดา และปรับเปลี่ยนความคิดของตนเองเมื่อเกิดความเข้าใจในการเรียนร่วมกัน

นภัสสร งามขำ (2564) กล่าวว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันในเรื่องของวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาตามความคิดของแต่ละคนได้พูดคุยแสดงความคิดเห็นทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยของแนวคิดที่นำเสนอ การตั้งคำถาม การตรวจสอบวิธีคิดของผู้อื่น การโต้แย้งโดยใช้เหตุผล ใช้ภาษาในการอธิบายแนวคิดจากความเข้าใจของตนเอง วิเคราะห์ และวิจารณ์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งที่มีแนวคิดที่เหมือนและแตกต่างจากของตนเอง

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัย

ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่าง และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยการสื่อสารลักษณะต่างๆ นักเรียนจะต้องอธิบายโดยใช้ความรู้ความเข้าใจของตนเอง แล้วนำแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ไปสรุปเป็นความคิดของตนเอง พร้อมทั้งจดบันทึกลงในสมุดทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสร้างความตั้งใจที่จะเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2. ประโยชน์ของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ครูจะนำเสนอปัญหาตัวอย่างเล็กน้อยตามด้วยการยกตัวอย่างวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการยกตัวอย่างจะมีการโต้ตอบสั้นๆ ระหว่างครูกับนักเรียน (Stigler & Hiebert, 1999) อย่างไรก็ตามในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา นักการศึกษาคณิตศาสตร์มีการสังเกตและวิเคราะห์ จากการสนับสนุนให้ครูใช้การอภิปรายในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้ (NCTM, 2013)

2.1 การอภิปรายสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

วัฒนธรรมในห้องเรียนที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนและครู นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้จากงานที่นักเรียนได้ลงมือทำ และจากการมีส่วนร่วมในการเรียนของนักเรียน ซึ่งส่งผลต่อโอกาสทางการเรียนในห้องเรียน (Hiebert et al., 1996) เราเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Lave & Wenger, 1991; Vygotsky, 1978) มุมมอง Vygotskian ตามที่ Gibbons (2006) พุดชี้ให้เห็นว่าการใช้ภาษาในการสื่อสารเป็นรากฐานของการเรียนรู้โดยเฉพาะการสื่อสารทางภาษาที่แสดงถึงการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ในระหว่างการเรียนการสอนเป็นการแสดงถึงปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูและนักเรียน ปฏิสัมพันธ์เหล่านี้ไม่เพียงกำหนดรูปแบบการพูดคุยของนักเรียน แต่ช่วยสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน (Gibbons, 2006) การอภิปรายสามารถเกิดขึ้นในกลุ่มย่อย หรือทั้งชั้นเรียน เมื่อเรามองห้องเรียนเป็นชุมชนของนักเรียนต้องจำไว้ว่าการโต้ตอบระหว่างกันของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นสำหรับการสร้างความเข้าใจ (Hiebert et al., 1996)

2.2 การอภิปรายสามารถสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

การสร้างแรงจูงใจและดึงดูดความสนใจของนักเรียน Middleton & Jansen (2011) แนะนำว่าครูควรพยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยวิธีการต่างๆ ในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันให้ได้มากที่สุดและหลากหลายวิธี เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถาม สร้างทางเลือกในความคิดเห็นหรือแนวคิด ความคิดที่เป็นเพียงสมมติฐาน หรือแม้กระทั่งการเริ่มต้นแก้ปัญหาที่ผิด เพราะการทำแบบนี้ นักเรียนจะรู้สึกสบายใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน

มองเห็นภาพพัฒนาความรู้ไปด้วยกัน ช่วยพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิชาคณิตศาสตร์ และตัวนักเรียนกันคนอื่นๆ ในชั้นเรียนด้วย

2.3 การอภิปรายเป็นการสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจและประเมินความคิดของนักเรียน

รูปแบบการโต้ตอบในชั้นเรียนบางอย่างส่งเสริมให้การคิดทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการสอนในรูปแบบอื่นๆ (Herbel-Eisenmann & Breyfogle, 2005; Martens, 1999) และการตั้งคำถามที่มาจากการคิดของนักเรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีคุณค่าแก่ครูเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Martino & Maher, 1999) หลักการสอนของ NCTM (2000) เริ่มต้นขึ้นด้วยคำกล่าวดังต่อไปนี้ “การสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องเข้าใจสิ่งที่นักเรียนรู้และจำเป็นต้องเรียนรู้จากนั้นก็ท้าทายและสนับสนุนให้พวกเขาเรียนรู้ได้ดี” การอภิปรายเป็นกลยุทธ์ที่สามารถสนับสนุนให้ครูทำความเข้าใจกับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วและช่วยกำหนดสิ่งที่นักเรียนต้องเรียนรู้ ในส่วนของการฟังแนวคิดของนักเรียนในการอภิปรายสามารถใช้เป็นการประเมินเกี่ยวกับการสอนของตนเอง ครูจำเป็นต้องพัฒนาตนเองมากกว่าการสอนแบบผิวเผินที่เป็นการวิเคราะห์งานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ “ถูกหรือผิด” โดยเน้นที่วิธีการคิดของนักเรียนในการทำงานทางคณิตศาสตร์ มากกว่าการมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจผิดหรือข้อผิดพลาดเพียงอย่างเดียว ครูควรพยายามระบุข้อมูลเชิงลึกที่มีค่าของนักเรียนซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อได้ เน้นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้เหตุผลและการคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ครูทำหน้าที่เก็บข้อมูลเพื่อประเมินนักเรียนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงแนะนำนักเรียนไปสู่ความเข้าใจจนได้รับความรู้ใหม่ และสนับสนุนการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.4 การอภิปรายสามารถเปลี่ยนจากห้องเรียนที่มีครูเป็นจุดศูนย์กลางกลายเป็นห้องเรียนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์

เมื่อครูกำหนดรูปแบบของสื่อสารโดยผ่านการอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จะเป็นการเปลี่ยนจุดศูนย์กลางจากเดิม คือ ครูหรือหนังสือเรียนไปเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ของนักเรียน (Webel, 2010) อย่างไรก็ตามเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้ นักเรียนต้องตระหนักและสนใจที่จะเปลี่ยนบทบาทจากบทบาทเดิมของนักเรียนที่เป็นผู้อ่านหรือผู้ฟังเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการอภิปรายเพื่อให้เกิดประสิทธิผล นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันในชั้นเรียน นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างกันเพื่ออธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับวิธีการของตนเอง และต้องตระหนักว่าการเรียนรู้ หมายถึง การเรียนรู้จากผู้อื่นใช้ประโยชน์จากความคิดของผู้อื่น รับฟังคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาของเพื่อนร่วมชั้น (Hieberst et al., 1997) เพื่อให้กลายเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องตั้งใจที่จะแลกเปลี่ยนและรับฟังกันและกันอย่างกระตือรือร้น (NCTM, 2013)

3. การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

จากความหมายของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะเห็นว่า การจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียน โดย National Research Council (2002) ได้ระบุลักษณะของห้องเรียนที่จะทำให้เกิดการอภิปราย ดังนี้

- 1) ความคิดและวิธีการของนักเรียนเป็นสิ่งที่ครูควรให้ความสำคัญ
- 2) นักเรียนควรมีอิสระในการเลือกและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของวิธีการแก้ปัญหาระหว่างกัน
- 3) ครูควรคำนึงถึงถึงความสำคัญของความผิดพลาดของนักเรียนว่าเป็นสิ่งที่มีค่าในการเรียนรู้เรื่องต่างๆ ที่ต้องแก้ไขสำหรับนักเรียนทุกคน
- 4) ครูควรให้ความสำคัญกับเหตุและผล

National Research Council (2002) กล่าวว่า ห้องเรียนดังกล่าว ครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนคิด ให้เหตุผล หาคำตอบ อธิบายกับเพื่อน และครูช่วยทำให้ประเด็นทางคณิตศาสตร์ดำเนินไปสู่เป้าหมายหรือข้อสรุปหรือเชื่อมโยงข้อผิดพลาดต่างๆ ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง นักเรียนเป็นผู้ตอบคำถาม และครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจให้กับนักเรียนทุกคนภายในห้องเรียน แล้วร่วมกันหาข้อสรุปจากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และสรุปความรู้ที่ได้ในบทเรียนนั้น รวมถึงแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียนในบทเรียนนั้น เพื่อพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเชื่อว่านักเรียนทุกคนไม่ได้ต้องการแค่ให้ครูมาแสดงวิธีทำบนกระดานให้ดู แต่นักเรียนต้องการประสบการณ์ในการค้นคว้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิธีการแก้ปัญหามีเหตุผล และการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ถูกต้อง จึงได้ข้อเสนอแนะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ดังนี้

- 1) เวลาส่วนใหญ่ในห้องเรียนควรเป็นการพัฒนาความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์
- 2) การตั้งคำถามและการอภิปรายควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเห็นความชัดเจนและความถูกต้องของคำตอบมากขึ้น
- 3) การสนทนาระหว่างกันของครูและนักเรียนนั้นไม่ควรจำกัดให้ตอบเฉพาะคำตอบเท่านั้น แต่ควรให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดอภิปรายระหว่างกันเพื่อนำแนวคิดมาเชื่อมโยงกับปัญหาอื่นๆ การแสดงตัวแทนทางความคิด และแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้เหตุผลและมีการโต้แย้งกัน เป็นต้น

4. แนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

สำหรับแนวทางในการจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญที่ครูต้องคำนึงถึง เนื่องจากถือว่าการสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดการอภิปรายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ จากการศึกษาค้นคว้านี้มีหลายทำได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

Anderson, Chapin, & O'Connor (2009) ได้ระบุแนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ของครูเพื่อส่งเสริมการอภิปรายในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่

- 1) การพูดที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
- 2) การตั้งคำถามอย่างมีศิลปะ
- 3) การใช้แนวคิดของนักเรียนมาสร้างประเด็นในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
- 4) การจัดสภาพแวดล้อมของห้องเรียนให้สนับสนุนการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
- 5) การจัดระเบียบลำดับประเด็นในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

Chapin, O'Connor, & Anderson (2011) ได้ให้เหตุผล 5 ข้อที่จะทำให้การพูดของครูส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

- 1) การพูดทำให้รู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียน
- 2) การพูดเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพช่วยในการเพิ่มความจำที่คงทนให้กับนักเรียน
- 3) การพูดเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้เหตุผลในการอธิบายความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น
- 4) การพูดเป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านการใช้ภาษา
- 5) การพูดเป็นการสนับสนุนพัฒนาทักษะทางด้านสังคม

Kersaint (2015) เสนอวิธีการที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งครูสามารถจัดระเบียบและจัดโครงสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มการมีส่วนร่วมและสนับสนุนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยสนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- 1) การช่วยสนับสนุนให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นและฟังพาคคนอื่น เช่น การที่นักเรียนได้เห็นครูถามคำถามเพื่อนก่อนที่จะถามตนเอง จะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนขอความช่วยเหลือจากเพื่อนก่อนที่จะถามตนเอง และครูสามารถแนะนำนักเรียนที่มีความเข้าใจเป็นอย่างดีเกี่ยวกับปัญหาแนวคิดหรือขั้นตอนวิธีการหาคำตอบให้นักเรียนคนอื่นๆ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถไปปรึกษาก่อนที่จะมาปรึกษาครูได้

- 2) ให้นักเรียนทำงานอย่างอิสระก่อนที่จะแบ่งเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ นักเรียนต้องการเวลารวบรวมความคิดและเขียนสิ่งที่ตนเองทราบหรือไม่ทราบก่อนที่จะตนเองจะได้รับแรงจูงใจ

ทางความคิดจากนักเรียนคนอื่นๆ แล้วนักเรียนจะสามารถเปรียบเทียบแนวทางและวิธีแก้ปัญหาของตนเองกับแนวทางที่เพื่อนเสนอแนะในระหว่างการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

3) ใช้คำถามอย่างมีกลยุทธ์เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ได้โดยการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และการโต้แย้ง เป็นกลยุทธ์ทางการพูด และคำถามที่ต้องการให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อธิบาย ปรับความคิดของนักเรียน และทำความเข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นของกระบวนการเรียนรู้

4) เล็งเห็นความสำคัญของข้อผิดพลาดในการเรียนรู้และทำความเข้าใจ ดังนี้

4.1) ตระหนักว่านักเรียนอาจมีการทำผิดพลาดได้เพราะนักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจมีการใช้การคาดเดาในการหาคำตอบ

4.2) เตือนนักเรียนอยู่เสมอว่าความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมชาติและอาจเป็นสิ่งที่ดีเพราะจะนำนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ที่ดีขึ้น

4.3) ช่วยให้นักเรียนรับรู้สิ่งที่เรียนรู้โดยการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและระบุความเข้าใจผิด เพื่อนำไปแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป

4.4) กระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามเพื่อชี้แนะแนวทางและวิจารณ์เหตุผลของเพื่อนในกลุ่มและกำหนดแนวทางแก้ไขที่ถูกต้อง

4.5) การส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจถึงข้อสรุปของความรู้โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนเองโดยไม่ต้องอาศัยคำสั่งของครู

5) ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ร่วมกัน เมื่อนักเรียนทำงานกับเพื่อนเป็นคู่หรือกลุ่มเล็กๆ นักเรียนจะสามารถสร้างความมั่นใจในระดับเล็กๆ ก่อนที่จะนำเสนอวิธีแก้ปัญหาในระดับชั้นเรียนประกอบด้วย

5.1) ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิด แนวทางนี้สามารถใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนที่หลากหลายครูจะให้เวลานักเรียนคิดอย่างอิสระ แล้วให้จับคู่กันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด จากนั้น ครูจะเรียกรวมเพื่อกลับมาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนอีกครั้ง

5.2) กำหนดหมายเลข เมื่อนักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม 3-4 คนแต่ละคนสามารถกำหนดหมายเลขให้นักเรียนรู้ว่าสมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่มอาจถูกครูเรียกให้ตอบคำถาม ดังนั้น ทุกคนจึงต้องมีความเข้าใจที่ตรงกัน

6) ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ที่ให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายในชั้นเรียน ครูสามารถใช้วิธีการต่างๆ ในการรวบรวมข้อมูลจากการทำงานของนักเรียนในชั้นเรียนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองและภายในกลุ่มได้ดังนี้

6.1) พอใจ/ไม่พอใจ ครูตั้งคำถามหรือปัญหาที่มีคำตอบไม่เหมือนกัน (ใช่, ไม่ใช่, จริง, เท็จ) และให้นักเรียนตอบโดยใช้นิ้วหัวแม่มือขึ้นเพื่อแสดงตัวเลือกหนึ่งตัวเลือกและยกนิ้วลงเพื่อแสดงถึงอีกตัวเลือกหนึ่ง

6.2) ตอบตามแท่งไม้ ครูเขียนชื่อนักเรียนแต่ละคนบนไม้ไอศกรีมหรือสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกันวางไม้ในภาชนะแล้วครูสุ่มเลือกนักเรียนโดยเลือกไม้

6.3) กำหนดระบบช่องทางการตอบคำถามในชั้นเรียนหรือใช้เครื่องมือดิจิทัลอื่นๆ เข้ามาช่วย ครูสามารถใช้ระบบช่องทางการตอบคำถามในชั้นเรียนเพื่อรวบรวมคำตอบจากนักเรียนได้ทันทีโดยขอให้นักเรียนตอบในเว็บไซท์โดยใช้การคลิกเว็บไซต์หรือข้อความและจะแสดงผลเป็นแผนภูมิหรือกราฟ

จากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น จะทำให้ครูมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ทราบความเข้าใจของนักเรียน ตรวจสอบ และประเมินความเข้าใจ รวมถึงทราบถึงพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น และนักเรียนสามารถสะท้อนความเข้าใจของตนเองในขณะทำความเข้าใจและวิพากษ์วิจารณ์ความคิดของผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันภายในชั้นเรียน คณิตศาสตร์ (Gladis Kersaint, 2015)

5. เครื่องมือในการวิเคราะห์การอภิปรายทางคณิตศาสตร์

Lin & Mintzes (2010) ได้เสนอองค์ประกอบของการโต้แย้งสำหรับนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) และการโต้แย้งกลับ (Rebuttal) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียด ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือเป็นการนำเสนอความคิดเห็นของตนเองต่อประเด็นที่กำลังเป็นที่พิจารณา

2. เหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (Warrant) เป็นการใช้เหตุผลในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า ทดลองกับข้อกล่าวอ้าง เพื่อสนับสนุนให้ข้อกล่าวอ้างที่นำเสนอมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งเหตุผลสนับสนุนข้อกล่าวอ้างนี้อาจได้รับการโต้แย้งหรือคัดค้านจากผู้อื่นได้

3. หลักฐานสนับสนุนเหตุผล (Evidence) เป็นการนำเสนอข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพื่อประกอบการอธิบายเหตุผลที่ใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง เพื่อให้ข้อกล่าวอ้างนั้นเป็นที่ยอมรับโดยหลักฐานนั้นอาจได้มาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เป็นไปได้ เช่น สี กลิ่น รูปร่าง สถานะ เป็นต้น รวมถึงข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยหรือการทดลองอื่นที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้แล้ว ทั้งนี้หลักฐานสนับสนุนเหตุผลจะต้องมาจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ หรือสามารถทำการทดลองซ้ำแล้วให้ผลเช่นเดียวกับที่นำเสนอได้

4. ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไป (Counter claim) เป็นข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้นจากการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างที่มีผู้นำเสนอไว้ในตอนแรกซึ่งแตกต่างไปจากเดิม กล่าวคือเป็นการให้เหตุผลต่อข้อกล่าวอ้างจากมุมมองใหม่ๆ ที่ผู้นำเสนอข้อกล่าวอ้างไม่ได้กล่าวถึง หรือไม่ได้นำมาพิจารณาไว้ใน การนำเสนอข้อกล่าวอ้างในตอนแรก ทำให้ข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือน้อยลง เป็นกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อหาทางขัดข้อผิดพลาดของข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้นในตอนแรก

5. การโต้แย้งกลับ (Rebuttal) เป็นการโต้แย้งเพื่อให้ข้อกล่าวอ้างที่ต่างออกไปจากข้อกล่าวอ้างเดิมมีความน่าเชื่อถือลดลงและตกไปในที่สุด โดยหาพยานหลักฐานและการให้เหตุผลที่มี ความน่าเชื่อถือมากกว่ามาสนับสนุน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2565) ได้ให้เสนอสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ 6 สมรรถนะ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยประกอบไปด้วย การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสร้างข้อสรุปทั่วไปและขยายแนวคิด การคิดสร้างสรรค์ และการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในการเรียนรู้ โดยการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สนับสนุนแนวคิดหรือข้อคาดการณ์ของตนเองได้อย่างสมเหตุสมผล ให้เหตุผลเชิงตรรกะ (logical reasoning) โดยใช้ข้อเท็จจริง สมบัติต่างๆ หรือข้อสรุปทั่วไปทางคณิตศาสตร์

2. รับฟัง พิจารณาแนวคิดของผู้อื่นหรือข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ประกอบการตัดสินใจเพื่อสนับสนุนหรือโต้แย้งอย่างเหมาะสม

3. ตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญในการให้เหตุผล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์จากแนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ (2565) มาสร้างเกณฑ์รูบรีค เพื่อวิเคราะห์ทักษะการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนครบถ้วน
	3	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	3	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน

ความสามารถในการอภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้ เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้
	4	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อ แสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่าง น่าเชื่อถือและครบถ้วน
	3	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อ แสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่าง น่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อ แสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่าง จากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้ เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้ง แนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่าง ได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของ ผู้อื่น	4	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทาง คณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้ครบทุก

ความสามารถในการอภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
		ประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นให้น่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นให้น่าเชื่อถือได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่นให้น่าเชื่อถือ

การสะท้อนคิด

1. ความหมายของการสะท้อนคิด

Wong, et.al. (1997) กล่าวว่า การสะท้อนคิด (Reflection) เป็นส่วนหนึ่งในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เนื่องจากการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดและตัดสินใจที่จะกระทำการสะท้อนคิดอย่างมีเหตุมีผล ดังนั้นการฝึกสะท้อนคิดจึงนำไปสู่การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถพัฒนาศักยภาพทางปัญญาที่ส่งผลให้เกิดการแก้ปัญหาและการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Johns (2000) กล่าวว่า การสะท้อนคิด (Reflection) เป็นกระบวนการคิดไตร่ตรองทบทวน (Reflective Thinking) อย่างพินิจพิเคราะห์และพิจารณาสิ่งต่างๆ อย่างละเอียดรอบคอบโดยใช้สติและสมาธิ ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้บุคคลเกิดการทบทวนและสะท้อนการกระทำของตน (Reflective Practice) ช่วยให้เกิดความเข้าใจและการเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาการแก้ปัญหาต่างๆ พัฒนาตนเอง และปรับปรุงงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กนกนุช ชื่นเลิศสกุล (2544) กล่าวว่า การสะท้อนคิดเป็นการใคร่ครวญอย่างถี่ถ้วนในประเด็นต่างๆที่กำลังคิดในลักษณะการคิดย้อนกลับ เพื่อเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่เกิดขึ้นเป็นความรู้เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ

รัชนิกร ทองสุคติ (2545) กล่าวว่า การสะท้อนคิด (Reflection) เป็นการคิดแบบอภิปรัชญา (Metacognition) อีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง การสะท้อนคิดจึงเป็นการแสดงออกถึงการรับรู้ ความรู้สึก และความคาดหวังเกี่ยวกับประสบการณ์ ไม่ใช่เป็นการรายงาน

ข้อเท็จจริงต่างๆ โดยผ่านการพูดหรือการเขียน เพื่อวิเคราะห์ วางแผน เปรียบเทียบหรือแก้ไขปัญหา ซึ่งการคิดลักษณะนี้เป็นการคิดระดับสูงกว่าการคิดโดยทั่วไป

จากความหมายของการสะท้อนคิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การสะท้อนคิด หมายถึง ภาวะของบุคคลที่คิดทบทวนอย่างละเอียดรอบคอบ หรือตั้งคำถามถามตนเองถึงการกระทำ จากเหตุการณ์หรือประสบการณ์ต่างๆที่ผ่านมาโดยผ่านการคิดวิเคราะห์ ค้นหาคำตอบ เหตุผลเพื่อนำไปวางแผนพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาต่อไป

2. ความสำคัญของการสะท้อนคิด

การสะท้อนคิดความคิดของตนเอง เป็นการเปิดโอกาสในการสังเกตและวิเคราะห์ความคิดของตนและพัฒนาความมีระเบียบ และทักษะในการจัดลำดับความคิดได้สื่อสารความคิดของตนกับผู้อื่นถึงสิ่งที่ตนเข้าใจ และพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ของตนเอง ช่วยส่งเสริมให้เป็นนักคิดที่ดีขึ้นในการตั้งคำถามและให้เหตุผล (รัชนิกร ทองสุคติ, 2545) ความสำคัญของการสะท้อนคิดมีหลายประการดังนี้

1. เป็นความท้าทายในการสร้างสรรค์การนำเสนอความคิดของตนเอง
2. เปิดโอกาสในการจับประเด็นหลักหรือหวนคิดถึงสิ่งที่คิดในรูปแบบถาวรหรือปรับเปลี่ยนเป็นความคิดใหม่
3. เกิดการพัฒนาความมีระเบียบและทักษะการสร้างและลำดับความคิด
4. เปิดโอกาสในการสังเกต วิเคราะห์ และสังเคราะห์ความคิดของตนเอง
5. เป็นโอกาสที่จะสื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่นในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ พัฒนาทักษะการวิเคราะห์และสังเคราะห์ของตนเอง
6. เกิดการเชื่อมโยงองค์ความรู้เกี่ยวกับองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งเป็นการเติมเต็มระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ
7. ช่วยพัฒนาให้บุคคลเป็นนักคิดที่ดีขึ้น ในการตั้งคำถามและให้เหตุผล

3. การพัฒนาการสะท้อนคิด

กนกนุช ชื่นเลิศสกุล (2544) ได้เสนอวิธีการพัฒนาการสะท้อนคิดดังนี้

1. การถามและตอบคำถามตนเอง เช่น ฉันเรียนรู้เรื่องอะไร ฉันทำอะไร ฉันทำเพราะเหตุใด ฉันควรทำอะไรก่อน ถ้าฉันทำจะได้ผลอย่างไร เพราะอะไรจึงเกิดผลเช่นนั้น
2. ให้ฝึกเขียน ฝึกพูดด้วยภาษาของตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดการคัดลอกคำ ภาษาที่จะใช้ในการถามตอบ การเขียนหรือคำพูด เช่นการเขียนตอบแบบอัตนัย การเขียนบันทึกประจำวันจากการประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นต้น
3. การมอบหมายให้สร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ หรือการมอบหมายให้ปรับปรุงงานให้ต่างจากเดิมโดยยังไม่เคยปรากฏมาก่อน

4. การสรุปความเหมือน ความแตกต่าง และการเปรียบเทียบทั้งสิ่งที่คล้ายกันและหรือสิ่งที่ต่างกัน

5. การจัดสภาพแวดล้อมให้มีความหมายและกระตุ้นให้สะท้อนคิดเรื่องราวในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างอุปนิสัยการสะท้อนคิดอย่างอัตโนมัติ

6. การกำหนดเงื่อนไขให้คิดและปฏิบัติตามที่กำหนด

Wilson and Wing (1993) กล่าวถึงวิธีที่ใช้พัฒนาการสะท้อนคิดหรือการไตร่ตรอง และการรู้คิดของนักเรียน ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดดังต่อไปนี้ประกอบการเรียนการสอน

1. บันทึกรู้ (Journal Writing) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการคิดอย่างไตร่ตรองเพราะนักเรียนจะได้เขียนเกี่ยวกับความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ความคิด ความรู้สึกในกิจกรรมการเรียนการสอน และประสบการณ์ต่างๆที่ได้รับโดยผ่านการคิดวิเคราะห์ การสะท้อนคิดของนักเรียน โดยเขียนบันทึกก่อน ระหว่างและหลังเรียน ในส่วนของครูบันทึกการเรียนรู้ จะช่วยให้ครูรู้การคิด การเรียนรู้ ความต้องการ และจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียน ซึ่งครูสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

2. ผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เป็นวิธีการที่ส่งเสริมการคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) และการคิดเชิงไตร่ตรอง (Reflective Thinking) ซึ่งใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น

3. การตั้งคำถาม (Questioning) เป็นวิธีการที่พัฒนาการคิดแบบไตร่ตรองและกระบวนการเรียนรู้คิด การตั้งคำถามเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนและกระบวนการเรียนรู้ ครูสามารถกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามต่างๆ หรือฝึกให้นักเรียนเป็นผู้ตั้งคำถาม

4. การถามคำถามตนเอง (Self - Questioning) เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนการเรียนรู้ การวางแผน การจัดการ ซึ่งวิธีการนี้ครูสามารถออกแบบคำถามเพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดหรือประเมินตนเอง โดยให้นักเรียนเขียนหรือตอบปากเปล่าในคำถามที่ครูเตรียมไว้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนมีวิธีการทำงานอย่างไร นักเรียนสามารถอธิบายขั้นตอนที่ใช้ในการทำงานได้หรือไม่ อย่างไร นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างไรที่ทำงานอย่างนี้ ถ้าให้ทำงานชิ้นนี้ใหม่นักเรียนจะทำอะไรบ้างที่แตกต่างจากเดิม

5. การเลือกและตัดสินใจในการเรียนรู้ของตน (Negotiated Learning) เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนให้เลือก คิด และตัดสินใจการเรียนรู้ของตนเองโดยครูเป็นผู้ชี้แนะ วิธีนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ รับผิดชอบหน้าของตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระและคิดด้วยตนเอง จะเป็นการส่งเสริมนักเรียนในด้านต่างๆคือ การคิดแบบไตร่ตรอง กระบวนการรู้คิด ทักษะการแก้ปัญหาการกำหนดเป้าหมาย การตัดสินใจ และการบริหารจัดการเวลา

6. การประเมินตนเอง (Self -Assessment) เป็นวิธีการส่งเสริมการสะท้อน (Reflection) ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ ในการเรียนรู้ของตนเองและการทำงานในลักษณะ ประเมินตนเองและประเมินกลุ่ม ครูอาจจะให้นักเรียนเขียนเพื่อประเมินตนเอง ประเมินการทำงาน ให้นักเรียนจับคู่หรือเข้ากลุ่มพูดคุยหรืออภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการคิด การเรียนรู้ นอกจากนี้ครูควร ให้ข้อมูลย้อนกลับในเชิงบวกต่อการประเมินและการสะท้อนคิดของนักเรียน

จากการศึกษาแนวคิดของการสะท้อนคิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสะท้อนคิด เป็น กระบวนการที่สำคัญที่ช่วยทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ทบทวนตนเองให้รู้ถึง ความสามารถ จุดเด่น จุดด้อย เกิดความเข้าใจ รู้จักตนเอง ยอมรับและเห็นคุณค่ามีความภาคภูมิใจในตนเอง ซึ่งใน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถฝึกให้นักเรียนสะท้อนความคิดในการเรียนโดยวิธีการตั้ง คำถาม ให้นักเรียนได้มีโอกาสคิดทบทวนโดยผ่านการตอบคำถาม เช่น ในการเรียนมีเนื้อหาหลักหรือ มโนทัศน์ที่สำคัญอย่างไร สิ่งที่น่าสนใจ สิ่งที่ยังไม่เข้าใจ ความรู้สึกในการเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบ ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน สามารถใช้เป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงนักเรียนและการ แก้ปัญหาต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมอย่างหนึ่งคือ การเขียนบันทึกการเรียนรู้

การเขียนบันทึกการเรียนรู้

1. ความหมายการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Burton (1985) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้เวลาน้อยและ ประหยัดแต่มีประโยชน์มากเมื่อนำไปใช้ในห้องเรียน การบันทึกจะช่วยให้ค้นพบแบบแผนการคิด (Pattern of thought) ก่อให้เกิดการพัฒนาการคิด ซึ่งการเขียนบันทึกการเรียนรู้แสดงถึง “สิ่งที่ฉัน คิดในสิ่งที่ฉันทำ” ต่างจากการเขียนบันทึกประจำวันที่แสดงให้รู้แค่ “อะไรที่ฉันทำ”

Mett (1987) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า เป็นการเขียนที่ให้นักเรียนได้ถ่ายทอดสิ่ง ที่ได้เรียนรู้ ความรู้สึกต่อการเรียนได้อย่างอิสระอย่างสั้นๆ โดยนักเรียนเขียนสะท้อนผลการเรียนรู้ได้ อย่างอิสระแบบไม่เป็นทางการ และตรวจสอบความคิดของตนเอง

Cooney. et.al. (1996) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่าเป็นวิธีการประเมินผลที่ สามารถให้นักเรียนได้เขียนแสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ (Communicate Mathematically) และยังกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าสำหรับครูในการตรวจสอบและทบทวนการสอนของตนเอง

Carritie (2002) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า “มีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง 2 คำ คือ Journals เป็นการเขียนแบบบรรยายและมีความเป็นอัตนัยมากกว่า Logs โดยให้นักเรียนเขียน บรรยายความรู้สึก ความคิดเห็น ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนของตนเอง เรื่องราวที่ได้อ่านมา

ประสบการณ์ในอดีต หรือเขียนคำทำนายของสิ่งที่จะเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในความคิดของพวกเขาเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้มากขึ้น ส่วน Logs เป็นการเขียนที่สั้นๆ โดยเขียนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรมากกว่า”

สมศักดิ์ สินธุระเวช (2542) กล่าวถึงการเขียนบันทึกการเรียนรู้ว่า เป็นเอกสารที่นักเรียนแต่ละคนได้บันทึกความรู้ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนกระบวนการ ข้อสงสัยต่างๆ ความรู้สึกส่วนตัว ความคิดเห็นที่เปลี่ยนไปที่ได้จากการเรียนรู้ของตน โดยการเขียนบันทึกนี้ไม่ได้เป็นเพียงบันทึกกิจกรรมที่เรียนในแต่ละวันหรือเป็นแหล่งข้อมูลเท่านั้น แต่เป็นบันทึกการเรียนรู้ได้ประมวลไปด้วยข้อมูลบอกตัวตนของนักเรียน ผ่านการวิเคราะห์และการคิดไตร่ตรองในการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ผ่านกระบวนการต่างๆมา

จากการศึกษาความหมายของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ สามารถผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ หมายถึง การเขียนเรื่องราวเกี่ยวกับประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจหรือสิ่งที่นักเรียนได้พบ ได้เรียนรู้ โดยลักษณะการเขียน สามารถเขียนบรรยายโดยใช้ภาษาของตนเองซึ่งสามารถเขียนได้ทั้งเนื้อหาความรู้ วิธีการ รูปภาพ ความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆได้อย่างอิสระตามความต้องการของนักเรียน

2. ประเภทของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Hoskisson and Tompkins (1987) ได้แบ่งประเภทของการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. แบบบันทึกประเภทส่วนบุคคล (Personal Journals) เป็นการบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตของนักเรียน โดยนักเรียนสามารถเลือกบันทึกหัวข้อต่างๆตามความสนใจ ซึ่งบางครั้งก็อาจให้ไม่ทราบว่าตนจะเขียนอะไร

2. แบบบันทึกประเภทสนทนา (Dialogue Journals) เป็นการบันทึกระหว่างครูและนักเรียนสนทนาผ่านการเขียน นักเรียนอาจเขียนเกี่ยวกับสิ่งที่กังวลหรือสิ่งที่สนใจ และครูจะเขียนตอบคำถามนั้นๆ คุณค่าของบันทึกประเภทนี้คือ สามารถลดช่องว่างในการพูดและการเขียน และเป็น การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

3. แบบบันทึกประเภทบันทึกการเรียนรู้ (Learning Journals) เป็นการบันทึกเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียน บันทึกประเภทนี้เป็นเครื่องมือที่สะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และปัญหาการเรียนรู้ รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับความรู้เดิม

4. แบบบันทึกประเภทบันทึกจากการอ่าน (Reading Logs) เป็นการบันทึกที่นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็น ถ่ายทอดความรู้สึกที่มีต่อเรื่องที่อ่านอย่างไร หรือนักเรียนอาจเขียนบันทึกเกี่ยวกับข้อคิดเห็นที่ได้จากเรื่องที่อ่าน

5. แบบบันทึกประเภทจำลองบุคคล (Simulated Journal) เป็นการบันทึกที่นักเรียนสมมุติตนเป็นบุคคลอื่นแล้วเขียนแสดงบทบาทหรือความคิดของบุคคลนั้น เช่น เมื่ออ่านชีวประวัติ นักเรียนอาจสมมุติตนเป็นตัวละครในประวัติศาสตร์ ในขณะที่อาจสมมุติว่าตนเป็นตัวละครในเรื่อง ซึ่งบันทึกประเภทนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจชีวิตของมนุษย์และเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์หรือวรรณคดีมากขึ้น

6. แบบบันทึกประเภทเด็กเล็ก (Young Children's Journals) เป็นการบันทึกที่ใช้กับนักเรียนที่เป็นเด็กก่อนเรียน เด็กปฐมวัย และเด็กวัยอื่นที่ยังไม่สามารถอ่านหนังสือได้หรือฝึกการเขียน ซึ่งนักเรียนอาจวาดภาพประกอบแทน ถ้านักเรียนมีปัญหาเรื่องตัวสะกด ครูจะต้องให้นักเรียนเขียนตามคำบอกและหลังจากเขียนเรื่องแล้วก็ให้นักเรียนอ่านเรื่องให้เพื่อนฟัง

ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ทั้ง 6 ประเภทนี้ มีลักษณะการนำไปใช้ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนที่จะเลือกใช้แบบบันทึกที่เหมาะสมตามความต้องการและลักษณะของนักเรียน

3. ความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนคณิตศาสตร์

Nahrgang and Peterson (1989) กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนบันทึกการเรียนรู้กับการเรียนคณิตศาสตร์ว่า มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในชั้นเรียนดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจ เกิดเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง
2. เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยของครู การเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถบอกความเข้าใจข้อบกพร่อง หรือความเข้าใจในมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของนักเรียน แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุงแก้ไข
3. ช่วยให้นักเรียนได้แสดงถึงทักษะทางปัญญาหลายอย่าง เช่น การแปลความ การสังเคราะห์ การตีความ เป็นต้น

ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ์ (2542) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแสดงถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทั้งด้านเนื้อหาวิชา วิธีการ ความรู้สึกและทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในแต่ละคาบ โดยนักเรียนสามารถเขียนบรรยายความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ด้วยภาษาของตนเอง โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ โมเดล แผนภูมิ ไดอะแกรม สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนความคิดรวบยอดนั้นตามความถนัดของแต่ละคน และครูใช้บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นเครื่องมือในการสื่อสารกับนักเรียนเป็นรายบุคคล และเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน

4. แนวทางการจัดการเรียนรู้

Dougherty (1996) และ Fulwiler (1982) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเขียนสรุปสาระสำคัญในเนื้อหาที่เรียนด้วยภาษาของตนเอง โดยมีการเขียนอธิบายแนวคิดเพื่อเน้น

สะท้อนถึงความเข้าใจของตนเอง และความรู้สึกเกี่ยวกับผลการเรียนรู้หรือในสิ่งที่ตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจซึ่งลักษณะการเขียนบันทึกการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองในเนื้อหาที่เรียน

และส่วนที่ 3 การสะท้อนเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ของตนเอง

ซึ่งต้องการให้นักเรียนสามารถสรุปสาระความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ของตนเอง อีกทั้งเป็นเครื่องมือสำหรับครูในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อตรวจสอบข้อดีหรือข้อผิดพลาดทางการเรียนของตนเอง

Hoskisson and Tompkins (1987) กล่าวว่าลักษณะการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเขียนอย่างอิสระอาจจะมีข้อผิดพลาดในการเขียนอยู่มาก เนื่องจากนักเรียนจะให้ความสำคัญกับความคิดที่เขียน ไม่ใช่การสะกดคำที่ถูกต้อง ใช้ภาษาที่ถูกต้องหรือรูปแบบการเขียนที่ถูกต้อง

Hart (1994) ได้กล่าวถึงลักษณะคำถามที่ใช้ในบันทึกการเรียนรู้โดยสรุปคือ ควรเป็นคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ เช่น สิ่งที่นักเรียนเรียนรู้จากการทำงานที่ได้รับมอบหมายคืออะไร เป้าหมายในการทำงานนี้ของนักเรียนคืออะไร ถ้านักเรียนมีโอกาสได้ทำงานชิ้นนี้อีกครั้ง นักเรียนจะทำอะไรที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นต้น นอกจากนี้ประโยคเริ่มต้นในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ควรมีลักษณะดังตัวอย่างนี้

วันนี้ในวิชาคณิตศาสตร์ ฉันได้เรียนรู้.....

สิ่งที่ฉันยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการวิหการยาวคือ.....

สิ่งที่ฉันภูมิใจที่สุดในการเรียนคณิตศาสตร์ในคาบนี้คือ..... เป็นต้น

McIntosh and Draper (2001) กล่าวถึงข้อเสนอแนะในการเขียนบันทึกการเรียนรู้สำหรับห้องเรียน ดังนี้

1. การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ควรมีความสม่ำเสมอ โดยใน 1 สัปดาห์ควรมีการเขียนบันทึกการเรียนรู้พอสมควร แต่ไม่จำเป็นต้องเขียนบันทึกการเรียนรู้ทุกวัน ซึ่งการให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้บ่อยครั้งจะทำให้นักเรียนมีนิสัยชอบการคิด

2. ช่วยทำให้นักเรียนที่ไม่อยากเขียน เพราะไม่เคยเขียนบันทึกการเรียนรู้มาก่อนทำได้ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญว่าการเขียนนั้นเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียนและมีการตอบสนองต่อการเขียนของนักเรียนจากครู ส่งผลให้นักเรียนเต็มใจที่จะเขียนบันทึกการเรียนรู้ซึ่งมีส่วนช่วยให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความสมบูรณ์มากขึ้น

3. บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนที่เขียนมา ครูควรมีการสะท้อนความคิดของครูกลับไปยังนักเรียนด้วย

4. ระยะเวลาในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ควรเหมาะสม เมื่อครูรวบรวมบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว ครูควรอ่านการเขียนบันทึกการเรียนรู้ตัวอย่างรวดเร็วและเขียนตอบกลับเพื่อจะได้เข้าใจความคิดของนักเรียนในบทเรียนที่สอนในวันนั้นทันที ทั้งนี้ในการอ่านและเขียนตอบกลับให้นักเรียนขึ้นอยู่กับจำนวนนักเรียนและการเขียนของนักเรียนด้วย

5. บันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนมานั้น ครูควรตอบสนองต่อการเขียนของนักเรียนโดยอาจจะใช้การพูดหรือการเขียนลงไปบนบันทึกการเรียนรู้ที่นักเรียนเขียนมาเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าครูมีความสนใจความคิดของนักเรียน โดยครูจะต้องแน่ใจว่าการตอบสนองของครูนั้นทำให้เกิดผลทางบวกต่อนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกดีต่อวิชาที่เรียนและเต็มใจเขียนบันทึกการเรียนรู้มากขึ้นด้วย เพราะนักเรียนมักชอบการชมเชยมากกว่าการว่ากล่าว

Johnson and Johnson (2002) กล่าวถึงวิธีการเขียนบันทึกการเรียนรู้โดยสรุปดังนี้

1. ควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจความหมายของบันทึกการเรียนรู้ และบันทึกการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเขียนนั้น ควรเริ่มด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน
2. การกำหนดช่วงเวลาที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ ความยาวของบันทึกการเรียนรู้ จำนวนครั้งที่เขียนในแต่ละสัปดาห์ จำนวนครั้งในการแลกเปลี่ยนบันทึกการเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่ม และกำหนดเวลาส่งบันทึกการเรียนรู้ ควรมีการตกลงกันให้เรียบร้อยก่อนที่จะเขียนบันทึกการเรียนรู้ และการรวบรวมส่งให้ครู
3. การให้นักเรียนเกิดความต้องการพัฒนาบันทึกการเรียนรู้ของตนเองให้ดียิ่งขึ้น สามารถให้นักเรียนเห็นตัวอย่างของบันทึกการเรียนรู้ทั้งที่ดีและไม่ดี
4. การประเมินบันทึกการเรียนรู้ ควรให้คะแนนแบบรูบริคส์ ทั้งนี้ครูควรให้นักเรียนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การประเมินร่วมกัน
5. การใช้ประโยคช่วยนำในการเขียนบันทึกการเรียนรู้เช่น ฉันต้องการรู้เรื่องเกี่ยวกับ...จะทำให้ให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ง่ายและเร็วขึ้น
6. บันทึกการเรียนรู้ควรมีการแลกเปลี่ยนกันเองกับเพื่อนภายในกลุ่ม โดยอาจจะมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทุกๆ 2 ครั้งในหนึ่งสัปดาห์หรือสัปดาห์ละหนึ่งครั้งก็ได้
7. การกำหนดเวลาที่แน่นอนในการส่งบันทึกการเรียนรู้ให้ครูอ่าน เพื่อให้ครูได้อ่านและตอบคำถาม ให้กำลังใจ หรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนเพิ่มเติม
8. การประเมินบันทึกการเรียนรู้ ควรให้ออกส่นนักเรียนเป็นผู้ประเมินด้วยตนเอง
9. บันทึกการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว อาจเป็นส่วนหนึ่งในแฟ้มสะสมผลงานของนักเรียนเองได้

Mett (1987) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ในรูปแบบใดๆ จะมีลักษณะที่คล้ายกัน ดังนี้

1. ให้นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ความรู้สึกต่อการเรียนการสอนอย่างอิสระไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับคะแนนสอบ

2. เป็นการเขียนเพื่อสื่อในการสนทนาระหว่างครูกับนักเรียน ที่ไม่ได้เห็นความสำคัญกับการสะกดคำ ภาษาหรือรูปแบบการเขียนที่ถูกต้องหรือไม่

3. ในการวัดและการประเมินการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะเขียนโน้ตให้ข้อเสนอแนะในงานเขียนของนักเรียน โดยไม่เขียนอย่างตรงไปตรงมา ไม่เขียนคำกล่าวที่ทำให้นักเรียนรู้สึกผิด กลัว ท้อแท้ เขียนชมเชยในสิ่งเขียนถูกต้อง และชมเชยในความคิดของนักเรียนซึ่งลักษณะเป็นการกระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียน และช่วยให้นักเรียนอยากเขียนมากขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดการสะท้อนคิด และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Dougherty (1996) และ Fulwiler (1982) มาประยุกต์เป็นแนวทางในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยสามารถเขียนเป็นประเด็นหลักๆ ได้ดังนี้

1. การสรุปสาระสำคัญ เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ตามจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสะท้อนคิด จากเนื้อหาบทเรียน ประสบการณ์ต่างๆที่นักเรียนได้เรียนอันสะท้อนถึงความรู้ ความเข้าใจ แล้วอธิบายด้วยความเข้าใจของนักเรียน

2. การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง เป็นกิจกรรมทบทวนที่ให้นักเรียนเขียนแสดงความรู้ที่เข้าใจจากการเรียนรู้ สิ่งที่ยังสับสนและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติมในประเด็นที่ยังสับสน

3. ความรู้สึกในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็น ปฏิบัติการที่มีต่อการเรียนรู้ในแต่ละครั้งอย่างอิสระตามความคิดของนักเรียน

ในการเขียนบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเขียนตามความเข้าใจของตนเอง ใช้ภาษาของตนเองที่สามารถอ่านเข้าใจได้ง่าย

5. ประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้

Mett (1987) กล่าวถึง ประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนเกิดการจัดลำดับความคิดในการเรียนคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น

2. เป็นเครื่องมือที่ช่วยปรับปรุงการสื่อสารของห้องเรียน

Bagley and Gallenberger (1992) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ กล่าวคือ

1. ทำให้นักเรียนที่ขี้อายหรือขี้อาย การอยู่หน้าชั้น ได้มีส่วนร่วมในการสื่อสารแนวคิด ถามคำถาม และคำแนะนำ

2. นักเรียนสามารถเขียนได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องคำนึงถึงการสะกดคำ หรือรูปแบบในการเขียน

3. นักเรียนสามารถสรุปหรือเชื่อมโยงความคิด และหาความสัมพันธ์ในวิชาที่เรียน กับวิชาอื่นๆได้

4. นักเรียนสามารถอธิบาย ให้คำจำกัดความ ความคิดรวบยอดได้ด้วยตัวเอง

5. นักเรียนสามารถทดลองวิธีการต่าง ๆ หรือค้นพบความคิดรวบยอดได้อย่างอิสระ

6. ช่วยทบทวนเนื้อหาความรู้

7. สะท้อนให้เห็นถึงการเรียนในชั้นเรียน จากการเขียนสรุปบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง

8. นักเรียนสามารถแสดงความรู้สึกทั้งทางบวกและลบ หรือสิ่งที่ไม่เข้าใจในชั้นเรียน ได้

Norwood and Carter (1994) กล่าวถึงประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการฟัง อ่าน แสดงความคิดเห็น และถามคำถาม รวมถึงตีความและประเมินความคิด

2. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงภายในวิชาที่เรียน หรือการเชื่อมโยงวิชาที่เรียนกับวิชาอื่น

3. เมื่อนักเรียนได้เขียนการเขียนบันทึกการเรียนรู้บ่อยๆ จะทำให้นักเรียนมีการ สะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ และนำมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้ดี

Ryder and Graves (1994) กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถช่วยให้นักเรียนได้ ทบทวนว่าตนเองรู้ ไม่รู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง อีกทั้งช่วยให้การติดต่อสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Meier and Risher (1998) กล่าวว่าประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. นักเรียนจะเขียนอธิบายในสิ่งที่ยากด้วยตนเอง

2. นักเรียนรู้สึกเป็นเจ้าของแนวคิดนั้นๆ

3. นักเรียนได้เขียนบันทึกความสนใจและความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที

4. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ฝึกสร้างความคิด

Hiemstra (2001) กล่าวถึงประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ดังนี้

1. ส่งเสริมพัฒนาการของบุคคล โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้นี้นักเรียนจะต้อง ได้รับข้อมูลทั้งหมดแล้วจึงแสดงออกอย่างอิสระ ซึ่งเป็นการช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดอีกด้วย

2. ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับรู้และรับฟังความคิดของตนเอง ค้นพบตนเอง อีกทั้งช่วย ให้นักเรียน กล้าแสดงออก

3. ช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาจากประสบการณ์ของตนเอง

4. ช่วยให้นักเรียนลดความเครียดและความกังวลในห้องเรียน

Johnson and Johnson (2002) กล่าวว่าประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้โดยสรุป ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือที่ช่วยรวบรวมในสิ่งที่ได้เรียนรู้
2. เป็นการเขียนบันทึกสาระสำคัญเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนรู้อะไรและได้อะไรจากการเรียนรู้
3. ช่วยให้นักเรียนเรียบเรียงความคิดในการตอบคำถามของครูผู้สอนและคนอื่น ๆ
4. ช่วยให้นักเรียนเห็นพัฒนาการความก้าวหน้าเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง
5. ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ หรือเชื่อมโยงความรู้ในรายวิชาอื่นๆ ได้
6. เป็นเครื่องมือช่วยรวบรวมเทคนิควิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ
7. ช่วยให้นักเรียนทบทวนความรู้ ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ และได้ทำความเข้าใจให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการศึกษาประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยสามารถสรุปประโยชน์ของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ได้ดังนี้ การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือประเภทหนึ่งที่สามารถใช้ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตามสภาพจริง โดยสะท้อนให้เห็นถึงความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน ความเข้าใจในการเรียน การเชื่อมโยงความรู้กับการนำไปใช้ และสะท้อนความรู้สึก ความคิดเห็น ของนักเรียนได้อย่างอิสระช่วย ซึ่งการเขียนบันทึกเป็นวิธีการตรวจสอบ ความก้าวหน้าเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก ความคิดเห็นได้อย่างรวดเร็ว และข้อมูลนี้สามารถนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนได้ทันทีและสามารถปรับแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้ให้เกิดความเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนได้อย่างชัดเจน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และการสะท้อนคิด ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยขอนำเสนอการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

ชนกนันท์ จันทร์อร่าม (2560) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า 1) นักเรียนได้ใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ของตนเอง นำมาประกอบการพิจารณาปัญหาปลายเปิด มีการแสดงแนวคิดอย่างมีเหตุผล สามารถเชื่อมโยงเหตุและผล นำไปสู่ข้อสรุปอย่างเป็นลำดับขั้นตอน 2) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลการตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ จากการประเมินผลในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

นภัสสร งามขำ (2563) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เพื่อ ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มที่จะแสดงความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเพิ่มสูงในแต่ละ วงจร โดยพบรูปแบบการอภิปรายแบบการเชื่อมโยง การโต้แย้ง การให้เหตุผล และการอธิบายใน สัดส่วนที่สูงที่สุดตามลำดับ โดยที่การอภิปรายส่วนใหญ่เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนและ กระบวนการในการแก้ปัญหา แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เป็นผลของการวิจัยในครั้งนี้ สามารถใช้เป็น แนวทางในเชิงปฏิบัติสำหรับครูในการส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามแนว ปฏิบัติการสอน 5 ขั้น

นิรัชชลา ทับพุ่ม (2563) ได้ศึกษาการส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์โดย ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะการอภิปรายโต้แย้งทาง คณิตศาสตร์มีประเด็นที่ควรเน้น คือ ครูควรสร้างสถานการณ์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียน มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการอภิปรายโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดทำ ให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบย่อย โดยเรียงลำดับการพัฒนา จากมากไปน้อยได้ดังนี้ สร้างข้อความคาดการณ์และการให้เหตุผลสนับสนุนข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.19 รองลงมา คือ การให้หลักฐานสนับสนุนข้อมูล และการให้ข้อโต้แย้งที่แตกต่างออกไปเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 78.70 และการให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งกลับ คิดเป็นร้อยละ 75 ตามลำดับ

สุมาลี มีสกุล (2564) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบอะคิเต ในสถานการณ์การแพร่ ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น พบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องแคลคูลัสเบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียน 2) นักเรียนมี คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแคลคูลัสเบื้องต้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 3) นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้น ในการหาคำตอบของปัญหาทุก ข้อ ตั้งแต่ระดับโครงสร้างหลากหลายขึ้นไปคิดเป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 4) นักเรียนมีความพึง พอใจต่อการจัดการเรียนรู้เรื่องแคลคูลัสเบื้องต้นในระดับมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ชลันดา แสนอุบล (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิด Akita action model ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 พบว่า 1) จากการศึกษาสภาพปัญหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 44 คน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งหมด 36 คน คิดเป็น 81.81 เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนทั้งหมด เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาส่วนใหญ่เน้นการบรรยายเนื้อหา ยังไม่มีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและฝึกคิดแก้ปัญหา เช่น การฝึกสังเกต ตั้งสมมติฐาน และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลว่าเป็นจริงหรือเท็จ 2) ผลจากการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิด Akita action model มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ดังนี้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละ 63.50 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.76 และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.32 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3

จุลณิ สุระโยธิน (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันทางอินเทอร์เน็ตด้วยการเขียนสะท้อนคิดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่มีต่อทักษะทางสังคมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันทางอินเทอร์เน็ตด้วยการเขียนสะท้อนคิดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่มีต่อทักษะทางสังคมของนักเรียน และศึกษาพฤติกรรมสื่อสาร ปฏิสัมพันธ์พฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมเรียนรู้ด้วยการเขียนสะท้อนคิดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ โดยมีเครื่องมือในการวิจัย กิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันทางอินเทอร์เน็ตด้วยการเขียนสะท้อนคิดผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ระบบบริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบประเมินทักษะทางสังคม แบบสังเกต และแบบสอบถามความคิดเห็นพบว่า นักเรียนมีทักษะทางสังคมสูงขึ้น พฤติกรรมสื่อสารและปฏิสัมพันธ์พฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม และพฤติกรรมเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้สื่อสังคมออนไลน์โดยรวมมีคุณภาพดี คิดเป็นร้อยละ 91.1 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันทางอินเทอร์เน็ตด้วยการเขียนสะท้อนคิดผ่านสื่อสังคมออนไลน์อยู่ในระดับมาก

เชษฐา แก้วพรม (2556) ได้ศึกษาพัฒนาทักษะสะท้อนคิดของนักศึกษาพยาบาลด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ในรายวิชาการสอนและการให้คำปรึกษาทางสุขภาพ เป็นวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาผลของการมอบหมายให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ต่อพฤติกรรมสะท้อนคิดและระดับการสะท้อนคิดของนักศึกษาพยาบาล ตัวอย่างนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี

จำนวน 202 คน ในรายวิชาการสอนและการให้คำปรึกษาทางสุขภาพ โดยนักศึกษาได้รับมอบหมายให้เขียนบันทึกการเรียนรู้หลังสิ้นสุดการเรียนในแต่ละสาระการเรียนรู้ 5 ครั้ง เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยบันทึกการเรียนรู้ แบบวัดพฤติกรรมสะท้อนคิด และแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเขียนบันทึกการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย สถิติร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่านักศึกษามีพฤติกรรมสะท้อนคิดและระดับการสะท้อนคิดเพิ่มขึ้น แสดงว่าการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีทักษะสะท้อนคิด จากข้อค้นพบมีข้อเสนอแนะว่าอาจารย์ควรได้รับการส่งเสริมให้มีความรู้ความเข้าใจและนำแนวทางการเขียนบันทึกการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะสะท้อนคิดให้กับนักศึกษาต่อไป

ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ (2542) ได้ศึกษาผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย โดยศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ สูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบ่งเป็นกลุ่มทดลองเขียนบันทึกการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ ใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนของกลุ่มที่เรียนแบบปกติ คิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้น นักเรียนกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำของกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ของกลุ่มที่เรียนแบบปกติ นักเรียนกลุ่มที่เขียนบันทึกการเรียนรู้มีความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์หลังการเขียนบันทึกการเรียนรู้ต่ำกว่าก่อนการเขียนบันทึกการเรียนรู้

ณัฐวัฒน์ มะลิวรรณ (2556) ได้ศึกษาการเขียนบันทึกเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น:การวิเคราะห์พัฒนาการโดยศึกษาผลการใช้การเขียนบันทึก วิเคราะห์พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นวิจัยกึ่งทดลองแบบอนุกรมเวลา เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบเขียนบันทึกในวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์ความพึงพอใจต่อการเขียนบันทึก และแบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าการเขียนบันทึกในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มทดลองมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.05 และนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Jill Fielding-Wells, Katie Maker (2015) ได้ศึกษาถึงการระบุองค์ประกอบหลักของการอภิปรายโต้แย้งในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ได้กล่าวถึง Blair (2012) อธิบายถึงมุมมองการโต้แย้งพื้นฐาน โดยมองว่าเป็นรูปแบบของการสอบถามซึ่งใช้การอภิปรายโต้แย้งเพื่อสำรวจและหาทางแก้ปัญหา ละได้กล่าวถึง Toulmin เป็นการอภิปรายโต้แย้ง Van, Eemeren & Grootendorst (2004) ได้ขยายความคิดของ Toulmin เป็นการอภิปรายโต้แย้งที่เน้นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยคำนึงถึงความถูกต้องและตรรกะที่สามารถตรวจสอบได้ Jill Fieling & Wells ได้ศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาในรัฐควีนส์แลนด์ ใช้วิดีโอเทปในการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการที่ดัดแปลงมาจาก Powell, Francisco & Maher (2003) มีการดูและบันทึกวิดีโอในแต่ละบทเรียน มาถอดเทป และเข้ารหัส ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถอภิปรายโต้แย้งในระดับพื้นฐานได้ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของนักเรียน

Groth (2015) ได้ศึกษา ผลของการใช้โมเดลของสไตน์ เพื่อสนับสนุนการอภิปรายทางสถิติ โดยตัวอย่างในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้องที่ได้รับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลของสไตน์ กับห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ห้องที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลของสไตน์นั้น นักเรียนมีความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สามารถวิเคราะห์เชื่อมโยงความคิดหลากหลาย มีความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Johanning (2000) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียน และอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอภิปราย อีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วย เพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไร กับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 34 คน รวมทั้งสิ้น 48 คน ใช้เวลาในการดำเนินการเป็นเวลา 1 ปี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบการเขียนของนักเรียน การบันทึกเสียงขณะการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น นอกจากนี้การเขียนอธิบายก่อนการ

อภิปรายกลุ่มทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันกับครู และเพื่อน และการเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการคิด การเขียน และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

Wolf (2009) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่น และการเขียนเพื่ออธิบายคำตอบ ในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่องเศษส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่า ก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียน และการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการ เรียน และมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยมทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อ วิชาคณิตศาสตร์

Lakshmi (2014) ได้ศึกษาการสะท้อนการปฏิบัติโดยผ่านการเขียนบันทึกการเรียนรู้และ เพื่อนสังเกตเพื่อน เพื่อศึกษาคูสรสอนภาษาที่เข้าร่วมการวิจัยโดยใช้การเขียนบันทึกการเรียนรู้และ เพื่อนสังเกตเพื่อน เป็นวิธีการสะท้อนการปฏิบัติ พบว่าการปฏิบัติเหล่านี้เป็นกระจุกที่สะท้อนให้เห็น ถึงภาพของตัวเองของครู การอภิปรายแสดงภาพสะท้อนให้เห็นว่าครูผู้เข้าร่วมเชื่อว่าในทางปฏิบัติที่ สะท้อนนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพของการประเมินตนเอง ตัวครูและนักเรียนได้รับความเข้าใจที่ลึกซึ้ง เกี่ยวกับปัญหาในห้องเรียน พัฒนาความเข้าใจแนวความคิดทางเลือกของการเรียนการสอนและการ เรียนการสอนการปฏิบัติทางเลือก ทำให้ครูและนักเรียนลองหาทางออกทางเลือกทางความคิดใน ห้องเรียนและมีการเพิ่มขีดความสามารถและการเปลี่ยนแปลงประสบการณ์ในการพัฒนาส่วนบุคคล มีความเป็นมืออาชีพ สามารถพัฒนาของความไวเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนตรวจสอบจากการเขียน บันทึกการเรียนรู้และเพื่อนสังเกตเพื่อน ของทั้งนักเรียนและครู แสดงให้เห็นว่ากาสะท้อนสามารถเป็น เครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับทั้งนักเรียนและครู

Abdolmanafi (2013) ได้ศึกษาผลกระทบของการเขียนบันทึกการเรียนรู้แบบโต้ตอบของ ผู้เรียนไวยากรณ์ เพื่อศึกษาผลกระทบของการเขียนบันทึกโต้ตอบเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียน ไวยากรณ์และความเชื่อมั่นของพวกเขา เป็นวิจัยแบบทดลองโดยเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่ม นักเรียนเข้าร่วม 68 คน นักเรียนที่อยู่ในช่วงอายุ 18- 23 ปี และผู้ที่เข้าร่วมจะเรียนภาษาอังกฤษ 12 ครั้ง กลุ่มทดลองได้รับคำสั่งให้เขียนบันทึกการเรียนรู้ประจำวันทุกครั้งที่ ในระหว่างการศึกษาในขณะที่ กลุ่มควบคุมได้รับการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนถูกนำมาใช้ใ้ การประเมินทักษะไวยากรณ์ของผู้เข้าร่วมก่อนและหลังการรักษา พบว่าการเขียนบันทึกการเรียนรู้

แบบโต้ตอบมีผลบวกอย่างมีนัยสำคัญของนักเรียนความรู้ไวยากรณ์และเพิ่มความเชื่อมั่นของพวกเขาในการเขียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการส่งเสริมความสามารถในการการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล ซึ่งการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทยจะเป็นการนำไปใช้ในระดับมัธยมศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การคิดเชิงคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลทำให้นักเรียนได้ค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเองจากหัวข้อหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยมีการขยายความคิดของตนเองให้กว้างและลึกขึ้นผ่านการอภิปรายเป็นกลุ่ม และทบทวนเนื้อหาวิธีการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้สมุดจดบันทึก ซึ่งเรียกว่า การสะท้อนคิด เป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งผลต่อทักษะการสะท้อนคิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน การสะท้อนคิดผู้เรียนสามารถถ่ายทอดผ่านการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่เรียน และช่วยในการทบทวนความรู้ ช่วยเพิ่มความสามารถในการเขียนสิ่งที่เรียนรู้ และเป็นเครื่องมือที่ครูผู้สอนสามารถตรวจสอบความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่นักเรียนเรียนได้ ทำให้ได้ข้อมูลสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยได้เสนอรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Schmuck, R. (2006) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับ ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ โดยเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนของวงจรปฏิบัติถัดไปจนครบจำนวนวงจรปฏิบัติที่กำหนด มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไขโดยผู้วิจัยได้สังเกตความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน และปรึกษาหารือร่วมกับครูในรายวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ถึงปัญหา และสาเหตุ
2. ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชั้นเรียน
3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

4. วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงลูกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

5. เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงลูกแบบอะคิตะโมเดล ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ และเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการในวงจรปฏิบัติการละหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จนครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 4 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงลูกแบบอะคิตะโมเดล ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้จะสังเกตพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ว่าได้ผลหรือไม่ นักเรียนมีพฤติกรรมขณะการทำงานและการอภิปรายเป็นอย่างไร โดยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องบันทึกวิดีโอและเครื่องบันทึกเสียงเพื่อใช้ประกอบการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และเทปบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจรโดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้หรือวงจรปฏิบัติแล้วผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป ซึ่งวงจรทั้งหมด 4 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน จำนวน 31 คน ที่เรียนในรายวิชา คณิตศาสตร์ 3 (ค31102)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงเครื่องมือที่ใช้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ	แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อศึกษาการสะท้อนคิดในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล	แบบประเมินระดับการสะท้อนคิด

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้นำปัญหา หรือสถานการณ์มาจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันหาวิธีแก้ปัญหาและนำไปสู่การอภิปรายทางคณิตศาสตร์รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล วิธีการสอน/กิจกรรม สื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ รวมถึงศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากหนังสือเรียน เอกสารประกอบการสอน ตำราต่างประเทศ และเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

1.1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

1.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อกิจกรรม และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงจร ปฏิบัติการที่	แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวน (ชม.)
1	1	อัตราส่วน	3
2	2	สัดส่วน	3
3	3	ร้อยละ	3
4	4	บทประยุกต์	3
รวม			12

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
- 2) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 3) สาระสำคัญ
- 4) สาระการเรียนรู้
- 5) สื่อการเรียนรู้

- 6) แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม
- 7) การวัดและการประเมินผล
- 8) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ 4 ขั้นตอน

- 8.1) ขั้นรู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้
- 8.2) ขั้นมีความคิดของตนเอง
- 8.3) ขั้นอภิปรายกลุ่ม
- 8.4) ขั้นทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

9) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (สำหรับผู้วิจัย)

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา
จำนวน 1 ท่าน
- 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ภายในโรงเรียนเป็นครู
ประจำการ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ ด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

หลักจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

มากที่สุด	ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
	ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
มาก	
	ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
ปานกลาง	
	ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
น้อย	
	ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม
น้อยที่สุด	

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม ซึ่งจากการที่ ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.11

1.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูประจำการ จะบันทึก ประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไปโดยมีขั้นตอนการ สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียน

บันทึกประเด็นตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ดังนี้

ขั้นที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ขั้นที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

1.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไว้ข้างต้น

1.2.4 ปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.2.5 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการ สะท้อนผลโดยครูชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในขณะที่ยังทำการสอนทุกครั้ง

นอกจากนี้ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ผู้วิจัยมีการบันทึกวิดีโอและเสียงการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่เกิดการสังเกตและการสะท้อนผลของผู้วิจัยไม่ครบถ้วน

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จะร่วมกันสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม เพื่อสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์ประกอบ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสถานการณ์ปัญหาสำหรับวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ จากนั้น ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

2.1.2 สร้างแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอแนวคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

2.1.3 นำแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมด้านภาษาและการนำไปใช้

2.1.4 ปรับปรุงแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.5 สร้างแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสังเกตการณ์อภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดของ Lin & Mintzes (2010) มาสร้างเป็นเกณฑ์รูบริค เพื่อวิเคราะห์ความสามารถการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น
	3	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	3	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่

ความสามารถในการอภิปราย ทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้ เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุน ให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุน ให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้
	4	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดง ว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างน่าเชื่อถือทุก ประเด็น
	3	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดง ว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างน่าเชื่อถือได้ เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดง ว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจาก ข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผล สนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดง ว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้นำเชื่อถือได้ครบทุกประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้นำเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้นำเชื่อถือได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้นำเชื่อถือได้

2.2 แบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 2 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 มีคำถามย่อย 6 ข้อ และสถานการณ์ที่ 2 มีคำถามย่อย 1 ข้อ รวมทั้งหมด 7 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ และมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

2.2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้เกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนเช่นเดียวกับใบกิจกรรม

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

จำนวน 1 ท่าน

3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ภายในโรงเรียนเป็นครูประจำการ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีแต่ข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์พิจารณา (ไพศาล วรคำ, 2552) ดังนี้

คะแนน +1	ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน 0	ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน -1	ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 มีคำถามย่อย 6 ข้อ และสถานการณ์ที่ 2 มีคำถามย่อย 1 ข้อ รวมทั้งหมด 7 ข้อ ซึ่งพบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเป็น 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

2.2.5 ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ครบ 4 วงจรปฏิบัติการ

3. เพื่อศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

3.1 แบบประเมินระดับการสะท้อนคิด เป็นแบบประเมินสมุดบันทึกของนักเรียน ซึ่งประเมินระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยได้นำแนวคิดจากแบบประเมินระดับการสะท้อนคิดของธีรพล เพียรเพ็ง (2556) ซึ่งเป็นแบบประเมินระดับสะท้อนคิดที่พัฒนามาจากแนวคิดของ Kember, et al. (2008) มาใช้ในการสร้างแบบประเมิน โดยแบ่งตามระดับการสะท้อนคิดออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และสถานการณ์ปัญหาสำหรับวัดการสะท้อนคิดของ

นักเรียน จากนั้น ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนคิด

3.1.2 สร้างแบบประเมินระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนใน 4 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 ระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ระดับที่ 2 ระดับสะท้อนคิด

ระดับที่ 3 ระดับเข้าใจ

ระดับที่ 4 ระดับไม่สะท้อนคิด

3.1.3 นำแบบประเมินระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของประเด็นการประเมิน

3.1.4 ปรับปรุงแบบประเมินระดับการสะท้อนคิดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.1.5 สร้างแบบประเมินระดับการสะท้อนคิดเพื่อนำไปใช้ในการประเมิน แบบบันทึกบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน

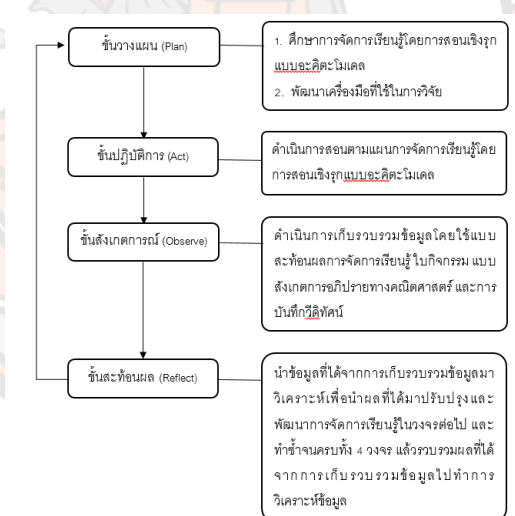
ระดับการสะท้อนคิด	เกณฑ์ประเมิน
ระดับที่ 1 ระดับไม่สะท้อนคิด	นักเรียนไม่เขียนสรุปแนวคิดในการเรียน ไม่มีแนวคิดสำคัญ ไม่มีการอธิบาย ไม่สามารถเขียนคำหรือข้อความที่แสดงถึงการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และไม่เขียนคำหรือข้อความแทนความรู้สึกได้
ระดับที่ 2 ระดับเข้าใจ	นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นคำสำคัญตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู ไม่มีการอธิบาย สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นคำๆ หรือคำถามยังไม่ชัดเจน ไม่สื่อความในสิ่งที่คิด และสามารถเขียนความในใจเป็นคำๆ
ระดับที่ 3 ระดับสะท้อนคิด	นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู มีการอธิบายยังไม่ชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคสั้นๆ หรือคำถามที่สื่อความใน

ระดับการสะท้อนคิด	เกณฑ์ประเมิน
	สิ่งที่คิดที่สงสัยได้ และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจเป็นประโยคสั้นๆ
ระดับที่ 4 ระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ	นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้ครอบคลุมแนวคิดสำคัญอย่างครบถ้วนด้วยภาษาของตนเองและมีการอธิบายอย่างชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคที่สมบูรณ์ หรือคำถามที่ชัดเจนสื่อความหมายในสิ่งที่คิดที่สงสัยได้อย่างชัดเจน และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจได้อย่างชัดเจน สามารถสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนดัง

ภาพ 3



ภาพ 3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยหลายชนิด เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 3 ข้อ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ด้วยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์ของการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้ร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยโดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามชั่วโมงสอนของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูล ดังนี้

1. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ได้แก่ ครูประจำการ จะบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป
2. แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ได้แก่ ครูฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู จะร่วมกันสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม เพื่อสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 4 องค์ประกอบ
3. แบบประเมินระดับการสะท้อนคิด หลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยนำแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาวิเคราะห์เป็นรายบุคคล เพื่อประเมินระดับการสะท้อนคิด

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพ โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 3 ข้อ ได้แก่

คำถามข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ควรเป็นอย่างไร

คำถามข้อที่ 2 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นอย่างไร

คำถามข้อที่ 3 ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยเครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูประจำการที่ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องมือ ดังนี้

1. คัดแยกข้อมูลที่เป็นประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการจัดการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้

2. จัดเรียงข้อมูลการสะท้อนผลของครูประจำการ โดยนำมาเรียงเป็นขั้นตอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนจะแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ผู้วิจัยพบว่ามีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ และส่วนที่ผู้วิจัยพบว่าเกิดปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาทั้งหมดจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากครูประจำการวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และสรุปสิ่งที่ปัญหา รวมทั้งข้อเสนอแนะที่จะนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

4. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนทั้งหมดมาสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสภาพจริงที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้า ด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) แบบใช้เครื่องมือมากกว่าหนึ่งชนิด (Method triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยและครูประจำการ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในประเด็นเดียวกันจากเครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน แล้วสรุปว่าแนวทางการจัดการเรียนเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยเครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการณ์ อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการบันทึกวิดีโอ โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยถอดบทสนทนาจากการบันทึกวิดีโอขณะการจัดการเรียนรู้หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจร

2. ผู้วิจัยอ่านบทสนทนาวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนจากแบบสังเกตการณ์ อภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด

3. ผู้วิจัยนำบทสนทนาที่ได้จากการถอดวิดีโอของแต่ละวงจรมาจัดกลุ่มบทสนทนาที่ได้ตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

4. ผู้วิจัยนำบทสนทนาของแต่ละวงจรที่จัดกลุ่มตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์แยกแต่ละวงจรว่าบทสนทนาเป็นระดับใดตามความสามารถที่

แสดงออกของนักเรียน แล้วอธิบายภาพรวมของความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนนั้นๆ

5. ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์แต่ละวงจรมาวิเคราะห์ความแตกต่าง และเขียนบรรยายเป็นความเรียงของการเปลี่ยนแปลงในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

6. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) แบบใช้เครื่องมือมากกว่าหนึ่งชนิด (Method triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการอธิบายทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินการสะท้อนคิด เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในประเด็นเดียวกันจากเครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 3 โดยเครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินการสะท้อนคิด โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เมื่อผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจร ผู้วิจัยรวบรวมแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามระดับการสะท้อนคิดในแต่ละวงจร แล้วเขียนอธิบายภาพรวมของระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนในชั้นเรียนนั้นๆ

3. ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์แต่ละวงจรมาวิเคราะห์ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน และเขียนบรรยายเป็นความเรียงของการเปลี่ยนแปลงของระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน

4. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource triangulation) แบบใช้เครื่องมือมากกว่าหนึ่งชนิด (Method triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ใบกิจกรรม แบบสังเกตการอธิบายทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินการสะท้อนคิด เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในประเด็นเดียวกันจากเครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาศักยภาพในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ตอนที่ 1 ผลการศึกษานำการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวนทั้งสิ้น 4 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง แต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน และตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ

ปรับปรุง พ.ศ.2560) รายวิชา ค 21102 คณิตศาสตร์ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ประกอบด้วย 4 เรื่องย่อย ได้แก่ อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และบทประยุกต์ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้จัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสะท้อนผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยหรือนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมแบบบันทึกการเรียนรู้ และแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

3. การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งจะให้นักเรียนนั่งทำกิจกรรมเป็นกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ และในช่วงทำกิจกรรมตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้จัดเตรียมการบันทึกวิดีโอโดยใช้เครื่องบันทึกจำนวน 1 เครื่อง โดยตั้งไว้ด้านหลังห้องเรียน 1 เครื่อง กระดานไวท์บอร์ดและเครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) เพื่อใช้ในการนำเสนอหัวข้อการเรียนรู้หรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ตัวแทนนักเรียนกลุ่มที่นำเสนอเขียนอธิบายแนวคิดของกลุ่มตนเอง และเพื่อให้ครูใช้สรุปแนวคิดและสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน ใช้เวลาจำนวน 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยยกสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 1 เกี่ยวกับการปันจักรยาน แล้วกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนตั้งข้อสังเกตว่า การที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้นั้น นักเรียนจะต้องรู้อะไรบ้าง พร้อมทั้งให้นักเรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง พร้อมทั้งเขียนสิ่งที่ตนเองคิดลงในใบกิจกรรมที่ 1 โดยนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปช่วยเหลือโดยการให้นักเรียนลองใช้สื่อในการช่วยคิด ซึ่งสื่อจะมีลักษณะเป็นถนนและล้อรถจักรยานจำลองดังภาพที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนรอบในการหมุนของล้อจักรยานกับระยะทาง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ติดตามและสังเกตแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาขณะที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งจดบันทึกแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่น่าสนใจ อีกทั้งขณะที่ผู้วิจัยเข้าไปสังเกต ผู้วิจัยจะไม่พูดแทรกในระหว่างที่นักเรียนทำงานและเลี้ยงที่จะตอบคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้มีอิสระในการคิดแก้ปัญหา พร้อมทั้งสังเกตการเขียนวิธีแก้ปัญหานักเรียนทุกคนในใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อเป็นการตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนสำหรับกิจกรรมในขั้นการปฏิบัติถัดไป



ภาพ 4 สื่อช่วยคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน โดยคละความสามารถและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหามาของตนเองกับเพื่อน โดยนำความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์เดิมมาใช้ในการหาคำตอบ และให้นักเรียนแต่ละคนจดบันทึกวิธีการแก้ปัญหามาของเพื่อนในกลุ่ม และสรุปวิธีการแก้ปัญหามาของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยเดินสำรวจกำกับและติดตามรอบห้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามา รวมถึงพฤติกรรมมารยาทต่างๆ ขณะที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม หากพบว่านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถสรุปคำตอบหรือเลือกคำตอบของกลุ่มตนเองไม่ได้ ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนเขียนหรือสื่อสารเกี่ยวกับการเสนอความคิดของตนเอง พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารเกี่ยวกับการให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิดของเพื่อน หรือการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของเพื่อนในกลุ่ม และผู้วิจัยจดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้อง และมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้วิธีการแก้ปัญหามาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มที่ถูกเลือกออกมานำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหามาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยเขียนลงบนกระดานไวท์บอร์ดตามลำดับที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมกันแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหามาและคำตอบที่

ได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ผู้วิจัยมีการตั้งคำถามเพื่อให้ นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และกลุ่มเพื่อน และตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด จากนั้นผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อทบทวนสิ่งที่ นักเรียนได้เรียนรู้ในกิจกรรมนี้ ซึ่งผู้วิจัยเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน อีกทั้งผู้วิจัยพูดอธิบาย เพิ่มเติมเพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่ การสรุปหลักการในการเขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้และการ หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนในคาบนี้ พร้อมทั้งให้ นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง สิ่ง que นักเรียนยังสงสัย และความรู้สึก ในการเรียนลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุก แบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสะท้อนการจัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และเก็บรวบรวม ข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัยขณะทำการ จัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล โดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเป็นสถานการณ์ เกี่ยวกับการปั่นจักรยาน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจสถานการณ์ปัญหา โดย นักเรียนแต่ละคนอ่านสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่แต่ละคนได้รับ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบ คำถามและอภิปรายสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้และสิ่งที่สถานการณ์ต้องการทราบร่วมกับผู้วิจัย และมี นักเรียนบางส่วนเริ่มใช้ปากกาหรือดินสอในการขีดเขียนในใบกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ และสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ล้อจักรยานของปิติ สมรศรี จีระศักดิ์ หมุนกี่ รอบ จึงจะได้ระยะทาง 9,120 เมตร เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง และเขียนสิ่งที่ตนเอง คิดลงในใบกิจกรรมที่ 1 จากการสังเกตพบว่า หลังจากให้นักเรียนแต่ละคนอ่านสถานการณ์ปัญหาในใบ

กิจกรรมแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ และมีการอ่านสถานการณ์ปัญหาซ้ำอีกรอบเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่แสดงร่องรอยการขีดเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรม โดยมีนักเรียนบางคนเกิดความสงสัยในสถานการณ์ปัญหาจึงได้ยกมือถามซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปอธิบายสิ่งที่นักเรียนสงสัยให้เกิดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหามากขึ้น และเนื่องจากมีนักเรียนบางคนที่นั่งติดกันได้มีการปรึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้วิจัยได้มีการแจ้งนักเรียนว่า ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาวิธีของตนเองก่อน การปรึกษาหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจะอยู่ในขั้นถัดไป โดยภาพ 5 และ 6 แสดงตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหานักเรียนที่แตกต่างกัน

คำตอบของตนเอง สมรสศรีและจิระศักดิ์ใช้เกียร์ B, ปิติใช้เกียร์ C
เหตุผลประกอบคำตอบ ถ้าเกียร์ B เกียร์ C ขึ้นเนินได้จยย. 1 รอบ ล้อจะหมุนครบ 2 รอบ เกียร์ B ขึ้นเนินได้จยย. 6 รอบ ล้อจะหมุนครบ 5 รอบ ขึ้นเนินได้จยย. 3 รอบ ล้อจะหมุน 1 รอบ

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล เปรียบเทียบจำนวนรอบ 190 = 47.5 รอบ

$$\text{ปิติ} : 9120 = 95 \text{ รอบ} \quad \text{จำนวน} : 95 = 47.5 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 190 \text{ kcal.}$$

$$\text{สมรสศรี} : 9120 = 57 \text{ รอบ} \quad \text{จำนวน} : 57 \times 6 = 68.4 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 273.6 \text{ kcal.}$$

$$\text{จิระศักดิ์} : 9120 = 48 \text{ รอบ} \quad \text{จำนวน} : 48 \times 6 = 57.6 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 230.4 \text{ kcal.}$$

เปรียบเทียบจำนวนรอบอย่างง่าย 190 kcal. : 190 = 47.5 รอบ

$$\text{ปิติ เกียร์ C} : \text{ต้องปั่น} : 9120 = 95 \text{ รอบ (ล้อหมุน)}$$

$$\text{จากนั้น} : 95 = 47.5 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 190 \text{ kcal.} (47.5 \times 4)$$

$$\text{สมรสศรี เกียร์ B} : \text{ต้องปั่น} : 9120 = 57 \text{ รอบ (ล้อหมุน)}$$

$$\text{จากนั้น} : 57 \times 6 = 68.4 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 273.6 \text{ kcal.} (68.4 \times 4)$$

$$\text{จิระศักดิ์ เกียร์ B} : \text{ต้องปั่น} : 9120 = 48 \text{ รอบ (ล้อหมุน)}$$

$$\text{จากนั้น} : 48 \times 6 = 57.6 \text{ รอบ} \quad \text{ซึ่งเท่ากับ} : 230.4 \text{ kcal.} (57.6 \times 4)$$

ภาพ 5 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหานักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

คำตอบของตนเอง ปิติเลือกใช้เกียร์ C, สมรสศรีเลือก A, B, จิระศักดิ์เลือก A, B
เหตุผลประกอบคำตอบ ปิติเลือกใช้เกียร์ C เพราะ เปรียบเทียบแล้วจะได้จำนวนรอบน้อยกว่า 190 จากอัตราส่วนสมรสศรีและจิระศักดิ์เลือก A, B เพราะ เกียร์ C เปรียบเทียบแล้วจะได้จำนวนรอบน้อยกว่า 190

ปิติปั่นได้ : $96 \times 8 : 1 \times 8$

$$= 9120$$

$$= 96 \times 95 : 1 \times 95$$

$$= 95 \text{ รอบ}$$

 จิระศักดิ์ปั่นได้ : $120 \times 8 : 1 \times 8$

$$= 9120$$

$$= 120 \times 49 : 1 \times 49$$

$$= 49 \text{ รอบ}$$

สมรสศรีปั่นได้ : $160 \times 8 : 1 \times 8$

$$= 9120$$

$$= 160 \times 57 : 1 \times 57$$

$$= 57 \text{ รอบ}$$

เปรียบเทียบ :
 A : 3 : 1

$$96 : 95 = 1.021$$

 B : 6 : 5

$$120 : 95 = 1.263$$

 C : 1 : 2

$$160 : 95 = 1.684$$

cal : 1940, 634, 273.6, 174, 576, 230.4, 96

ภาพ 6 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหานักเรียนคนที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหของตนเองมาเสนอและแลกเปลี่ยนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหของเพื่อนในกลุ่มลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้คิดหาแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหของตนเองแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ยังไม่กล้าที่จะนำเสนอความคิดของ

ตนเองหรือแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนในกลุ่ม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกระตุ้นโดยการบอกให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มจากการให้แต่ละคนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ระหว่างที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอ นั้น เพื่อนในกลุ่มคนใดเกิดข้อสงสัยหรือคัดค้านหรือเห็นด้วยกับแนวคิดหรือวิธีการที่เพื่อนนำเสนอสามารถพูดสิ่งที่ตนเองคิดได้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่จะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน แต่มีเหตุผลประกอบคำตอบหรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ซึ่งทำให้การสื่อสารกันภายในกลุ่มในด้านของการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย ส่วนใหญ่จะเป็นการสื่อสารในด้านของการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด และสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มที่ผู้วิจัยเลือกโดยเลือกจากวิธีการคำนวณที่ต่างกันอย่างออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในห้องให้สังเกตถึงจุดที่ต่างกันอย่างชัดเจนของวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มตอบได้ว่าจุดที่ต่างกันอย่างนั้นคืออะไร ดังภาพ 7, 8 และบทสนทนาดังต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากการที่เพื่อนนำเสนอไป นักเรียนคิดว่าคำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ หรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของทั้งสองกลุ่มนี้เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

นักเรียน 1 : ต่างกันตรงเหตุผลประกอบคำตอบค่ะ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ แล้วแตกต่างกันอย่างไรคะ

นักเรียน 2 : กลุ่มที่ 1 ให้เหตุผลว่า ปีติใช้ได้ทุกเกียร์เพราะใช้เกียร์ไหนก็เผาผลาญเกิน 190 กิโลแคลอรี แต่ถ้าสมศรีใช้เกียร์ C จะเผาผลาญได้แค่ 114 กิโลแคลอรี และถ้าใช้เกียร์ C จะเผาผลาญได้แค่ 96 กิโลแคลอรีครับ แต่กลุ่มที่ 2 ให้เหตุผลว่า รอบจักรยานที่ควรปั่นได้อย่างน้อย 47.5 รอบ เพื่อที่จะเผาผลาญได้ 190 กิโลแคลอรี

ผู้วิจัย : นั่นแหละค่ะ แล้วการให้เหตุผลของกลุ่มที่ 1 กับการให้เหตุผลของกลุ่มที่ 2 นักเรียนคิดว่าเปรียบเทียบเพื่อเลือกเกียร์ต่างกันหรือไม่คะ

นักเรียน 3 : กลุ่มที่ 1 ให้เหตุผลโดยการเปรียบเทียบจากพลังงานที่ทั้งสามคนเผาผลาญได้กับพลังงานที่โจทย์กำหนดหรือเปล่าคะครู

ผู้วิจัย : ใช่ค่ะ แล้วกลุ่มที่ 2 ละคะ

นักเรียน 4 : กลุ่มที่ 2 เปรียบเทียบจากจำนวนรอบในการปั่นจักรยานครับ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

คำตอบของตอนเอง

ปีที่สำเร็จการกิจได้ พัง 3 ปีบริ แต่ สมบัติและ จินตทัศน์ มีอายุ ได้มี A และ B
เหตุผลประกอบคำตอบ ข้อบ สักรชาน พังเป็น กุ้งกักเท่ากัน 47.5 ร้อย เพื่อให้นวนพวงใน 100

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

	ปีติ = 96:1	สละงาย = 160:1	จิระ = 170:1
↓	9120 : 95	9120 : 57	9120 : 48
ลิ้นร A = 3:1	285 : 95	171 : 57	144 : 48
- บ - B = 6:5	114 : 95	68.4 : 57	57.6 : 48
- ก - C = 1:2	47.5 : 95	28.5 : 57	24 : 48

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

ชั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้คำถาม เช่น “จากสถานการณ์ปัญหาเราควรต้องหาอะไรก่อนเป็นอันดับแรก” “นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะทำให้ประหยัดเวลามากที่สุด” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสังเกตพบว่า มีนักเรียนเพียงบางส่วนเท่านั้นที่กล้าแสดงความคิดเห็นแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ นำไปสู่การสรุปหลักการในการเขียนอัตราส่วนแทนการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้และการหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ และส่วนใหญ่ นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นในการทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ หลังจากที่ยร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนสรุปลงในแบบบันทึกการเรียนรู้ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ตามคำพูดของผู้วิจัย ไม่มีการเขียนอธิบาย เขียนความรู้สึกเป็นคำๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้	นักเรียนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในการทำ ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและ เขียนตั้งข้อสังเกตการเรียนรู้ในใบ กิจกรรมได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่ ค่อยมีส่วนร่วมในการทำ ความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหา เช่น ไม่มีส่วนร่วม ในการตอบคำถามถึงสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาคำหนดให้หรือสิ่งที่สถานการณ์ ปัญหาต้องการทราบ ทำให้นักเรียน บางส่วนไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา และไม่สามารถตั้งข้อสังเกตการเรียนรู้ ได้	ปรับการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้ เป็นรูปแบบของกิจกรรมที่นักเรียน สามารถลงมือทำได้หรือสื่อดึงดูดความ สนใจของนักเรียนให้มากขึ้น หาก นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ปัญหา จากสื่อที่น่าสนใจหรือสื่อที่เป็น กิจกรรมที่นักเรียนสามารถลงมือทำได้ จะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์ ปัญหามากขึ้น ว่าสิ่งที่กำหนดให้คือ อะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร (P1)
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง	นักเรียนเกิดความสงสัยในสถานการณ์ ปัญหาแล้วไม่ค่อยกล้ายกมือเพื่อถาม และนักเรียนที่นั่งติดกันมีการปรึกษา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	ในการสร้างความเข้าใจในสถานการณ์ ปัญหา ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้น เช่น “ถ้าล้อจักรยานของปิติหมุน 10 รอบ แสดงระยะทางที่ล้อเคลื่อนที่เป็น เท่าไร” “ถ้าสมศรีเลือกใช้เกียร์ B หมายความว่าอย่างไร” เพื่อตรวจสอบ ถึงความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้น เพื่อที่นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา (P2) และในส่วนของการที่นักเรียน ปรึกษากัน ผู้วิจัยควรทำความเข้าใจ กับนักเรียนในเรื่องของขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ให้ชัดเจนก่อน เพื่อให้

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
		นักเรียนทราบถึงรายละเอียดแต่ละขั้นตอน (P3)
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	นักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มี ความมั่นใจในการจะนำเสนอความคิดของตนเองหรือแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน และนักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่จะได้คำตอบเหมือนกัน แต่มีเหตุผลประกอบคำตอบหรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ทำให้การสื่อสารกันภายในกลุ่มในด้านของการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย	ปรับปรุงแบบการนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดจากผู้วิจัยปล่อยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอตนเองปรับมาเป็นผู้วิจัยกำหนดลำดับของการนำเสนอแนวคิด (P4) เช่น ด.ช.คิดดี เป็นผู้นำเสนอแนวคิดเป็นคนที่ 1 โดยระหว่างที่เพื่อนนำเสนอนักเรียนที่เหลือในกลุ่ม หากเห็นด้วยกับแนวคิดของเพื่อนหรือเกิดข้อสงสัยสามารถพูดสิ่งที่ตนเองคิดได้ และในส่วนของ การสื่อสารในด้านของการโต้แย้งแนวคิดที่เกิดขึ้นน้อยนั้น ปรับโดยการหาสถานการณ์ปัญหาที่แสดงแนวคิดได้หลากหลายมากขึ้น (P5) เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่มมากขึ้น
ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้	มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยส่วนใหญ่ นักเรียนจะแสดงความคิดเห็นในการทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หลังจากที่ร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว และนักเรียนส่วนใหญ่เขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่มีการเขียนอธิบายเขียนความรู้สึกเป็นคำๆ	ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยตั้งกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม (P6) และใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร และ

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
		เพื่อที่จะได้เป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย (P7)

จากตาราง 6 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลและแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัตว์สวน

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิดโดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตว์สวน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในแต่ละขั้นการปฏิบัติของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลจะมีการปรับดังนี้

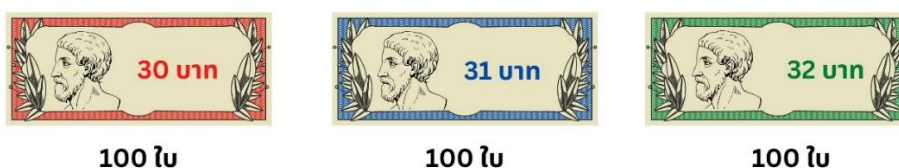
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

จากปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนบางส่วนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการทำ ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่แสดงแนวคิดได้หลากหลาย (P5) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของใบกิจกรรมผ่านการใช้เครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) โดยใช้ภาพประกอบสถานการณ์และยกตัวอย่างข่าวเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของค่าเงินที่เกิดขึ้นจริงเพื่อบังคับความสนใจของนักเรียน พร้อมทั้งมีสื่อที่จับต้องได้หรือเป็นรูปธรรม เช่น ธนบัตรใบละ 30 บาท จำนวน 100 ใบ ธนบัตรใบละ 31 บาท จำนวน 100 ใบ และธนบัตรใบละ 32 บาท จำนวน 100 ใบ (P1) เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำ ความเข้าใจสถานการณ์มากขึ้นพร้อมกับอธิบายสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจนและคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

จากปัญหาที่นักเรียนนั่งติดกันมีการปรึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหากำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงจะเป็นการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษา

และแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน (P3) และจากปัญหาที่นักเรียนเกิดความสงสัยในสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่ค่อยกล้ายกมือเพื่อถาม ผู้วิจัยได้มีการปรับคำถามให้อ่านแล้วเข้าใจง่ายเพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน นอกจากนี้ผู้วิจัยพยายามใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เช่น “ค่าเงินบาทแข็งคืออะไร” “ค่าเงินบาทอ่อนคืออะไร” เป็นต้น (P2) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นว่า สิ่งที่กำหนดให้คืออะไร และสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร พร้อมทั้งแนะนำให้นักเรียนใช้สื่อดังภาพ 9 ในการช่วยคิดสำหรับนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้



ภาพ 9 สื่อช่วยคิดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตว์สวน

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

จากปัญหานักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มี ความมั่นใจในการจะนำเสนอความคิดของตนเองหรือแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ในขั้นนี้ผู้วิจัยปรับรูปแบบการนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิด โดยให้นักเรียนในกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอด้วยตนเอง (P4) และผู้วิจัยจะคอยเน้นย้ำนักเรียนว่าระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ เพื่อนที่เหลื่อถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัย สามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งสื่อสารถึงเหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ ด้วย ในระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำใบกิจกรรม หากพบว่านักเรียนกลุ่มใดไม่สามารถสรุปคำตอบหรือเลือกคำตอบของกลุ่มตนเองไม่ได้ ผู้วิจัยต้องเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ พร้อมทั้งจัดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ และเมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดกันภายในกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามลำดับที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ผู้วิจัยต้องกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน และตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

จากปัญหาที่มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยตั้งกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม (P6) และจากปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่เขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่มีการเขียนอธิบาย เขียนความรู้สึกเป็นคำๆ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้ (P7) เพื่อที่จะเป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง สัตว์สวน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน แล้วนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 2 เกี่ยวกับค่าเงินบาท โดยยกตัวอย่างข่าวเกี่ยวกับปรากฏการณ์ของค่าเงินบาทที่เคยเกิดขึ้น แล้วให้นักเรียนแต่ละคนอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ โดยผู้วิจัยใช้สื่อธนบัตรดังภาพที่ 9 ที่จับต้องได้เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้น เช่น “ค่าเงินบาทแข็งคืออะไร” “ค่าเงินบาทอ่อนคืออะไร” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจถึงสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหากำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงจะเป็นการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน เมื่อผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบแล้วจึงให้นักเรียนเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 2 โดยระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรม ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นถึงสิ่งที่กำหนดให้ และสิ่งที่ต้องการทราบ โดยนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปช่วยเหลือโดยการให้นักเรียนลองใช้สื่อในการช่วยคิดซึ่งสื่อมีลักษณะเป็นธนบัตรใบละ 30 บาท ใบละ 31 บาท และใบละ 32 บาท

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอด้วยตนเอง และผู้วิจัยได้เน้นย้ำนักเรียนว่าระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ เพื่อนที่เหลื่อถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัย สามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งสื่อสารถึงเหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ ด้วย หากพบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ และผู้วิจัยจดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ

และเมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ตามลำดับที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน และตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นโดยกำหนดกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม โดยผู้วิจัยเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน อีกทั้งผู้วิจัยพูดอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การสรุปหลักการในการอธิบายความหมายของสัดส่วนและการหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนแบบบันทึกโดยผู้วิจัยใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกละเอียดอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถ

บรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลโดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ของค่าเงินบาทแข็งและค่าเงินบาทอ่อน จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหา ตั้งใจฟังสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยนำเสนอ โดยนักเรียนแต่ละคนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยถามเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ยกตัวอย่างเช่น ในข้อ 1 “บริษัท ก สั่งซื้อเครื่องจักรจากบริษัท A เป็นเงินเท่าไร” “บริษัท ก จ่ายช่วงเข้าเป็นเงินเท่าไร” “บริษัท ก จ่ายช่วงจ่ายเป็นเงินเท่าไร” ในข้อ 2 “บริษัท ข ได้รับเงินเท่าไรจากบริษัท B ในวันที่สั่งซื้อ” “บริษัท B จ่ายในช่วงเข้าเป็นเงินเท่าไร” “บริษัท B จ่ายในช่วงจ่ายเป็นเงินเท่าไร” เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง และเขียนสิ่งที่ตนเองคิดในใบกิจกรรมที่ 2 จากการสังเกตพบว่า หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ฟังและได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ และมีการอ่านสถานการณ์ปัญหาซ้ำอีกรอบเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่แสดงรอยยิ้ม การขีดเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรม มีนักเรียนบางคนใช้สื่อช่วยคิดที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ในการช่วยหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองตามลำดับการนำเสนอที่ได้กำหนดไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนในกลุ่มลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจที่จะนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองมากขึ้น และมีการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกันมากขึ้น แต่ยังมีนักเรียนในกลุ่มบางคนที่ไม่ได้ถนัดด้านวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกันเพื่อนในกลุ่มโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ได้ผลลัพธ์และเหตุผลประกอบคำตอบที่เหมือนกัน แต่มีหลักฐานประกอบการให้เหตุผลการให้เหตุผลที่แตกต่างกันในบางกลุ่ม ทำให้การสื่อสารกันในกลุ่มในด้านของการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้นในบางกลุ่ม ส่วนใหญ่จะเป็นการสื่อสารในด้านของการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด และสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มที่ผู้วิจัยเลือกโดยเลือกจากวิธีการ

คำนวณที่ต่างกันออกมาแนะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนในห้องให้สังเกตถึงจุดที่ต่างกันของวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนนำเสนอ ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มสามารถที่จะอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอได้ ดังภาพ 10, 11 และบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากคำตอบของ 2 กลุ่มนี้ นักเรียนคิดว่า คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ หรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของ 2 กลุ่มนี้ เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่คะ

นักเรียน 1 : คำตอบเหมือนกันครับ ต่างกันตรงเหตุผลประกอบคำตอบกับหลักฐานประกอบเหตุผลครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าเหตุผลประกอบคำตอบของกลุ่มแรก ต้องการจะสื่ออะไรกับเราคะ

นักเรียน 2 : เพื่อนำจะต้องการสื่อว่าในแต่ละช่วงเงิน 80 ดอลลาร์มีค่าเท่ากับเงินบาทที่ต่างกันค่ะ

ผู้วิจัย : ที่เพื่อนกล่าวถูกต้องหรือไม่คะ

นักเรียน 3 (กลุ่มแรก) : ถูกต้องค่ะ

ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนคิดว่าเหตุผลประกอบคำตอบของกลุ่มที่ 2 ต้องการจะสื่ออะไรกับเราคะ

นักเรียน 4 : เพื่อนำจะต้องการสื่อว่าเงิน 1 ดอลลาร์ในแต่ละช่วงแลกเป็นเงินบาทที่ต่างกันค่ะ

ผู้วิจัย : ที่เพื่อนกล่าวถูกต้องหรือไม่คะ

นักเรียน 5 (กลุ่มที่สอง) : ถูกต้องครับ

ผู้วิจัย : แล้วนักเรียนคิดว่าหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของทั้งสองกลุ่มต่างกันอย่างไรคะ

นักเรียน 6 : กลุ่มที่ 1 เป็นการแสดงวิธีคิดแบบใช้สัดส่วน แต่กลุ่มที่ 2 เป็นการแสดงวิธีคิดแบบการคูณธรรมดาค่ะ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ

คำตอบของตนเอง คอชค่าเงินใช้ของ บ่าย

เหตุผลประกอบคำตอบ เพราะ ในวันที่ซื้อสินค้า 80 ดอลลาร์ = 2,480
 วันที่ขาย (เช้า) 80 ดอลลาร์ = 2,560
 " (บ่าย) 80 ดอลลาร์ = 2,400

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ถ้า x แทนเงินบาทเมื่อเงิน 80 ดอลลาร์

สามารถเขียนอัตราส่วน $B:D = x:80$	สามารถเขียนอัตราส่วน $B:D = x:80$
เนื่องจาก $B:D = 32:1$	เนื่องจาก $B:D = 30:1$
$\frac{x}{80} = \frac{32}{1}$	$\frac{x}{80} = \frac{30}{1}$
$x = 2,560 \text{ บาท}$	$x = 2,400 \text{ บาท}$

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน

คำตอบของตนเอง ในช่วงบ่าย

เหตุผลประกอบคำตอบ ช่วงเช้า ค่าเงินบาทต่อดอลลาร์ ในช่วงเช้า เป็น $\frac{1}{32}$ บาท
 และในช่วงบ่าย ค่าเงินบาทต่อดอลลาร์ เป็น $\frac{1}{30}$ บาท

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ถ้า เงิน 80 \$ แปลงเป็นเงิน บาท ในแต่ละวัน

ในช่วงเช้า คิดเงิน $80 \times 32 = 2,560$ บาท	
ในช่วงบ่าย คิดเงิน $80 \times 30 = 2,400$ บาท	($k=8$)

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนมีความมั่นใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามากขึ้น โดยผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์นำไปสู่การสรุปความหมายของสัดส่วน และการหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้ พร้อมทั้งจากการที่ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียน พบว่า นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคสั้นๆ ได้ เขียนความรู้สึกต่อกิจกรรมเป็นประโยคสั้นๆ ดังภาพ 12

สัตว์ส่วน คือ สัตว์เลี้ยง 2. รับรู้ความสำคัญของการเรียนรู้

 ค่าเงินบาทแข็ง คือ

 ค่าเงินบาทอ่อน คือ

 ความรู้ที่ฉันได้

3. สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม

4. ความรู้สึกในการเรียนครั้งนี้ของฉัน

ภาพ 12 ตัวอย่างการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตว์ส่วน
 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

จากแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเองได้ มีความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ และจากการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ตาราง 7 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้	มีนักเรียนบางคนยังไม่สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ เนื่องจากไม่ตั้งใจในการศึกษา สถานการณ์ปัญหา ทำให้เกิดความไม่เข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด	ผู้วิจัยใช้คำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคล (P8) เช่น “สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดอะไรให้เราบ้าง” “สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบอะไร” เป็นต้น เพื่อกระตุ้นนักเรียนบางคนศึกษา สถานการณ์ปัญหา
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง	มีนักเรียนบางคนเกิดความเข้าใจผิดระหว่างความหมายของค่าเงินบาทแข็งและค่าเงินบาทอ่อน และนักเรียนบางคนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อทบทวน สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนอีกครั้ง และทบทวนความรู้เดิมที่เป็นการยกตัวอย่างจากสถานการณ์ที่ง่าย หรือสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหา (P9) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำวิธีการที่เคยใช้มาทดลองใช้แก้ปัญหานี้

ชั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ชั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีความ มั่นใจมากขึ้นในการนำเสนอ แนวคิดของตนเองหรือ แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน แต่ ยังมีนักเรียนในกลุ่มบางคนที่ไม่ ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่กล้าที่ จะแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร ร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนที่ไม่ถนัด วิชาคณิตศาสตร์ (P10) เช่น “ด.ช. (ชื่อ นักเรียน) เห็นด้วยกับวิธีของเพื่อนหรือไม่” “ด.ญ. (ชื่อนักเรียน) ทำไมถึงเห็นด้วยกับ เพื่อน” เป็นต้นเพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกแสดง ความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับเพื่อนใน กลุ่ม
ชั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและ วิธีการเรียนรู้	มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ยังไม่ กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิด หรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับ สถานการณ์ปัญหา และยังมี นักเรียนบางส่วนเขียนสรุป แนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่เขียน อธิบาย เขียนความรู้สึกเป็นคำๆ	ผู้วิจัยต้องใช้คำถามสุ่มถามนักเรียนบางคน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนบางคนร่วมแสดง ความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิด หรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ปัญหา (P11) และใช้คำถามในแบบบันทึก การเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้ เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และ นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร (P12) เพื่อที่จะได้เป็นแนวคำตอบในการเขียน ตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน อีกด้วย และผู้วิจัยเดินสังเกตการณ์เขียน แบบบันทึกการเรียนรู้ โดยอาจเข้าไป พูดคุยเพื่อกระตุ้นนักเรียนเป็นรายบุคคล (P13)

จากตารางที่ 7 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุก
แบบอะคติเตโมเดลและแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจร
ปฏิบัติที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลที่ส่งเสริมความสามารถการอธิบายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด โดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล จะมีการปรับดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

จากปัญหาที่นักเรียนบางคนยังไม่สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ เนื่องจากไม่ตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ในขั้นนี้ผู้วิจัยยังคงแสดงส่วนที่เป็นสถานการณ์ปัญหาของใบกิจกรรมผ่านการใช้เครื่องฉายภาพ (Projector) โดยใช้ภาพประกอบสถานการณ์และคลิปวิดีโอการปล่อยก๊าซ CO₂ และจากปัญหาที่นักเรียนบางคนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มกิจกรรมให้นักเรียนได้ลองคำนวณค่าของเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละภาคของประเทศไทยในปี 2553 กับปี 2554 (P9) เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่องร้อยละ เกิดความสนใจ และอยากศึกษาสถานการณ์ปัญหา อีกทั้งใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเป็นรายบุคคล (P8) เช่น “สถานการณ์ปัญหากำหนดอะไรให้บ้าง” “จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ต้องการให้เราทำอะไร” เป็นต้น เพื่อให้ นักเรียนอธิบายถึงสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และเพื่อให้ นักเรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบดังเดิมว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงเป็นการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน และในส่วนของคำถามที่ใช้ในใบกิจกรรมมีการปรับให้เป็นคำถามปลายเปิดมากขึ้นเพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่หลากหลาย และยังคงใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่ายเพื่อให้ นักเรียนไม่เกิดความสับสน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังคงใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองภายในกลุ่มตามลำดับที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง เพื่อนที่เหลือถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัย สามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการ

สื่อสารนั้นๆ และจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาของเพื่อนในใบกิจกรรมด้วย โดยผู้วิจัยจะพยายามสังเกตนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ว่ามีการร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นหรือไม่กล้าสื่อสาร ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้น (P10) เช่น “ด.ช. (ชื่อนักเรียน) เห็นด้วยกับวิธีของเพื่อนหรือไม่” “ด.ญ. (ชื่อนักเรียน) ทำไมถึงเห็นด้วยกับเพื่อน” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมแล้วให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน พร้อมทั้งประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา จากปัญหาที่มีนักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยใช้คำถามเพิ่มเติมในการกระตุ้นนักเรียนบางคนให้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น (P11) และใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกละเอียดอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้ (P12) เพื่อเป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน อีกทั้งผู้วิจัยเดินสังเกตการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ หากพบนักเรียนที่เขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่เขียนอธิบาย หรือเขียนความรู้สึกเป็นคำๆ ผู้วิจัยควรเข้าไปพูดคุยหรือใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเป็นรายบุคคล (P13)

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ (Action)

จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบบะบะโมเดล เรื่อง ร้อยละ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของใบกิจกรรมผ่านการใช้เครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) โดยใช้ภาพประกอบสถานการณ์และคลิปวิดีโอการปล่อยก๊าซ CO₂ และมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลองคำนวณหาค่าของเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละภาคของประเทศไทยในปี 2553 กับปี 2554 เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่องร้อยละ เกิดความสนใจ และอยากศึกษาสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายปัญหาให้นักเรียนฟังอย่าง

ชัดเจนและคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าใจสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ จากนั้นจึงให้นักเรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงจะเป็นการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน เมื่อผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบแล้วจึงให้นักเรียนเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 3 โดยระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรมผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นถึงสิ่งที่กำหนดให้ และสิ่งที่ต้องการทราบ โดยนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอด้วยตนเอง และผู้วิจัยได้เน้นย้ำนักเรียนว่าระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ เพื่อนที่เหลือถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัย สามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งสื่อสารถึงเหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ ด้วย หากพบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ และหากพบว่านักเรียนไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีการร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อน ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร พร้อมทั้งผู้วิจัยจดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ และเมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมเพื่อใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามลำดับที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน และตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วม

แสดงความคิดเห็นโดยกำหนดกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม โดยผู้วิจัยเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน อีกทั้งผู้วิจัยพูดอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การสรุปหลักการในการอธิบายความหมายของสัดส่วนและการหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนแบบบันทึกโดยผู้วิจัยใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลโดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการปล่อยก๊าซ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละประเทศ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ปัญหา ตั้งใจฟังสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยนำเสนอ โดยนักเรียนแต่ละคนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยถามเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่แนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ยกตัวอย่างเช่น “สหภาพยุโรปมีประเทศอะไรบ้าง” “เปอร์เซ็นต์ในการปล่อยก๊าซของแต่ละประเทศในสหภาพยุโรปเป็นเท่าไรบ้าง” “วิธีการหาเปอร์เซ็นต์ในการปล่อยก๊าซหาได้อย่างไร” เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง และเขียนสิ่งที่ตนเองคิดในใบกิจกรรมที่ 3 จากการสังเกตพบว่า หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ฟังและได้อ่านสถานการณ์ปัญหาแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ และมีการอ่านสถานการณ์ปัญหาซ้ำอีกรอบเพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่แสดงร่องรอยการขีดเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรม และมีนักเรียนบางส่วนใช้โทรศัพท์มือถือในการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยตัวอย่างแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนดังภาพที่ 13 และ 14

ไม่เห็นด้วย

เหตุผลประกอบคำตอบ ไม่ได้ทำกัน 4 / แบบทวิภาคี 2 /

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล $[11 + (-35) + 10 + 13 + 15 + (-4) + 8] - 16$

$= 2$

ตอบต่างกันไป 2 /

ภาพ 13 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

คำตอบของตนเอง ไม่เห็นด้วย

เหตุผลประกอบคำตอบ เพราะ ประเทศอื่นในสหภาพยุโรปอาจมีการปล่อยก๊าซเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การปล่อยมลพิษลดลงจากระดับการปล่อยก๊าซในสหภาพยุโรป ซึ่งลดการปล่อยมลพิษในเยอรมนี

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ในแผนผัง มีประเทศในสหภาพยุโรป 3 ประเทศได้แก่ เยอรมนี ฝรั่งเศส และ อิตาลี ซึ่งในเยอรมนีและฝรั่งเศสมีการปล่อยก๊าซเพิ่มขึ้น

ภาพ 14 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองตามลำดับการนำเสนอที่ได้กำหนดไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนในกลุ่มลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่นำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้ดี มีการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกันทั้งในด้าน การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น แต่ยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มที่ผู้วิจัยเลือกโดยเลือกจากวิธีการคำนวณที่ต่างกันอย่างอื่นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหานำชั้นเรียน และใช้คำถามกระตุ้นในห้องให้สังเกตถึงจุดที่ต่างกันของวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนำเสนอ จากการสังเกตพบว่า ทุกกลุ่มจะมีคำตอบที่เหมือนกันคือ ไม่เห็นด้วย แต่จะแตกต่างกันตรงการให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผล ซึ่งมีนักเรียนบางกลุ่มสามารถอธิบายความแตกต่างและโต้แย้งได้ดังภาพที่ 15, 16 และบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากคำตอบของ 2 กลุ่มนี้ นักเรียนคิดว่า คำตอบ เหตุผลประกอบ คำตอบ หรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของ 2 กลุ่มนี้เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่คะ

นักเรียน 1 : คำตอบของทั้ง 2 กลุ่มเหมือนกันครับ

นักเรียน 2 : เหตุผลประกอบคำตอบของทั้ง 2 กลุ่ม ก็เหมือนกันค่ะ โดยให้เหตุผลเหมือนกันที่ว่า อาจมีประเทศอื่นในสหภาพยุโรปที่ปล่อยก๊าซเพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซของสหภาพยุโรปลดลงน้อยกว่าเยอรมนีค่ะ

นักเรียน 3 : หลักฐานประกอบการให้เหตุผลต่างกันค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าแตกต่างกันเพราะอะไรคะ

นักเรียน 4 : คิดว่ากลุ่มที่ 1 หาเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซจากการหาค่าเฉลี่ยของ 2 ประเทศ แต่กลุ่มที่ 2 เป็นการนำเอาเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซมาบวกกันเฉยๆ ค่ะ

นักเรียน 5 : กลุ่มเพื่อนน่าจะบวกเลขผิดด้วยครับ จริงๆ แล้วน่าจะได้ -19% ครับ

นักเรียน 6 : จากที่หนูได้หาดู ประเทศ USA รัสเซีย และแคนาดา ไม่ได้อยู่ในสหภาพยุโรปด้วยค่ะ

คำตอบของตนเอง ไม่เห็นด้วย

เหตุผลประกอบคำตอบ นำประเทศในสหภาพยุโรปตามระดับการปล่อยก๊าซที่เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มน้ำหนักเฉลี่ยกับเยอรมนีแล้ว ทำให้เปอร์เซ็นต์ในสหภาพยุโรปทั้งหมดลดลงน้อยกว่าเยอรมนี

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ในกลุ่มประเทศที่อยู่ในสหภาพยุโรป ๕ ประเทศ คือ เยอรมนี ฝรั่งเศส อิตาลี เนเธอร์แลนด์ และค่าเฉลี่ยการปล่อยก๊าซ $\frac{(-16) + 8}{2} = -4\%$ (สหภาพยุโรปปล่อยก๊าซลดลง 4%)

ภาพ 15 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

คำตอบของตนเอง ไม่เห็นด้วย

เหตุผลประกอบคำตอบ เพราะในขณะที่ยังขาด 16% ประเทศอื่นในสหภาพยุโรปอาจเพิ่ม ทำให้เยอรมนีตกต่ำลง สหภาพยุโรปทั้งหมด

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล USA รัสเซีย แคนาดา เยอรมนี และอิตาลี

$11\% + (-35\%) + 13\% + (-16\%) + 8\% = -4\%$

ภาพ 16 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะมีนักเรียนบางคนเท่านั้นไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้คำถามกระตุ้นเป็นรายบุคคล เช่น “นักเรียนคิดว่าวิธีการที่เพื่อนเสนอนั้น เหมาะสมหรือไม่” “นักเรียนคิดว่าวิธีการที่เหมาะสมต้องเป็นอย่างไร” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยผู้วิจัยได้อธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งจากการที่ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียน พบว่า นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ ตามคำ เขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองได้อย่างชัดเจน เขียนสิ่งที่ตนเองสงสัยได้อย่างชัดเจน และเขียนเล่าความเข้าใจได้อย่างชัดเจนสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

จากแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเองได้ มีความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติแสดงในตารางที่ 8

ตาราง 8 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้	-	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง	-	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	ในการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม มี	ผู้วิจัยพูดเน้นย้ำกับนักเรียนทุกคนในเรื่องของการตรวจสอบแนวคิดหรือ

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	นักเรียนบางกลุ่มไม่ตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมา ทำให้วิธีการที่เลือกมานั้นมีการคำนวณเปอร์เซ็นต์ที่ผิด	วิธีการที่แต่ละกลุ่มเลือกก่อนจะนำเสนอหน้าชั้นเรียน (P14)
ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและ วิธีการเรียนรู้	-	-

จากตารางที่ 8 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล และแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด โดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งในแต่ละขั้นของการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล จะมีการปรับดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาผ่านการใช้เครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) และให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่า เป็นไปได้หรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4 และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอธิบายถึงสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และเพื่อให้นักเรียนกำหนดหัวข้อที่ต้องการรู้ นำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบดังเดิมว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลองคิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงเป็นการรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน และในส่วนของคำถามที่ใช้ในใบกิจกรรมมีการปรับให้

เป็นคำถามปลายเปิดมากขึ้น เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่หลากหลาย และยังคงใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย เพื่อให้นักเรียนไม่เกิดความสับสน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังคงใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้มากขึ้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองภายในกลุ่ม ตามลำดับที่แต่ละกลุ่มกำหนดไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง เพื่อนที่เหลือถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัยสามารถสื่อสารกับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งให้เหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ และจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาของเพื่อนในใบกิจกรรมด้วย โดยผู้วิจัยจะพยายามสังเกตนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ว่ามีการร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกันเพื่อนในกลุ่มหรือไม่ ถ้านักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นหรือไม่กล้าสื่อสาร ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสม โดยผู้วิจัยเน้นย้ำกับนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการที่แต่ละกลุ่มเลือกก่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน (P14) จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้ว ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน พร้อมทั้งประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรต่อกิจกรรมการเรียนรู้นี้ เพื่อเป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ปฏิบัติการ (Action)

จากการนำผลการสะท้อนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง บทประยุกต์ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่อไปนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาผ่านการใช้เครื่องอุปกรณ์ฉายภาพ (Projector) และให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่า เป็นไปได้หรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบ เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอ สถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรมที่ 4 และให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยได้อธิบาย ปัญหาให้นักเรียนฟังอย่างชัดเจนและคอยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เข้าใจสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแจ้งให้นักเรียนทราบว่า จะเป็นขั้นที่นักเรียนต้องได้ลอง คิดหาวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ด้วยตนเองก่อน แล้วในขั้นถัดไปจึงจะเป็น การรวมกลุ่มเพื่อปรึกษาและแลกเปลี่ยนแนวคิดกัน เมื่อผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบแล้วจึงให้นักเรียน เขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในใบกิจกรรมที่ 4 โดยระหว่างที่นักเรียนทำใบกิจกรรม ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นถึงสิ่งที่กำหนดให้ และ สิ่งที่ต้องการทราบ โดยนักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปช่วยเหลือโดยใช้คำถาม กระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอด้วยตนเอง และผู้วิจัย เน้นย้ำนักเรียนว่าระหว่างที่เพื่อนนำเสนอ เพื่อนที่เหลือถ้าเห็นด้วยหรือเกิดข้อสงสัย สามารถสื่อสาร กับเพื่อนที่นำเสนอได้ พร้อมทั้งสื่อสารถึงเหตุผลและหลักฐานประกอบการสื่อสารนั้นๆ ด้วย หาก พบว่านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้วิจัยเข้าไปพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นให้เกิดความรู้ และหากพบว่านักเรียนไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีการร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับ เพื่อนในกลุ่ม ผู้วิจัยจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับ เพื่อน พร้อมทั้งผู้วิจัยจดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจที่ถูกต้องและมี ข้อผิดพลาดเพื่อนำไปเรียงลำดับแนวคิดในการนำเสนอ และเมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการ แก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสม ซึ่งระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา ผู้วิจัยมี การเน้นย้ำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของแนวคิดหรือวิธีการที่แต่ละกลุ่มเลือก จากนั้นให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนตามลำดับที่ผู้วิจัยได้เลือกไว้ โดยนักเรียนกลุ่มอื่นร่วมแสดง ความคิดเห็นพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เมื่อนักเรียนทุก กลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเสร็จแล้ว ผู้วิจัยกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง

และกลุ่มเพื่อน และตั้งคำถามให้นักเรียนประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นโดยกำหนดกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม โดยผู้วิจัยเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบไว้บนกระดาน อีกทั้งผู้วิจัยพูดอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การสรุปหลักการในการอธิบายความหมายของสัดส่วนและการหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทุกคนเขียนแบบบันทึกโดยผู้วิจัยใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกละเอียดต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล ซึ่งจากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลโดยมีรายละเอียดแต่ละขั้นดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ในขั้นนี้ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาและให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับสถานการณ์ตัวอย่าง และร่วมกันพิจารณาว่าสถานการณ์ตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นไปได้หรือไม่ พร้อมทั้งร่วมกันให้เหตุผลประกอบ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า นักเรียนทุกคนตั้งใจฟังสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันตอบคำถามที่ผู้วิจัยถามเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ อีกทั้งนักเรียนทุกคนสามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ เช่น “ในบัตรที่ 1 ต้องหาจำนวนด้านแต่ละด้านเหลือเท่าไร” “บัตรที่ 2 ต้องหาว่า -45 องศาเซลเซียสเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์” เป็นต้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง และเขียนสิ่งที่ตนเองคิดในใบกิจกรรมที่ 4 จากการสังเกตพบว่า หลังจากที่นักเรียนแต่ละคนได้ฟังและได้อ่านสถานการณ์

ปัญหาแล้วนักเรียนทุกคนมีความตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับ ซึ่งแสดงร่องรอยการขีดเขียนโดยแสดงวิธีการแก้ปัญหาไปที่ละบัตร์ เพื่อตรวจสอบว่าแต่ละบัตร์เป็นไปไม่ได้หรือไม่ นำคำตอบที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหามาสรุปลงเป็นคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผล โดยแสดงตัวอย่างแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหาดังภาพที่ 17

บัตร์ 3, 5 เป็นไปไม่ได้	บัตร์ 1, 2, 4 เป็นไปได้
เหตุผลประกอบคำตอบ	
บัตร์ 3, 5 เป็นไปไม่ได้เพราะ	
บัตร์ 1, 2, 4 เป็นไปได้เพราะ	
หลักฐานประกอบการให้เหตุผล	
บัตร์ 1	บัตร์ 2
กลุ่มคนทั้งหมด 100 คน	$C = F - 32$
ชาย 80% หญิง 20%	$-45 = F - 32$
	180
	$-45 \times 180 = F - 32$
	180
	$= -81 + 32 = F$
	$F = -49$
	บัตร์ 3
	ได้กับเงินคือเงินคนละ 3%
	บัตร์ 4
	3: 5: 7
	10 คน ใช้ 7 วัน
	บัตร์ 5
	15: 3: 2
	18
	บัตร์ 3 และ 5 เป็นไปไม่ได้
	บัตร์ 1, 2, 4 เป็นไปได้

ภาพ 17 ตัวอย่างแนวคิดหรือวิธีแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองตามลำดับการนำเสนอที่ได้กำหนดไว้ เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเอง พร้อมทั้งเขียนแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มลงในใบกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่นำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองได้ดี มีการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกันทั้งในด้านการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และการเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น สำหรับนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ก็กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้นโดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้น เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอและเลือกวิธีการแก้ปัญหากลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยได้ให้ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มที่ผู้วิจัยเลือกโดยเลือกจากวิธีการคำนวณที่ต่างกันอย่างมาให้นำเสนอหน้าชั้นเรียน และใช้คำถามกระตุ้นในห้องให้สังเกตถึงจุดที่ต่างกันอย่างวิธีการแก้ปัญหากลุ่มที่เพื่อนนำเสนอ จากการสังเกตพบว่า บางกลุ่มจะตอบว่า บัตร์ที่ 1, 2, 4 และ 5 เป็นไปไม่ได้ แต่บัตร์ 3 เป็นไปได้ บางกลุ่มตอบว่า บัตร์ที่ 1 - 5 เป็นไปไม่ได้ทั้งหมด และบางกลุ่มตอบว่า บัตร์ที่ 1, 2 และ 4 เป็นไปได้ บัตร์ 3 และ 5 เป็นไปไม่ได้ ซึ่งบัตร์ที่ตอบตรงกันเช่น บัตร์ที่ 1, 2 และ 4 ที่เป็นไปไม่ได้ แต่ละกลุ่มจะแตกต่างกันตรงการให้เหตุผลประกอบคำตอบและหลักฐานประกอบการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ร่วมกันอธิบายความแตกต่างและโต้แย้งได้ ดังภาพที่ 18, 19 และบทสนทนาต่อไปนี้

ผู้วิจัย : จากการคำตอบของทั้ง 2 กลุ่ม นักเรียนจะเห็นได้ว่ามีคำตอบแบบเดียวกันก็คือ บัทร 1, 2, 4, 5 เป็นไปไม่ได้ และบัทร 3 เป็นไปได้ แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือ หลักฐานประกอบการให้เหตุผล ดังนั้น ครูจะให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่า หลักฐานบัทรที่ 1 เหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่

นักเรียน 1 : เหมือนกันค่ะ

ผู้วิจัย : นักเรียนคิดว่าที่เหมือนกันนี้ ถูกต้องหรือไม่คะ

นักเรียน 2 : ถูกต้องค่ะ

นักเรียน 3 : แต่ผมว่าน่าจะผิดครับครู

ผู้วิจัย : คิดว่าผิดอย่างไรคะ

นักเรียน 3 : ผมคิดว่าเมื่อย่อลูกบาศก์ลงแล้วจะเหลือปริมาตรเป็น 0.8% ของลูกบาศก์เดิมครับ

ผู้วิจัย : นักเรียนลองอธิบายเหตุผลให้เพื่อนฟังหน่อยสิคะ

นักเรียน 3 : สมมติให้ลูกบาศก์มีด้านแต่ละด้านยาว 10 ซม. จะได้ว่า ปริมาตรของลูกบาศก์เท่ากับ 1,000 ลบ.ซม. แต่ถ้าลูกบาศก์ถูกย่อลง 80% หมายความว่า ด้านแต่ละด้านของลูกบาศก์จะมีความยาวลดลง $10 \times \frac{80}{100} = 8$ ซม. จะทำให้ด้านมีความยาวเหลือ $10 - 8 = 2$ ซม.

นักเรียน 4 : แสดงว่าปริมาตรลูกบาศก์ใหม่จะเท่ากับ $2 \times 2 \times 2 = 8$ ลบ. ซม. ซึ่งคิดเป็น $\frac{8}{1000} \times 100 = 0.8\%$ ของลูกบาศก์เดิมถูกไหมคะ

ผู้วิจัย : ถูกต้องค่ะ แล้วหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของบัทรที่ 2 ของทั้งสองกลุ่มนักเรียนคิดว่าถูกต้องหรือไม่คะ

นักเรียน 5 : หนูคิดว่าของกลุ่มที่ 1 ถูกต้องละค่ะ เพราะ เป็นการแสดงให้เห็นว่าเมื่อแทน $F = -39$ เข้าไปทำให้สมการไม่เป็นจริง ดังนั้น -39 องศาฟาเรนไฮต์ไม่เท่ากับ -45 องศาเซลเซียสค่ะ

นักเรียน 6 : ผมคิดว่าของกลุ่มที่ 2 ก็ถูกต้องละครับ เพราะ เป็นการแก้สมการเพื่อหาว่า -45 องศาเซลเซียส เท่ากับ -49 องศาฟาเรนไฮต์

คำตอบของตนเอง บั๊ต 1, 2, 4, 5 เป็นไปไม่ได้ บั๊ต 3 เป็นไปได้

เหตุผลประกอบคำตอบ บั๊ต 1, 2, 4, 5 เป็นไปไม่ได้ บั๊ต 3 เป็นไปได้

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

บั๊ต 1	บั๊ต 2	บั๊ต 3	บั๊ต 4	บั๊ต 5
ค่าตอบของบั๊ต 1: 100%	ค่าตอบของบั๊ต 2: 100%	ค่าตอบของบั๊ต 3: 100%	ค่าตอบของบั๊ต 4: 100%	ค่าตอบของบั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%

ภาพ 18 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

คำตอบของตนเอง บั๊ต 1, 2, 4, 5 เป็นไปไม่ได้ บั๊ต 3 เป็นไปได้

เหตุผลประกอบคำตอบ เพราะ บั๊ต 1, 2, 4, 5 เป็นไปไม่ได้ บั๊ต 3 เป็นไปได้

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

บั๊ต 1	บั๊ต 2	บั๊ต 3	บั๊ต 4	บั๊ต 5
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%
บั๊ต 1: 100%	บั๊ต 2: 100%	บั๊ต 3: 100%	บั๊ต 4: 100%	บั๊ต 5: 100%

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างคำตอบ เหตุผล และหลักฐานของนักเรียนกลุ่มที่ 2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ในขั้นนี้หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา นักเรียนที่ไม่ถนัดด้านวิชาคณิตศาสตร์ก็ร่วมแสดงความคิดเห็นโดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องใช้คำถามกระตุ้นเพิ่ม จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้โดยไม่ใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้เพื่อถามกระตุ้น พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็น

ประโยคตามแนวคิดสำคัญ เขียนสิ่งที่สงสัยได้อย่างชัดเจนสื่อความหมายได้ และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจได้อย่างชัดเจน สามารถสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

จากแนวทางการปรับปรุงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้นักเรียนทุกคนเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเองได้ มีความมั่นใจและกล้าแสดงออกในการแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ และเขียนสรุปแนวคิด เขียนตรวจสอบแนวคิด และเขียนเล่าความเข้าใจอย่างชัดเจน ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4

ตาราง 9 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้	-	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง	-	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	นักเรียนบางกลุ่มที่นำเสนอคำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยช่วยอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (P15)
ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้	-	-

ตาราง 10 สรุปผลการสะท้อนแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเคโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกต ในการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนไม่ค่อยมีส่วนร่วมใน การทำความเข้าใจสถานการณ์ ปัญหาและไม่สามารถเขียนตั้ง ข้อสังเกตการเรียนรู้ได้	ปรับการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้ เป็นรูปแบบของกิจกรรมที่นักเรียน สามารถลงมือทำได้หรือที่สามารถสื่อ ดึงดูดความสนใจของนักเรียน (P1)
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบางคนยังไม่สามารถตั้ง ข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ เนื่องจาก ไม่ตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ ปัญหา ทำให้เกิดความไม่เข้าใจใน สถานการณ์ที่กำหนด	ผู้วิจัยใช้คำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ ปัญหาเป็นรายบุคคลเพื่อกระตุ้นนักเรียน บางคนศึกษาสถานการณ์ปัญหา (P8)
	วงจรปฏิบัติการที่ 3 -	-
	วงจรปฏิบัติการที่ 4 -	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของ ตนเอง	วงจรปฏิบัติการที่ 1 - นักเรียนเกิดความสงสัยใน สถานการณ์ปัญหาแล้วไม่กล้ายกมือ เพื่อถาม - นักเรียนที่นั่งติดกันมีการปรึกษา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน (P2) - ผู้วิจัยควรทำความเข้าใจกับนักเรียน ในเรื่องของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้ ชัดเจนเพื่อให้ นักเรียน ทราบถึง รายละเอียดแต่ละขั้นตอน (P3)
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 - มีนักเรียนบางคนเกิดความเข้าใจ ผิดระหว่างความหมายของค่าเงิน บาทแข็งและค่าเงินบาทอ่อน - นักเรียนบางคนไม่สามารถนำ	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อ ทบทวนสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนอีก ครั้ง (P8) - ผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมโดย ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ง่าย หรือ

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	ความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้	สถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำวิธีการที่เคยใช้มาทดลองใช้แก้ปัญหานี้ (P9)
วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	-	-
วงจรปฏิบัติการที่ 4		
	-	-
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	วงจรปฏิบัติการที่ 1 - นักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มี ความมั่นใจในการจะนำเสนอความคิดของตนเองหรือและเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน - นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ได้คำตอบเหมือนกัน แต่มีเหตุผลประกอบ คำตอบหรือหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ทำให้การสื่อสารกันภายในกลุ่มในด้านการโต้แย้งแนวคิดเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย	- ปรับรูปแบบการนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดโดยกำหนดลำดับการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่ม (P4) - ผู้วิจัยควรหาสถานการณ์ปัญหาที่แสดงแนวคิดได้หลากหลายมากขึ้น เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่มมากขึ้น (P5)
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนในกลุ่มบางคนที่ไม่ถนัดคณิตศาสตร์ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกันเพื่อนในกลุ่ม	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกับนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม (P10)
	วงจรปฏิบัติการที่ 3 ในการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม มีนักเรียนบางกลุ่มไม่ตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการ	ผู้วิจัยพูดเน้นย้ำกับนักเรียนทุกคนในเรื่องของการตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการที่แต่ละกลุ่มเลือกว่าถูกต้องหรือไม่ก่อนจะนำเสนอหน้าชั้นเรียน (P14)

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	แก้ปัญหาที่เลือกมา ทำให้วิธีการที่เลือกมานั้นมีการคำนวณเปอร์เซ็นต์ที่ผิด	
	วงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนบางกลุ่มที่นำเสนอคำตอบเหตุผล ประกอบ คำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผลได้แต่ไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยช่วยอธิบายเพิ่มเติมและกระตุ้นให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอได้อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาของตนเองให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (P15)
ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหา และวิธีการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติการที่ 1 - นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา - นักเรียนส่วนใหญ่สรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่มีการเขียนอธิบาย เขียนความรู้สึกเป็นคำๆ	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยตั้งกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม (P6) - ผู้วิจัยใช้ตัวอย่างคำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพื่อที่จะได้เป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน (P7)
	วงจรปฏิบัติการที่ 2 - มีนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา - มีนักเรียนบางส่วนเขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่เขียนอธิบาย	- ผู้วิจัยควรใช้คำถามสู่ถามนักเรียนบางคนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนบางคนร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา (P11) - ใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนทุกคนในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	เขียนความรู้สึกเป็นคำๆ	นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร และเพื่อที่จะได้เป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนอีกด้วย (P12) - ผู้วิจัยเดินสังเกตการณ์เขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ โดยอาจเข้าไปพูดคุยเพื่อกระตุ้นนักเรียนเป็นรายบุคคล (P13)
วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	-	-
วงจรปฏิบัติการที่ 4		
	-	-

ตาราง 11 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล แต่ละวงจรปฏิบัติการ

รหัส	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
P1	นักเรียนบางส่วนไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ทำให้ไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหา และไม่สามารถตั้งข้อสังเกตการเรียนรู้ได้	ปรับการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้เป็นรูปแบบของกิจกรรมที่นักเรียนสามารถลงมือทำได้หรือสื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนให้มากขึ้น
P2	นักเรียนเกิดความสงสัยในสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่กล้ายกมือเพื่อถาม	ผู้วิจัยควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อตรวจสอบถึงความเข้าใจของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหา
P3	นักเรียนที่นั่งติดกันมีการปรึกษาและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน	ผู้วิจัยควรทำความเข้าใจกับนักเรียนในเรื่องของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน
P4	นักเรียนในแต่ละกลุ่มยังไม่มี ความมั่นใจในการจะนำเสนอความคิดของตนเองหรือแลกเปลี่ยนความคิดจากที่ผู้วิจัยปล่อยให้	ปรับรูปแบบการนำเสนอแนวคิดหรือแลกเปลี่ยนความคิดจากที่ผู้วิจัยปล่อยให้

รหัส	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
	แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน	นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอตนเอง ปรับมาเป็นผู้วิจัยกำหนดลำดับของการนำเสนอแนวคิด
P5	นักเรียนแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่จะได้คำตอบเหมือนกัน	ปรับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดได้หลากหลายมากขึ้น
P6	นักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อนำไปสู่การสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยตั้งกติกาว่า ให้แต่ละกลุ่มตอบคำถามอย่างน้อยกลุ่มละ 1 คำถาม
P7	นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่มีการเขียนอธิบาย เขียนแสดงความรู้สึกเป็นคำๆ	ผู้วิจัยใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนในชั้นเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดว่า สิ่งที่ได้เรียนรู้คืออะไร นักเรียนยังสงสัยอะไร และนักเรียนมีความรู้สึกอย่างไร เพื่อที่จะนำไปเป็นแนวคำตอบในการเขียนตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน
P8	นักเรียนบางคนยังไม่สามารถตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ได้ เนื่องจากไม่ตั้งใจในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ทำให้เกิดความไม่เข้าใจในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด	ผู้วิจัยใช้คำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเป็นรายบุคคล เพื่อกระตุ้นนักเรียนบางคนศึกษาสถานการณ์ปัญหา
P9	นักเรียนบางคนเกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และนักเรียนไม่สามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาได้	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นเพื่อทบทวนสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียน และทบทวนความรู้เดิมโดยยกตัวอย่างจากสถานการณ์ที่ง่ายหรือสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหา
P10	นักเรียนบางคนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ ยังไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นหรือ	ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคลเพื่อให้นักเรียนได้

รหัส	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ปัญหา
	สื่อสารร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม	ฝึกแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารร่วมกับเพื่อนในกลุ่ม
P11	นักเรียนบางส่วนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นว่าแนวคิดหรือวิธีการใดที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา	ผู้วิจัยใช้คำถามสู่ถามนักเรียนบางคนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนบางคนร่วมแสดงความคิดเห็น
P12	นักเรียนบางส่วนเขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่เขียนอธิบาย เขียนแสดงความรู้สึกเป็นคำ	ผู้วิจัยใช้คำถามในแบบบันทึกการเรียนรู้ถามนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังสงสัย และสิ่งที่นักเรียนรู้สึก
P13	นักเรียนบางส่วนเขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่เขียนอธิบาย เขียนแสดงความรู้สึกเป็นคำ	ผู้วิจัยเดินสังเกตการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ โดยอาจเข้าไปพูดคุยเพื่อกระตุ้นนักเรียนเป็นรายบุคคล
P14	นักเรียนบางกลุ่มไม่ตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกมา ทำให้วิธีการที่เลือกมานั้นมีการคำนวณผิดพลาด	ผู้วิจัยพูดเน้นย้ำกับนักเรียนทุกคนในชั้นเรียน เรื่องของการตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการที่แต่ละกลุ่มเลือกก่อนจะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนนำมาสู่บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละขั้นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่มีผลต่อความสามารถในการอธิบายของนักเรียนและระดับการสะท้อนคิด ซึ่งทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการพบว่าสิ่งที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งตามขั้นการปฏิบัติ 4 ขั้น ดังตารางที่ 11

ตาราง 12 แสดงประเด็นที่ครูควรเน้นเมื่อนำการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ขั้นการปฏิบัติ	รายละเอียด
ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้	- ในการออกแบบหรือคัดเลือกสถานการณ์ปัญหา ครูควรออกแบบหรือคัดเลือกงานที่ส่งเสริมการอธิบายทางคณิตศาสตร์ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้ ต้องเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบอย่างเต็มที่ เป็นงานที่มีความท้าทายและสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน เชื่อมโยงกับชีวิตจริง มีความเหมาะสมกับวัย

ขั้นการปฏิบัติ	รายละเอียด
	เพื่อให้ นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการอภิปรายได้ - ครูควรนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้มีความกระชับ เข้าใจง่าย อาจใช้ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาหรือสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ หรือเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วม จะช่วยให้การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของครูนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน ครูใช้สถานการณ์การปันจักรยานเพื่อหาว่าสามารถเลือกเกียร์ใดได้บ้างจึงจะทำให้เผาผลาญพลังงานได้น้อย 190 กิโลแคลอรี ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เป็นประสบการณ์ตรงของนักเรียน - ครูควรเลือกใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาโดยอาจเป็นคำถามเพื่อการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เช่น “สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร” “สถานการณ์กำหนดอะไรให้กับเรา” “สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบอะไร” พร้อมทั้งตั้งคำถามเพื่อทบทวนและกระตุ้นความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันเพื่อให้ นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น
ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง	- ครูต้องคาดการณ์แนวคิดหรือค่านึงถึงการดำเนินการทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหานี้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาจากมุมมองของนักเรียน เช่น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน นักเรียนในระดับชั้นนี้จะใช้วิธีการที่คุ้นเคย คือ การดำเนินการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาจจะยังไม่คำนึงถึงความหมายของสัดส่วน จึงทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ครูได้ตั้งไว้ - ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สถานการณ์ปัญหามกำหนดให้ และสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบอีกครั้ง และสังเกตการณ์ทำงานของนักเรียนอย่างทั่วถึง หากพบนักเรียนที่ยังไม่สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูเข้าไปช่วยเหลือโดยการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้หรือนำสื่อช่วยคิดไปให้นักเรียนใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นการปฏิบัติ	รายละเอียด
ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	- ครูควรให้นักเรียนในกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอคำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบการให้เหตุผลของนักเรียน พร้อมทั้งชี้แจงถึงจุดประสงค์และเป้าหมายของการอภิปราย เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสาร - ในการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ครูควรเลือกงานที่นำไปสู่การอภิปรายตามจุดประสงค์ของบทเรียน โดยอาจจะไม่ต้องให้นักเรียนนำเสนอทุกกลุ่ม แต่ครูควรเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทางไปสู่ข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของคาบได้ เช่น เรียงลำดับจากแนวคิดที่มีข้อผิดพลาดมากไปสู่แนวคิดที่มีข้อผิดพลาดน้อยหรือมีความสมบูรณ์มากที่สุด เป็นต้น แล้วแจ้งลำดับกลุ่มที่ต้องนำเสนอให้นักเรียนทราบ - สำหรับกลุ่มที่นำเสนอขณะทำการนำเสนอให้เขียนวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองบนกระดานพร้อมกับอธิบายแนวคิดของตนเอง ซึ่งการเขียนกระดานนี้จะทำให้นักเรียนในชั้นเรียนเห็นภาพรวมของแนวคิดต่างๆ - ครูควรใช้คำถามกระตุ้น เช่น “นักเรียนเห็นด้วยกับแนวคิดของเพื่อนหรือไม่” “นักเรียนเห็นด้วยเพราะอะไร” “นักเรียนมีหลักฐานประกอบการโต้แย้งหรือไม่” เป็นต้น เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกัน หากพบว่ามีนักเรียนกลุ่มใดที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันน้อย - ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเป็นรายบุคคล เช่น “นักเรียน (ระบุชื่อ) มีแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาสำหรับสถานการณ์ปัญหานี้อย่างไร” “นักเรียน (ระบุชื่อ) เห็นด้วยกับเพื่อนหรือไม่” “นักเรียน (ระบุชื่อ) เห็นด้วยเพราะอะไร” เป็นต้น หากพบว่ามีนักเรียนคนใดที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มน้อย - ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่แต่ละกลุ่มได้เลือกเพื่อที่จะใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน - เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงความเหมือนหรือความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และตั้งคำถามสนับสนุนให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการ

ขั้นการปฏิบัติ	รายละเอียด
	แก้ปัญหาได้ถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด เช่น “นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มใดมีความเหมาะสมกับสถานการณ์นี้มากที่สุด” เป็นต้น
ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและ วิธีการเรียนรู้	- ก่อนที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปทบทวนเนื้อหา วิธีการเรียนรู้ และเชื่อมโยงสู่เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในคาบนี้ ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่นักเรียนได้นำเสนอ และให้นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ - ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการที่เลือก และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังสงสัย และนักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียนคาบนี้ โดยครูเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบบนกระดาน หากมีประเด็นสำคัญที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ ครูจะช่วยอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์แล้วนำไปสู่การสรุปหลักการตามเป้าหมายของคาบนั้น โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งต่างๆ ข้างต้น พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้หลังจากการสรุปสิ่งต่างๆ นี้ด้วย - การออกแบบแบบบันทึกการเรียนรู้ ครูควรออกแบบให้นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่ยังสงสัย ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อคาบเรียน และนักเรียนต้องสามารถตรวจสอบความรู้ของตนเองได้อีกด้วย

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยทำการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การ

สอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการอภิปรายและทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่มมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่า นักเรียนเกิดการอภิปราย ดังนี้

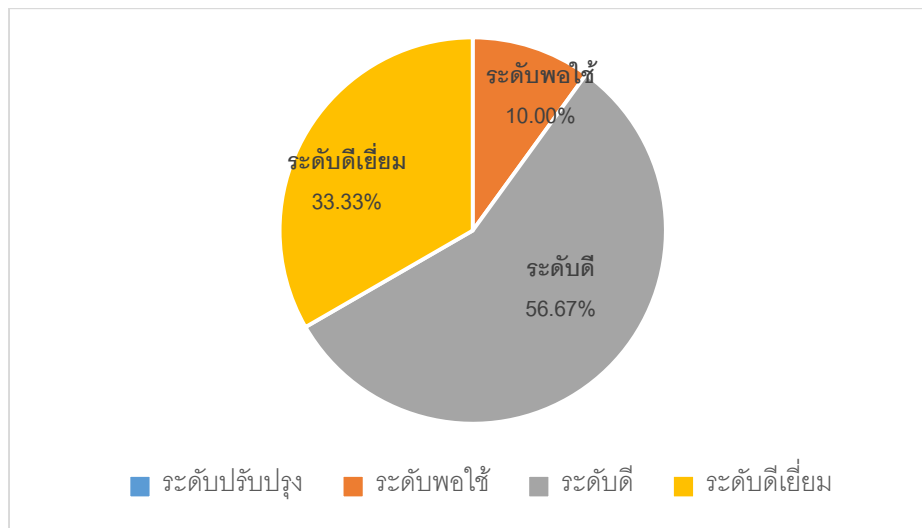
ตาราง 13 แสดงความถี่ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งชั้นเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความถี่ในการแสดงการอภิปรายทางคณิตศาสตร์			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	10	13	16	18
	ดี	17	16	14	12
	พอใช้	3	1	-	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	ดีเยี่ยม	10	11	15	17
	ดี	12	13	11	13
	พอใช้	8	6	4	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	ดีเยี่ยม	3	8	11	16
	ดี	2	5	6	14
	พอใช้	1	2	4	-
	ปรับปรุง	-	-	-	-
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	ดีเยี่ยม	4	6	13	18
	ดี	-	9	12	17
	พอใช้	5	3	6	-
	ปรับปรุง	1	4	-	-

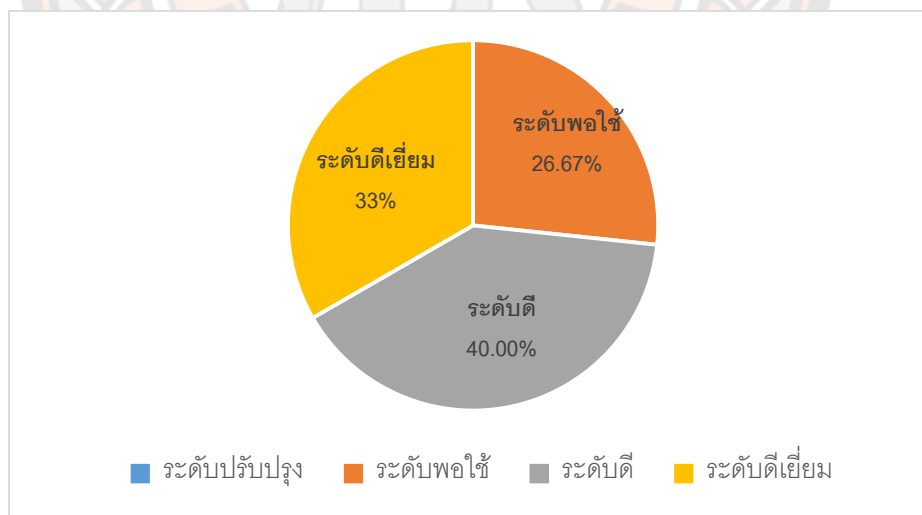
จากตารางที่ 12 เป็นตารางที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจากแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการถอดบทสนทนาจากบันทึกวิดีโอและคลิปเสียงที่เกิดขึ้นในห้องเรียนระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน แล้วนำมาจัดกลุ่มตามความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และวิเคราะห์ระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในชั้นเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล ซึ่งพบว่า กลุ่มนักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

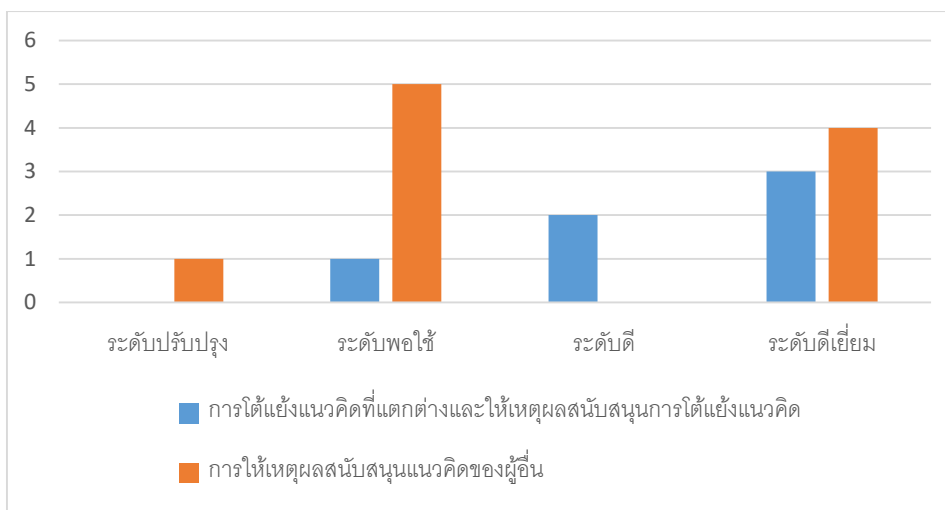
ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 20



ภาพ 20 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ
 ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1
 ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับ
 ความสามารถ ดังภาพที่ 21



ภาพ 21 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ
 ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 1
 ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถนัดในการ
 แสดงออกทั้งหมด 6 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถนัดในการแสดงออก
 ทั้งหมด 10 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 22



**ภาพ 22 แสดงความถี่ในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง
และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 1**

จากภาพที่ 20 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.67 มีความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับและสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้บางส่วน และจากภาพที่ 21 จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 40 มีความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ระดับดี นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่ สาเหตุที่ทำให้การแสดงออกในทั้ง 2 ด้านอยู่ในระดับดังกล่าว เนื่องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจปัญหาหรือเกิดความเข้าใจผิด ส่งผลให้ในการหาคำตอบของตนเองของนักเรียนในขั้นการปฏิบัติที่ 2 นั้นเกิดข้อผิดพลาดในบางส่วน ประกอบกับการที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความมั่นใจในการนำเสนอ จึงส่งผลให้ในการนำเสนอแนวคิด การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด หรือการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีบางส่วนที่เกิดข้อผิดพลาด ไม่ถูกต้องตามทฤษฎี นิยาม หรือหลักการทางคณิตศาสตร์ และเนื่องจากสถานการณ์ปัญหามีเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมและไม่เป็นปัญหาปลายเปิดเท่าที่ควร ทำให้ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดหรือการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นนั้นเกิดขึ้นน้อยตามไปด้วย ดังภาพที่ 23 และตัวอย่างบทสนทนาของนักเรียนที่แสดงการอภิปรายที่เกิดขึ้นต่อไปนี้



ภาพ 23 แสดงตัวอย่างการอภิปรายของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

นักเรียน 1 : คำตอบของเราคือ ปิติ เลือกเกียร์ได้ทุกอัน เพราะ เมาผลาญกิโกลแคลอรีได้มากกว่า 190 กิโกลแคลอรีทุกเกียร์ สมรศรีเลือกเกียร์ A กับ B เพราะ เกียร์ C เมาผลาญพลังงานได้น้อยกว่า 190 กิโกลแคลอรี และจ๊ะจ๋าเลือกเกียร์ A กับ B เพราะว่า เกียร์ C เมาผลาญพลังงานได้น้อยกว่า 190 กิโกลแคลอรี และหลักฐานประกอบการให้เหตุผลเป็นดังนี้ (แสดงหลักฐานให้เพื่อนดู)

นักเรียน 2 : เห็นด้วยกับคนที่ 1 โดยคำตอบของเราคือ ปิติเลือกเกียร์ได้ทั้งหมด สมรศรีและจ๊ะจ๋าเลือกได้ทั้ง A และ B โดยปิติเลือกได้ทั้งหมด เพราะว่า เมาผลาญกิโกลแคลอรีได้มากกว่า 190 กิโกลแคลอรีทุกเกียร์เลย ส่วนสมรศรีและจ๊ะจ๋าเลือกได้แค่เกียร์ A และ B เพราะว่า เกียร์ C เมาผลาญกิโกลแคลอรีได้น้อยกว่า 190 กิโกลแคลอรี ซึ่งวิธีคิดเหมือนคนที่ 1 แต่มีบางจุดใช้สัดส่วนในการคิด

นักเรียน 3 : เห็นด้วยกับคนที่ 1 และ 2 โดยคำตอบของเราคือ ปิติเลือกเกียร์ได้ทั้งหมด สมรศรีและจ๊ะจ๋าเลือกได้แค่เกียร์ A และ B เพราะว่า เกียร์ C เมาผลาญได้น้อยกว่า 190 กิโกลแคลอรี โดยวิธีการคิดคือ เริ่มจากการหารอบของการหมุนของล้อจักรยานก่อน แล้วค่อยคำนวณหากิโกลแคลอรี

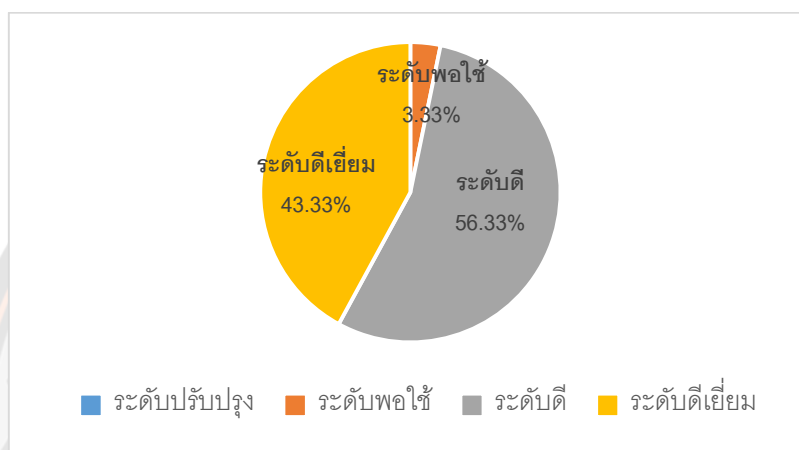
นักเรียน 4 : เห็นด้วยกับคนที่ 1, 2 และ 3 โดยคำตอบของเราคือ ปิติเลือกเกียร์ได้ทั้งหมด สมรศรีและจ๊ะจ๋าเลือกได้แค่เกียร์ A และ B เพราะว่า เกียร์ C เมาผลาญได้น้อยกว่า 190 กิโกลแคลอรี โดยหลักฐานประกอบการให้เหตุผลที่แตกต่างจากเพื่อนมีดังนี้ (แสดงหลักฐานที่แตกต่างให้เพื่อนดู) นอกนั้น ก็คล้ายๆกัน

นักเรียน 5 : แต่คำตอบของเราคือ ปิติเลือกเกียร์ C เพราะว่า ได้กิโกลแคลอรีน้อยสุด ส่วนจ๊ะจ๋าและสมรศรีใช้เกียร์ B เพราะว่า ได้กิโกลแคลอรีน้อยสุดเหมือนกัน หลักฐานประกอบการให้เหตุผล คือ ปิติใช้เกียร์ C เพราะว่า ต้องการให้ล้อหมุน 95 รอบ ซึ่งเมื่อเลือกเกียร์ C จะทำให้ต้องปั่นบันไดจักรยาน 47.5 รอบ ซึ่งถ้าเอาไปคำนวณหากิโกลแคลอรี จะได้เท่ากับ $47.5 \times 4 = 190$ กิโกล

แคลอรีพอดี สมรรถีต้องใช้เกียร์ B เพราะว่า ต้องการให้ล้อหมุน 57 รอบ ซึ่งจะต้องปั่นบันไดจักรยาน 68.4 รอบ โดยเมื่อนำไปคำนวณหา กิโลแคลอรี จะได้เท่ากับ $68.4 \times 4 = 273.6$ กิโลแคลอรี และจี้ระศักดิ์ใช้เกียร์ C เพราะว่า ต้องการให้ล้อหมุน 48 รอบ แสดงว่าต้องปั่นบันไดจักรยาน 57.6 รอบ โดยคำนวณหา กิโลแคลอรีได้เท่ากับ $57.6 \times 4 = 230.4$ กิโลแคลอรี

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัตส่วน

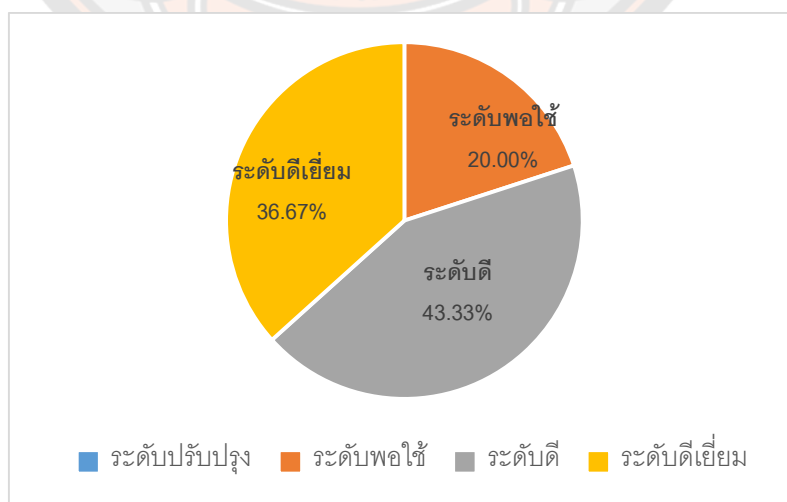
ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 24



ภาพ 24 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2

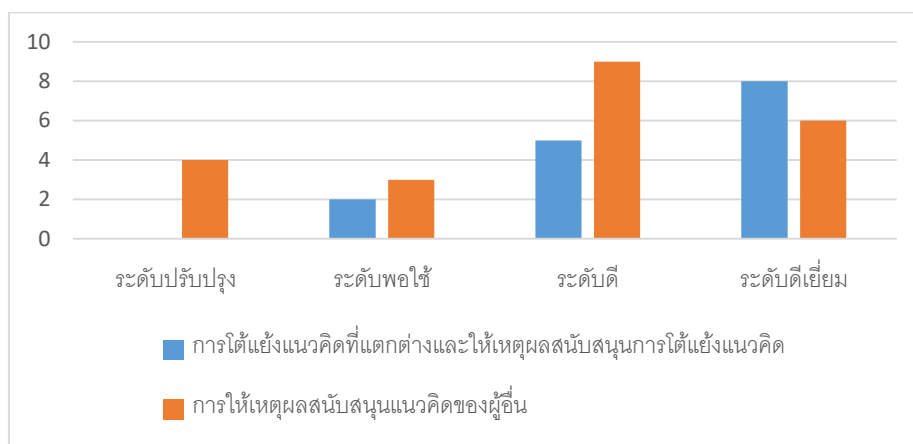
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 25



ภาพ 25 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 2

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 15 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 22 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 26



ภาพ 26 แสดงความถี่ในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพที่ 24 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.33 มีความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน แต่จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น มีจำนวนที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 43.33 และจากภาพที่ 25 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 43.33 มีความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่ แต่จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น มีจำนวนที่เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 36.67 สาเหตุที่ทำให้จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามข้างต้น เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการปรับสถานการณ์ปัญหาให้มีความซับซ้อนน้อยลงและใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย อีกทั้งยังมีการใช้ภาพประกอบสถานการณ์และยกตัวอย่างประกอบ พร้อมทั้งมีสื่อที่นักเรียนสามารถจับต้องได้เพื่อช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้นและสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการที่นักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิด ให้เหตุผล และให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ถูกต้องและ

น่าเชื่อถือมากขึ้น และส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจที่จะอภิปรายในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่าง และให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งและในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด โดยดูได้จากภาพที่ 26 พบว่า ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีจำนวนทั้งหมด 15 ครั้ง และความถี่ในการแสดงออกด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น มีจำนวนทั้งหมด 22 ครั้ง โดยส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับดีและระดับดีเยี่ยม เช่นกัน และจากบทสนทนาของนักเรียนดังต่อไปนี้

นักเรียน 1 : คำตอบของเราคือ ช่วงบ่าย เหตุผลเพราะ เนื่องจากบริษัท ข ต้องการเงินเยอะ ซึ่งในช่วงบ่ายค่าเงินบาทอ่อน ทำให้บริษัท B ต้องใช้เงินเยอะกว่าช่วงเช้า หลักฐานประกอบการให้เหตุผล คือ ให้ x แทนจำนวนเงินที่บริษัท B ต้องจ่าย โดยในช่วงเช้าสามารถเขียนสัดส่วนได้เป็น $\frac{30}{1} = \frac{x}{100}$ จะได้ว่า $x = 3000$ บาท และในช่วงบ่ายสามารถเขียนสัดส่วนได้เป็น $\frac{32}{1} = \frac{x}{100}$ จะได้ว่า $x = 3200$ บาท ดังนั้น ถ้าบริษัท ข ต้องการกำไรมากที่สุด บริษัท B ต้องจ่ายในช่วงบ่าย

นักเรียน 2 : เห็นด้วยกับนักเรียน 1 เพราะ ค่าเงินอ่อนลง โดยหลักฐานประกอบใช้แนวคิดแบบเดียวกันกับนักเรียน 1

นักเรียน 3 : เห็นด้วยกับนักเรียน 1,2 เพราะ ในช่วงเช้าค่าเงินบาทแข็งทำให้เงินที่ต้องจ่ายน้อยกว่าช่วงบ่าย โดยหลักฐานประกอบใช้แนวคิดเดียวกันกับนักเรียน 1

นักเรียน 4 : คำตอบเหมือนกันกับทุกคน ก็คือ บริษัท B ต้องชำระในช่วงบ่าย เพราะ ค่าเงินมีเยอะกว่าช่วงเช้า จึงเป็นผลดีของบริษัท แต่ให้หลักฐานประกอบต่างออกไปคือ เนื่องจากช่วงเช้า อัตราแลกเปลี่ยนเป็น 30 บาท : 1 ดอลลาร์ = 30 : 1 และในช่วงบ่ายอัตราแลกเปลี่ยนเป็น 32 บาท : 1 ดอลลาร์ = 32 : 1 ซึ่ง 30 : 1 < 32 : 1 ดังนั้น ควรเก็บเงินในช่วงบ่ายมากกว่า

นักเรียน 2 : เอ๊ะ เราไม่สามารถบอกได้ว่า 30 : 1 > 32 : 1 รีบว่า เท่าที่เรียนมามีค่าเท่ากับกับไม่เท่ากับปะ

นักเรียน 4 : เราหมายถึงว่า ช่วงเช้าแลกเป็นเงินบาทได้น้อยกว่าช่วงบ่ายอะ

นักเรียน 3 : จั๊นเราว่า เธอก็น่าจะเขียนไปเลยนะว่า ช่วงเช้าแลกเป็นเงินบาทได้เท่าไร แล้วก็ช่วงบ่ายแลกเงินบาทได้เท่าไร

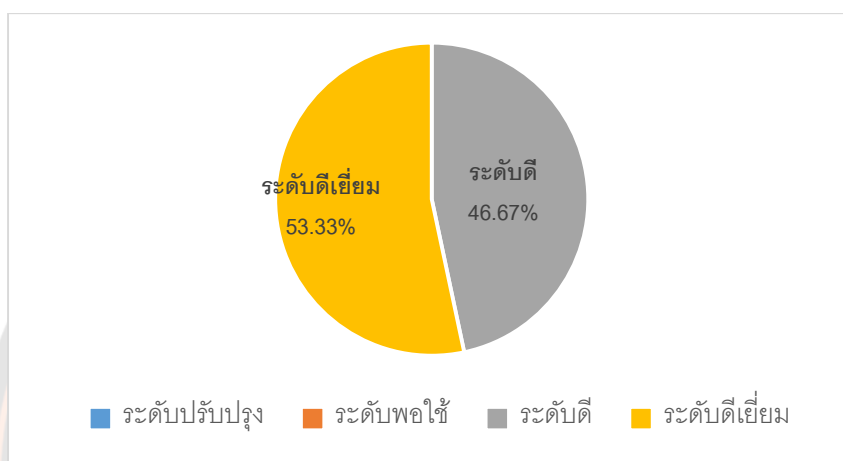
นักเรียน 4 : ได้ๆ

นักเรียน 5 : คำตอบเหมือนกับทุกคน ก็คือ บริษัท B ชำระในช่วงบ่าย จะเป็นผลดีมากกว่า เพราะ ค่าเงินบาทอ่อนลง ซึ่งในช่วงเช้าบริษัท ข จะได้เงินจากบริษัท B 3000 บาท แต่

ในช่วงจ่ายบริษัท ข จะได้เงินจากบริษัท B 3200 บาท หลักฐานประกอบการให้เหตุผลคือ กำหนดให้ x แทนเงินบาทเมื่อมีเงิน 100 ดอลลาร์ ในช่วงเช้าจะเขียนเป็นสัดส่วนได้คือ $100 : x = 1 : 32$ จะได้ว่า $x = 3200$ บาท และในช่วงบ่ายเขียนเป็นสัดส่วนได้คือ $100 : x = 1 : 30$ จะได้ว่า $x = 3000$ บาท

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

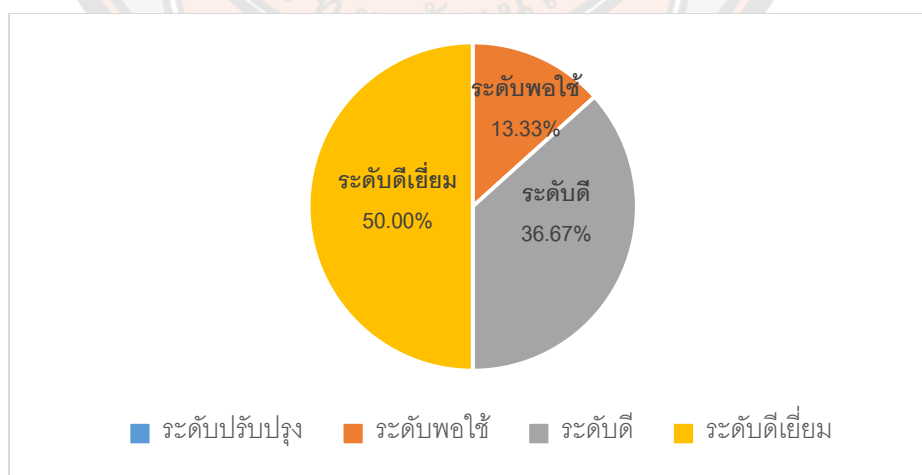
ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 27



ภาพ 27 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในด้านการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3

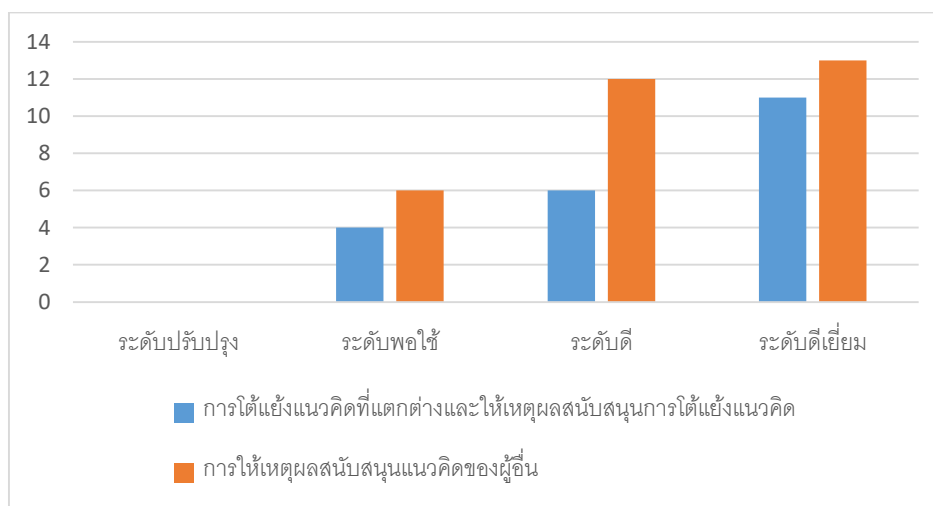
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 28



ภาพ 28 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 3

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 21 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 31 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 29



ภาพ 29 แสดงความถี่ในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพที่ 27 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 53.33 มีความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น และนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 46.67 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านนี้ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับความที่ต่ำกว่าระดับดี และจากภาพที่ 28 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50 มีความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น และนักเรียนจำนวนร้อยละ 36.67 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสามารถในด้านนี้มีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยมเพิ่มมากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ลดน้อยลง สาเหตุที่ทำให้จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามข้างต้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยมีการใช้ภาพและคลิปวิดีโอประกอบการนำเสนอสถานการณ์และมีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลองคำนวณหาค่าของเปอร์เซ็นต์บ่อย

ก๊าซ CO₂ เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เรื่องร้อยละ ซึ่งนักเรียนมีความสนใจ และอยากศึกษาสถานการณ์ปัญหา อีกผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้นและสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับการที่นักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดให้เหตุผลและให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น และส่งผลให้นักเรียนมีความมั่นใจที่จะอภิปรายในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งและในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด สำหรับนักเรียนบางคนที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสาร ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม และจากสาเหตุนี้ทำให้ความถี่ในการแสดงด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดเพิ่มขึ้นเป็น 21 ครั้ง และความถี่ในการแสดงออกด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นเพิ่มขึ้นเป็น 31 ครั้ง โดยจำแนกเป็นระดับต่างๆ ดังภาพที่ 29 และจากบทสนทนาของนักเรียนดังต่อไปนี้

นักเรียน 1 : คำตอบคือ ไม่เห็นด้วย เพราะว่า ในขณะที่เยอรมนีปล่อยก๊าซลดลง 16% ประเทศอื่นๆในสหภาพยุโรปอาจปล่อยก๊าซลดลงน้อยกว่าเยอรมนีก็ได้ จนทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของเยอรมนีมากกว่าของสหภาพยุโรปทั้งหมด หลักฐานประกอบการให้เหตุผล คือ สมมติให้ USA รัสเซีย แคนาดา เยอรมนี เนเธอร์แลนด์ เป็น 5 ประเทศที่อยู่ในสหภาพยุโรป ดังนั้น การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การปล่อย CO₂ ของสหภาพยุโรป หาได้จาก $11\%+(-35\%)+13\%+(-16\%)+8\% = -4\%$

นักเรียน 2 : เอ๊ะ $11\%+(-35\%)+13\%+(-16\%)+8\% = -19\%$ รีป่าว

นักเรียน 1 : จริงด้วย

นักเรียน 2 : สำหรับเรา เราเห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียน 1 ที่บอกว่าไม่เห็นด้วย เพราะ เมื่อเยอรมนีลด อาจมีประเทศอื่นในสหภาพยุโรปเพิ่ม ทำให้เปอร์เซ็นต์ของสหภาพยุโรปลดลงน้อยกว่าเยอรมนี หลักฐานประกอบการให้เหตุผลคือ จากกราฟ เนเธอร์แลนด์เพิ่ม 13% เยอรมนีลด 16% และประเทศอื่นๆในสหภาพยุโรปที่กราฟไม่ได้แสดง อาจทำให้ผลรวมเปอร์เซ็นต์ของสหภาพยุโรปลด 4%

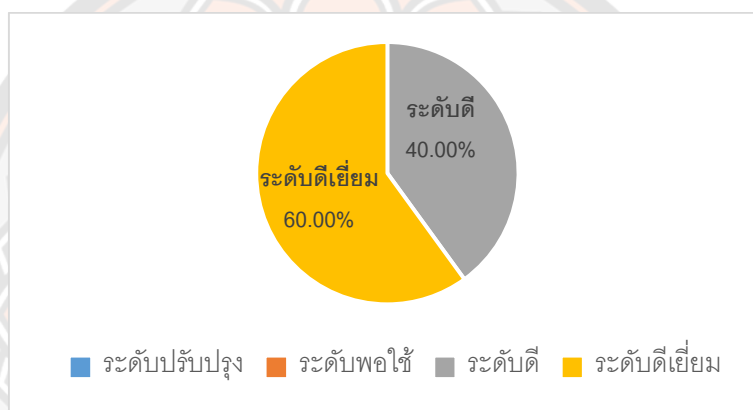
นักเรียน 3 : เห็นด้วยกับคำตอบของนักเรียน 1 และ 2 ที่บอกว่าไม่เห็นด้วย เหตุผล เพราะว่า ไม่ได้ต่างกัน 4% แต่ต่างกัน 2% หลักฐานประกอบการให้เหตุผล คือ $11+(-35)+10+13+15+(-4)+(-16)+8 = 2\%$

นักเรียน 4 : เราว่าคำตอบของนักเรียน 3 ที่บอกว่าไม่เห็นด้วยนั้นถูกแล้ว แต่เหตุผลเราน่าจะต้องตอบว่า เพราะอะไรทำไมถึงไม่เห็นด้วยกับค่าเปอร์เซ็นต์ลดลงในเยอรมนีมากกว่าเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงในสหภาพยุโรปทั้งหมดไม่ได้

นักเรียน 4 : ซึ่งสำหรับเราเห็นด้วยกับคำตอบของทุกคนที่บอกว่าไม่เห็นด้วย เพราะประเทศอื่นๆ ในสหภาพยุโรปอาจมีระดับการปล่อยก๊าซที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงที่ลดลงของระดับการปล่อยก๊าซในสหภาพยุโรบน้อยกว่าการลดลงในเยอรมนี หลักฐานของเราก็คือในแผนผังมีประเทศในสหภาพยุโรปทั้งหมด 3 ประเทศ ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี และออสเตรีย ซึ่งในเนเธอร์แลนด์และออสเตรียล้วนมีค่าเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซที่เพิ่มขึ้น ทำให้เปอร์เซ็นต์ของสหภาพยุโรปลดลงน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของเยอรมนี

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์

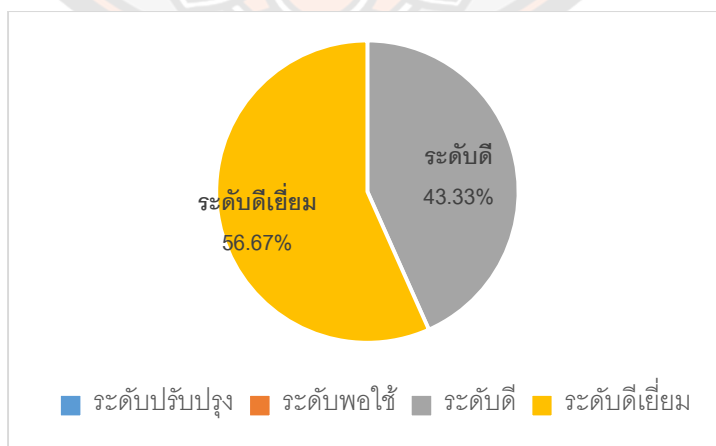
ด้านการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 30



ภาพ 30 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 4

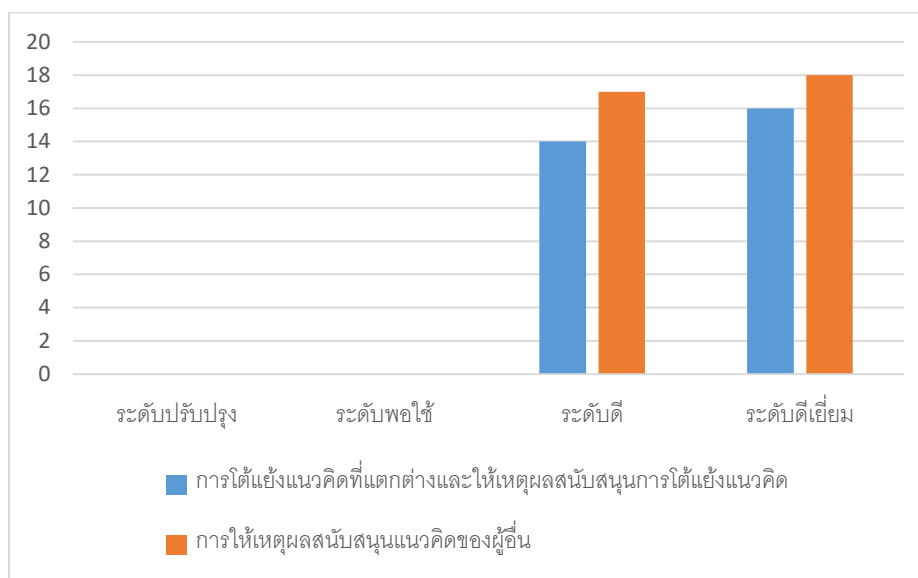
ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด มีรายละเอียดจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 31



ภาพ 31 แสดงจำนวนนักเรียนเป็นร้อยละตามความสามารถ

ในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด วงจรปฏิบัติการที่ 4

ด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง มีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 30 ครั้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกทั้งหมด 35 ครั้ง โดยมีรายละเอียดตามระดับความสามารถ ดังภาพที่ 32



ภาพ 32 แสดงความถี่ในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้ง และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น วงจรปฏิบัติการที่ 4

จากภาพที่ 30 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60 มีความสามารถในการเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่า เหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น และนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 40 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถในระดับดีเยี่ยม มีจำนวนร้อยละที่เพิ่มขึ้น และไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับความที่ต่ำกว่าดี และจากภาพที่ 31 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.67 มีความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น และนักเรียนที่เหลืออีกร้อยละ 43.33 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถในระดับดีเยี่ยมมีจำนวนร้อยละที่เพิ่มขึ้น และไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าดี สาเหตุที่ทำให้จำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามข้างต้น เนื่องจาก สถานการณ์ปัญหาเป็นการประยุกต์เนื้อหาที่มีความซับซ้อน โดยก่อนการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา

ผู้วิจัยได้มีการยกตัวอย่างข้อความและให้นักเรียนช่วยกันพิจารณาว่าเป็นไปได้หรือไม่ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ เมื่อผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาได้มีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจสถานการณ์ปัญหามากขึ้นและสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ประกอบกับสถานการณ์ปัญหาบางข้อสามารถตอบได้ทั้งเป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการนำเสนอมากขึ้น ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันมากขึ้น ส่งผลให้ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และการแสดงออกด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นเพิ่มมากขึ้น โดยเพิ่มขึ้นเป็น 30 ครั้ง และ 35 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งจำแนกเป็นระดับต่างๆ ดังภาพที่ 32 และจากบทสนทนาของนักเรียนดังต่อไปนี้

นักเรียน 1 : บัตรที่ 3 เราคิดว่าเป็นไปได้ เพราะ ถ้าเงินเดือนทั้งสองคนเพิ่มขึ้น 3% เหมือนกัน ก็แสดงว่าเงินเดือนที่เพิ่มขึ้นก็ต้องเท่ากัน เช่น ถ้าทั้งสองคน 3% ของเงินเดือนเท่ากับ 100 บาท ก็แสดงว่าทั้งสองคนเงินเพิ่มขึ้น 100 บาทเท่ากัน

นักเรียน 2 : เราเห็นด้วยกับนักเรียน 1 นะ เช่น ถ้าเงินเดือนของทั้งสองคนเท่ากับ 100 ก็แสดงว่า 3% ของ 100 คือ 3 บาท หมายความว่า ทั้งสองคนก็จะได้เงินเพิ่มขึ้น 3 บาทเท่ากัน

นักเรียน 3 : แต่เราว่าบัตรที่ 3 เป็นไปไม่ได้นะ

นักเรียน 4 : เราก็อ้างว่าเป็นไปไม่ได้ ลองคิดดูสิ ถ้าสมมติว่าเงินเดือนของสองคนนี้ไม่เท่ากันละ

นักเรียน 1 : แต่มันเพิ่มขึ้น 3% เหมือนกันนะ

นักเรียน 4 : ลองคิดก่อนๆ

นักเรียน 2 : สมมติว่า คนแรกเงินเดือน 1000 บาท คนที่สองเงินเดือน 500 บาทอะ นักเรียน 1 ลองช่วยคิดคนแรกดิ ว่า 3% ได้เท่าไร เดี่ยวเราคิดคนที่สอง

นักเรียน 1 : 3% ของ 1000 ได้ 30

นักเรียน 2 : 3% ของ 500 ได้ 15

นักเรียน 3 : เห็นไหม เราบอกแล้วว่าเป็นไปไม่ได้

นักเรียน 2 : แต่ถ้าเงินเดือนสองคนเท่ากันอะ 3% มันก็เท่ากันปะ

นักเรียน 4 : งั้นเราว่าบัตรนี้น่าจะตอบได้ 2 แบบปะ ทั้งเป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้

โดยสรุปทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเคโมเดล พบว่า ความสามารถในการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีระดับความสามารถที่เพิ่มขึ้นทั้ง 4 องค์ประกอบตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเมื่อจัดการเรียนรู้ครบ 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว ความสามารถในการอธิบายของนักเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไปถึง 4 องค์ประกอบ

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 13

ตาราง 14 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ความสามารถ ในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน ในแต่ละระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ระดับ ดีเยี่ยม	ระดับ ดี	ระดับ พอใช้	ระดับ ปรับปรุง
1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง	27 (90.00)	3 (10.00)	-	-
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	26 (86.67)	4 (13.33)	-	-
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	11 (36.67)	19 (63.33)	-	-
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	25 (83.33)	3 (10.00)	2 (6.67)	-

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 90 มีความสามารถในการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น ในด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 86.67 มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วยทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น ในด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 63.33 มีความสามารถอยู่ในระดับดี นั่นคือ สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึง

แตกต่างได้อย่างน่าเชื่อถือเป็นส่วนใหญ่ และในด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม นั่นคือ สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้ครบทุกประเด็น

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ผู้วิจัยทำการศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้เขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ในขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้ โดยมีข้อค้นพบการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนดังข้อความต่อไปนี้

1. ด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ เป็นเนื้อหาความรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนักเรียนสามารถเขียนตามความเข้าใจของตนเองได้ โดยดูได้จากตัวอย่างภาพที่ 33, 34, 35 และ 36

อัตราส่วน $a:b$ คือ $\frac{a}{b}$	อัตราส่วน a ส่วน b จำนวน b (ถ้า) โดย a, b เป็นจำนวนใดก็ตาม	อัตราส่วน $a:b$ คือ $4:1$ - ไม่ $10:2$
อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ อัตราส่วนที่คูณด้วย/หารด้วยจำนวนเท่ากัน $5:10 = 15:30$	อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ อัตราส่วนที่คูณด้วย/หารด้วยจำนวนเท่ากัน	ถ้า a เป็นจำนวนคี่ $10:2$ b เป็นจำนวนคู่
ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน	ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ รู้ว่าอัตราส่วน $10:2$ และ $15:30$ เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน	อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ $5:1 = 10:2$
		อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ $5:1 = 10:2$

ภาพ 33 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนของนักเรียน 3 คน

สัดส่วน คือ ความสัมพันธ์ของจำนวนกับจำนวนบางสิ่ง	สัดส่วน คือ ความสัมพันธ์ของจำนวนกับจำนวนบางสิ่ง	สัดส่วน คือ ความสัมพันธ์ของจำนวนกับจำนวนบางสิ่ง
ค่าเงินบาทแข็ง คือ เงินบาทที่เพิ่มขึ้น	ค่าเงินบาทแข็ง คือ เงินบาทที่เพิ่มขึ้น	ค่าเงินบาทแข็ง คือ เงินบาทที่เพิ่มขึ้น
ค่าเงินบาทอ่อน คือ เงินบาทที่ลดลง	ค่าเงินบาทอ่อน คือ เงินบาทที่ลดลง	ค่าเงินบาทอ่อน คือ เงินบาทที่ลดลง
ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน	ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน	ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน

ภาพ 34 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน ของนักเรียน 3 คน

ร้อยละ คือ การเปรียบเทียบจำนวนระหว่างจำนวนทั้งหมดและจำนวนทั้งหมด โดยแทนด้วยจำนวน	ร้อยละ คือ การเปรียบเทียบจำนวนระหว่างจำนวนทั้งหมดและจำนวนทั้งหมด โดยแทนด้วยจำนวน	ร้อยละ คือ การเปรียบเทียบจำนวนระหว่างจำนวนทั้งหมดและจำนวนทั้งหมด โดยแทนด้วยจำนวน
ทั้งหมดเป็น 100	ทั้งหมดเป็น 100	ทั้งหมดเป็น 100
ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน	ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน	ความรู้อื่นๆที่สนใจได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาบนอัตราส่วนและสัดส่วน

ภาพ 35 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียน 3 คน

ได้เรียนรู้อะไรจากคุณครูบ้าง	- ได้เรียนรู้ในเรื่องการเขียนเรื่องย่อ	- การปรับแก้ในจำนวนกับจำนวน
อยากฟังเรื่องอะไรอีกบ้าง	- เรื่องสละสิทธิ์	- ไม่ทราบ
เรื่อง	- เรื่องสละสิทธิ์	- การปรับแก้ในจำนวนกับจำนวน
	- เรื่องสละสิทธิ์	
	- เรื่องสละสิทธิ์	

ภาพ 36 ตัวอย่างการเขียนในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ
ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียน 3 คน

2. ด้านตรวจสอบความรู้ สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม

ยังสงสัยการหารอบป็นของจักรยาน / ศึกษาเรื่องสมการเพิ่มเติม / อัตราส่วนสัมพันธ์กับสัดส่วนใหม่ / รอบจักรยานแต่ละครั้งอาจจะสับสนบ้าง / การเขียนอัตราส่วนอาจจะตั้งผิดหรือหาผิดบ้าง / ทำโจทย์ให้บ่อยขึ้นหรืออ่านโจทย์ซ้ำๆ ให้เข้าใจ / หาความรู้เพิ่มเติมได้จากอินเทอร์เน็ต / อยากเรียนรู้วิธีการที่ง่ายกว่านี้ / อยากรู้วิธีการแลกเปลี่ยนสกุลเงินอื่น / ค้นหาเพิ่มเติมได้จากในหนังสือ / ทำไมค่าเงินถึงไม่คงที่ / กลับไปทบทวนเรื่องการแก้ปัญหโดยวิธีสัดส่วน / มีวิธีการหาคำตอบได้เร็วกว่านี้หรือไม่ / ศึกษาโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละเพิ่มเติม / พยายามทบทวนความรู้อยู่บ่อยๆ / ศึกษาการหาสัดส่วนที่ผกผันเพิ่มเติม

3. ด้านความรู้สึกรู้สึกในการเรียนรู้

ได้รู้ว่าควรแลกสกุลเงินตอนไหนถึงจะดี / สามารถนำความรู้ไปต่อยอดได้ / สนุกแล้วก็มีความรู้มากขึ้น / ทำให้เข้ามามากขึ้นกว่าการเรียนปกติในห้อง / ไม่เบื่อเวลาเรียน Active ตลอด / รู้สึกสนุกที่ได้เรียนเรื่องนี้ / ประทับใจและภูมิใจในตัวเองที่สามารถทำได้ / ตีใจที่นำความรู้มาปรับใช้ได้ / สนุกที่ได้เรียนรู้สิ่งใหม่ / ภูมิใจที่ได้ทำด้วยตนเอง / รู้สึกสนุกในการได้เรียนรู้เรื่องใหม่ๆ และได้ลงมือทำด้วยตนเอง / รู้สึกสนุกที่ได้เรียนรู้เทคนิคใหม่ๆ / ตื่นเต้นเวลาโดนเรียกตอบ / ชอบที่จะเรียนเรื่องนี้เพราะนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ / บางครั้งก็รู้สึกงงๆ แต่สุดท้ายก็เข้าใจ / ครูสอนดี เข้าใจง่าย ไม่เร็วไม่ช้าเกินไป / งานเยอะไปหน่อย แต่สนุกดี

จากข้อค้นพบในด้านสรุปความรู้ที่ได้รับ ด้านตรวจสอบความรู้ และด้านความรู้สึกรู้สึกในการเรียนรู้ข้างต้น สามารถแสดงตัวอย่างการเขียนสะท้อนคิดในระดับต่างๆ ดังภาพที่ 37, 38 และ 39 และสามารถสรุประดับการสะท้อนคิดของนักเรียนจากการประเมินการเขียนสะท้อนคิดในแบบบันทึกการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการทั้ง 4 ได้ดังตารางที่ 14

1. ความรู้ที่ฉันได้ในวันนี้ อัตราส่วน $a:b$ คือ $\frac{a}{b}$ หรือ $\frac{a}{b}$ ต่อ อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ หรือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ หรือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ความรู้อื่นๆที่ฉันได้ $\frac{a}{b}$	3. สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม สืบค้นรอบๆบริเวณ	4. ความรู้สึกในการเรียนครั้งนี้ของฉัน รู้สึก $\frac{a}{b}$ สนุก
---	---	--

ภาพ 37 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับเข้าใจ

จากภาพที่ 37 จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีการเขียนสรุปแนวคิดเป็นคำสำคัญ ไม่มีการอธิบาย เขียนอธิบายตรวจสอบความรู้เป็นคำๆ ไม่ชัดเจน และเขียนความรู้สึกในการเรียนรู้เป็นคำๆ จึงทำให้ตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับเข้าใจ

1. ความรู้ที่ฉันได้ในวันนี้ อัตราส่วน $a:b$ คือ $\frac{a}{b}$ อัตราส่วนที่เท่ากัน คือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ หรือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ หรือ $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ ความรู้อื่นๆที่ฉันได้ การสังเกต การแก้โจทย์ปัญหาแบบสัดส่วนและสัดส่วน	3. สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม อัตราส่วน สัมพันธ์กันสัดส่วน อัตราส่วนและสัดส่วน	4. ความรู้สึกในการเรียนครั้งนี้ของฉัน รู้สึกได้ความรู้อีก
---	--	---

ภาพ 38 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับสะท้อนคิด

จากภาพที่ 38 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดเป็นประโยคสำคัญ แต่ยังมีบางจุดที่นักเรียนยังเขียนได้ไม่ชัดเจน มีการเขียนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นประโยคสั้นๆ สื่อความถึงสิ่งที่สงสัยได้ มีการเขียนความรู้สึกในการเรียนรู้โดยเขียนเล่าความในใจเป็นประโยคสั้นๆ จึงทำให้ตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับสะท้อนคิด

1. ความรู้ที่ฉันได้ในวันนี้ ร้อยละ คือ $\frac{a}{b} \times 100$ หรือ $\frac{a}{b} \times 100$ ความรู้อื่นๆที่ฉันได้ ร้อยละคือ $\frac{a}{b} \times 100$	3. สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม ร้อยละคือ $\frac{a}{b} \times 100$ หรือ $\frac{a}{b} \times 100$ ร้อยละคือ $\frac{a}{b} \times 100$ หรือ $\frac{a}{b} \times 100$	4. ความรู้สึกในการเรียนครั้งนี้ของฉัน รู้สึกได้ความรู้อีก
--	---	---

ภาพ 39 แสดงตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากภาพที่ 39 จะเห็นได้ว่า นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดได้ครอบคลุมแนวคิดสำคัญและมีการอธิบายได้อย่างชัดเจน มีการเขียนอธิบายตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคที่สมบูรณ์ และมีการเขียนความรู้สึกในการเรียนรู้โดยเล่าความในใจได้อย่างชัดเจน สื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้ จึงทำให้ตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตาราง 15 ผลการประเมินการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ	ระดับการสะท้อนคิด				รวม
	ไม่สะท้อนคิด	เข้าใจ	สะท้อนคิด	สะท้อนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ	
วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน	-	17 (ร้อยละ 56.67)	13 (ร้อยละ 43.33)	-	30
วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน	-	12 (ร้อยละ 40)	14 (ร้อยละ 46.67)	4 (ร้อยละ 13.33)	30
วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ	-	9 (ร้อยละ 30)	13 (ร้อยละ 43.33)	8 (ร้อยละ 26.67)	30
วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์	-	7 (ร้อยละ 23.33)	11 (ร้อยละ 36.67)	12 (ร้อยละ 40)	30

จากตารางที่ 14 ผลการประเมินการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนในแบบบันทึกการเรียนรู้พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 56.67 อยู่ในระดับเข้าใจ นั่นคือ นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นคำสำคัญตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู ไม่มีการอธิบาย สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นคำๆ หรือคำถามยังไม่ชัดเจน ไม่สื่อความในสิ่งที่คิด และสามารถเขียนความในใจเป็นคำๆ เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อน นักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจปัญหาหรือเกิดความเข้าใจผิด ทำให้ในการหาคำตอบของนักเรียนเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน ประกอบกับผู้วิจัยไม่ได้เน้นย้ำตอนสรุปเนื้อหาเท่าที่ควร แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46.67 และร้อยละ 43.33 ตามลำดับ อยู่ในระดับสะท้อนคิด นั่นคือ นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู มีการอธิบายยังไม่ชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคสั้นๆ หรือคำถามที่สื่อความหมายในสิ่งที่คิดที่สงสัยได้ และสามารถเขียนเล่าความในใจเป็นประโยคสั้นๆ เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ใช้เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และไม่ซับซ้อนมาก และผู้วิจัยมีการกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา และสามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยตอนสรุปกิจกรรมผู้วิจัยมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ ตรวจสอบความรู้ และความรู้สึกของนักเรียนสำหรับกิจกรรมนี้ ทำให้การเขียนสะท้อนคิดในแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมีระดับที่ดีขึ้น และในวงจร

ปฏิบัติการที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 40 อยู่ในระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ นั่นคือ นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้ครอบคลุมแนวคิดสำคัญอย่างครบถ้วนด้วยภาษาของตนเองและมีการอธิบายอย่างชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง เป็นประโยคที่สมบูรณ์ หรือคำถามที่ชัดเจนสื่อความหมายในสิ่งที่คิดที่สงสัยได้อย่างชัดเจน และสามารถเขียนเล่าความเข้าใจได้อย่างชัดเจน สามารถสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้ เนื่องจาก สถานการณ์ ปัญหาที่ใช้เป็นสถานการณ์ที่ประยุกต์ความรู้ทั้งอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ใช้ภาษาที่ง่าย นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการที่สามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ ประกอบกับในตอนสรุปกิจกรรมผู้วิจัยมีการใช้คำถามกระตุ้น เพื่อให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้ ตรวจสอบความรู้ และความรู้สึกของนักเรียนสำหรับกิจกรรมนี้ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนสะท้อนคิดในแบบบันทึกการเรียนมีระดับที่ดีขึ้น



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และ 3) เพื่อศึกษาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยใช้รูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดน่าน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และแบบบันทึกการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละขั้นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด ซึ่งทั้ง

4 วงจรปฏิบัติการพบว่าสิ่งที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งตามชั้นการปฏิบัติ 4 ชั้น ดังนี้

ชั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ก่อนการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ครูควรออกแบบหรือคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยมีลักษณะเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบได้อย่างเต็มที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต้องมีความกระชับ เข้าใจง่าย อาจใช้ภาพประกอบหรือสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมหรือเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมเพื่อให้การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของครูนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ครูควรเลือกใช้คำถามที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาก่อนที่นักเรียนจะได้ตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้และหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา

ชั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนต้องหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง ก่อนทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูต้องคาดการณ์แนวคิดหรือคำนิยามถึงการดำเนินการทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหานี้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นการคาดการณ์จากมุมมองของนักเรียน หากมีนักเรียนที่ไม่สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง และกระตุ้นเพื่อให้เกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ใช้คำถามกระตุ้นแล้ว ครูควรมีสื่อหรือเครื่องมือเพื่อให้นักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์นำมาใช้เป็นตัวช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

ชั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ก่อนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะอภิปราย ครูควรให้นักเรียนในกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอ พร้อมทั้งชี้แจงถึงจุดประสงค์และเป้าหมายของการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้มีแนวทางในการอภิปราย ระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย ครูควรสังเกตการอภิปรายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม หากพบว่ากลุ่มใดที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันน้อย ครูควรใช้คำถามกระตุ้น เช่น “นักเรียนเห็นด้วยกับแนวคิดของเพื่อนหรือไม่” “นักเรียนเห็นด้วยเพราะอะไร” เป็นต้น หรือหากครูพบว่านักเรียนคนใดที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มน้อย ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเป็นรายบุคคล ก่อนการนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องและในการเลือกกลุ่มนักเรียนเพื่อนำเสนออาจจะไม่ต้องให้นักเรียนนำเสนอทุกกลุ่ม แต่ครูเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดหรือวิธีการ

แก้ปัญหาที่หลากหลายแนวทางนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของคาบได้ สำหรับกลุ่มที่นำเสนอขณะทำการนำเสนอให้เขียนวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนในชั้นเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดต่างๆ เมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นเพื่อประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ก่อนที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้จนนำไปสู่การเชื่อมโยงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่นักเรียนได้นำเสนอ และให้นักเรียนร่วมสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ว่าควรเป็นอย่างไร โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือก อีกทั้งใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนสงสัย และนักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียนคาบนี้ โดยครูเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบบนกระดาน หากมีประเด็นที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ครูจะช่วยอธิบายเพิ่มเติม พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้หลังจากการสรุปสิ่งต่างๆ ซึ่งการออกแบบแบบบันทึกการเรียนรู้ ครูควรออกแบบให้นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนยังสงสัย ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อคาบเรียน และนักเรียนต้องสามารถตรวจสอบความรู้ของนักเรียนได้อีกด้วย

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องจากแบบสังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับผลของแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มีรายละเอียดโดยแบ่งเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

2.1 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

จากผลการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนของแต่ละวงจรปฏิบัติการ พบว่า การส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ซึ่งประกอบด้วย เนื้อหาย่อย ได้แก่ อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ และบทประยุกต์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนมีการส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์มากขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ โดยใน

วงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนมีความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด และด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถอยู่ในระดับดี และความสามารถในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีความถี่ในการแสดงออกค่อนข้างน้อย อีกทั้งความสามารถในการแสดงออกอยู่ในระดับปรับปรุง ระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าความสามารถของนักเรียนมีการพัฒนาขึ้น โดยความสามารถในการเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด และด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีและระดับดีเยี่ยม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะมีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จะเห็นได้ว่า ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 โดยความสามารถในการแสดงออกอยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีเยี่ยม อีกทั้งเมื่อเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 4 จะเห็นได้ว่า ความถี่ในการแสดงออกด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งโดยความสามารถในการแสดงออกอยู่ในระดับดี และระดับดีเยี่ยม

2.2 ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล

ผลการศึกษาจากแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเสนอแนวคิดเพื่อแสดงความคิดเห็นว่า สิ่งที่สามารถแก้ปัญหาที่กำหนดให้ นั้นใช่หรือไม่ และสามารถหาเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และชัดเจนทุกประเด็น จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองอยู่ในระดับดีเยี่ยม อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้หลักฐานเพื่อสนับสนุนแนวคิดและประกอบการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง น่าเชื่อถือ ครบถ้วนทุกประเด็น ซึ่งในการให้หลักฐานนั้นนักเรียนส่วนใหญ่เขียนเป็นขั้นตอนเพื่อแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดอยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อเจอสถานการณ์ปัญหาที่ต้องโต้แย้งแนวคิด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถโต้แย้งแนวคิดและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยนักเรียนสามารถบอกได้ว่า สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้นั้นนักเรียนไม่เห็นด้วย แต่นักเรียนให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งไม่ครบทุกประเด็น ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดอยู่ในระดับดี และเมื่อเจอสถานการณ์ที่ต้องสนับสนุนแนวสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดย

นักเรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์นั้นถูกต้อง อีกทั้งยังแสดงหลักฐานประกอบการให้เหตุผลได้อย่างถูกต้องและครบทุกประเด็นตามที่สถานการณ์กำหนด ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นอยู่ในระดับดีเยี่ยม ซึ่งจากผลการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการที่เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 4 นักเรียนจะมีความสามารถทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับดีและดีเยี่ยม

3. ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ ผลการวิเคราะห์ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับการสะท้อนคิดที่มากขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเมื่อดำเนินการครบ 4 วงจรปฏิบัติการ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการสะท้อนคิดอยู่ในระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณคิดว่าเป็นร้อยละ 40 รองลงมา คือ ระดับสะท้อนคิด โดยคิดเป็นร้อยละ 36.67 และระดับเข้าใจคิดเป็นร้อยละ 23.33

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละขั้นการปฏิบัติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด ซึ่งทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการพบว่าสิ่งที่ครูควรเน้นเมื่อนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยแบ่งตามขั้นการปฏิบัติ 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

ก่อนการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ครูควรออกแบบหรือคัดเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์โดยมีลักษณะเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบได้อย่างเต็มที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องผลการวิจัยของ ระบุพิพัฒน์ แก้วอ่ำ (2559) ที่

พบว่า การใช้คำถามในชั้นเรียนมีส่วนสำคัญอย่างมาก เพราะคำถามที่ดีจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้กล้าคิด กล้าแสดงออก คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้มีคำตอบได้หลากหลายมากกว่า 1 คำตอบ และดึงเอาแนวคิดที่แตกต่างของนักเรียนออกมา ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดได้อย่างอิสระ พัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา การให้เหตุผล และเน้นให้นักเรียนได้สื่อสาร สื่อถึงแนวคิด โดยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต้องมีความกระชับ เข้าใจง่าย อาจใช้ภาพประกอบหรือสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมหรือเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วมเพื่อให้การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาของครูนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่การตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ จินตดิษฐ์ ลออภิชิน (2558) ที่พบว่า การนำสื่อการเรียนรู้มาประกอบการนำเข้าสู่กิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงบันดาลใจ เห็นประโยชน์ของเนื้อหาที่จะได้เรียน ตลอดจนเห็นคุณค่าของสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

ในขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนต้องหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาเป็นของตนเอง ก่อนการทำกิจกรรมในขั้นนี้ ครูต้องคาดการณ์แนวคิดหรือคำนึงถึงการดำเนินการทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหานี้ เพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม โดยเป็นการคาดการณ์จากมุมมองของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สุลัดดา ลอยฟ้าและไมตรี อินประสิทธิ์ (2547) ที่กล่าวว่า การสอนด้วยวิธีแบบเปิดครูต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้กระตุ้น สนับสนุน และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้เต็มตามศักยภาพ และหากมีนักเรียนที่ไม่สามารถหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาอีกครั้ง และกระตุ้นเพื่อให้เกิดความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Andrew Miller (2015 อ้างอิงใน บุญชนก ธรรมวงศา, 2018, ย่อหน้าที่ 3) ที่กล่าวว่า การถามคำถามเป็นหนทางพานักเรียนไปสู่การคิดได้ ทำให้มั่นใจและพิสูจน์ความคิดของตนเองอย่างมีเหตุผล นอกจากใช้คำถามกระตุ้นแล้ว ครูควรมีสื่อหรือเครื่องมือเพื่อให้นักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์นำมาใช้เป็นตัวช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ รุ่งทิพา บุญมาโดน (2561) ที่พบว่า ในขั้นที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงและครูควรที่จะจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่สามารถเป็นตัวช่วยแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา และทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจนขึ้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

ก่อนที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะอภิปราย ครูควรให้นักเรียนในกลุ่มกำหนดลำดับการนำเสนอ พร้อมทั้งชี้แจงถึงจุดประสงค์และเป้าหมายของการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนได้มีแนวทางในการอภิปราย ระหว่างที่นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปราย ครูควรสังเกตการอภิปรายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม หากพบว่ากลุ่มใดที่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันน้อย ครูควรใช้คำถามกระตุ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Polya (1945) ได้กล่าวไว้ว่า เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในงานได้อย่างสมเหตุสมผล ครูต้องเข้าไปช่วยนักเรียนอย่างระมัดระวังและไม่รุกรานการคิดของนักเรียน วิธีการที่ดีที่สุดคือการช่วยเหลือนักเรียนอย่างเป็นธรรมชาติ คือ ครูต้องพยายามเข้าใจให้ได้ว่า ในขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหา ดำเนินไปอย่างไรหรือนักเรียนคิดอะไรอยู่บ้าง จะทำให้ครูสามารถตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนมาอยู่ในตำแหน่งที่ครูต้องการได้ ในการเลือกกลุ่มนักเรียนเพื่อนำเสนออาจจะไม่ต้องให้นักเรียนนำเสนอทุกกลุ่ม แต่ครูเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายแนวนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นเป้าหมายของคาบได้ สำหรับกลุ่มที่นำเสนอขณะทำการนำเสนอให้เขียนวิธีการหาคำตอบของกลุ่มตนเองบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนในชั้นเรียนได้เห็นภาพรวมของแนวคิดต่างๆ เมื่อนักเรียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความแตกต่างของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม และแสดงความคิดเห็นเพื่อประเมินว่าแนวคิดหรือวิธีการใดถูกต้องและเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการแลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

ก่อนที่ครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้จนนำไปสู่การเชื่อมโยงเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ ครูควรทบทวนแนวคิดหรือวิธีการที่นักเรียนได้นำเสนอ และให้นักเรียนร่วมสรุปแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ว่าควรเป็นอย่างไร โดยครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้อธิบายความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เลือก อีกทั้งใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนสงสัย และนักเรียนรู้สึกอย่างไรกับการเรียนคาบนี้ โดยครูเขียนสิ่งที่นักเรียนตอบบนกระดาน หากมีประเด็นที่นักเรียนพูดหรืออธิบายยังไม่สมบูรณ์ครูจะช่วยอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งสอดคล้องกับสภาวิจัยแห่งชาติ (NRC, 2002) ที่กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนคิด ให้เหตุผล หาคำตอบอธิบายกับเพื่อน และครูช่วยทำให้ประเด็นทางคณิตศาสตร์ดำเนินไปสู่

เป้าหมายหรือข้อสรุปหรือเชื่อมโยงข้อผิดพลาดต่างๆ จากนั้นให้นักเรียนเขียนแบบบันทึกการเรียนรู้ หลังจากการสรุปสิ่งต่างๆ ซึ่งการออกแบบแบบบันทึกการเรียนรู้ ครูควรออกแบบให้นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนยังสงสัย ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อคาบเรียน และนักเรียนต้องสามารถตรวจสอบความรู้ของนักเรียนได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Nahrgang and Peterson (1989) ที่กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนแสดงความรู้ความเข้าใจ เกิดเป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ประสบการณ์ของตนเอง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยของครูซึ่งการเขียนบันทึกการเรียนรู้สามารถบอกความเข้าใจ ข้อบกพร่อง หรือความเข้าใจในโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ของนักเรียน แสดงถึงสิ่งที่นักเรียนต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง

2. ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ตลอดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายตามองค์ประกอบของการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เป็น 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยสรุปทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งวัดจากแบบทดสอบความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง ด้านการให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด และด้านการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่ความสามารถในการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด ในระหว่างการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ความสามารถอยู่ในระดับดี จากผลการศึกษาความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนข้างต้น สถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล สถานการณ์ปัญหาที่ต้องเป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เพราะ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นหาแนวทางแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละคนอาจมีวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกันไป ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือสื่อสารกันในกลุ่มเพื่อหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับ Suttiamporn (2015) ที่กล่าวถึงกิจกรรม

คณิตศาสตร์ที่สร้างโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีส่วนกระตุ้นการคิดของนักเรียน และทำให้เห็นแนวคิดของนักเรียนที่หลากหลายและเป็นธรรมชาติ และสอดคล้องกับซัลันดา แสนอุบล (2562) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดอะคิตะโมเดล เป็นกิจกรรมที่จัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา ซึ่งเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูนำผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริงหรือครูจัดสภาพการณ์ให้ และฝึกกระบวนการวิเคราะห์และแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่มเพื่อช่วยให้เข้าใจปัญหาอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

3. ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดล เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์ ผลการวิเคราะห์แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีระดับการสะท้อนคิดที่มากขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเมื่อดำเนินการครบ 4 วงจรปฏิบัติการ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการสะท้อนคิดอยู่ในระดับสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณคิดว่าเป็นร้อยละ 40 รองลงมา คือ ระดับสะท้อนคิด โดยคิดเป็นร้อยละ 36.67 และระดับเข้าใจคิดเป็นร้อยละ 23.33 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาระดับการสะท้อนคิดได้นั้น ต้องมีกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ทบทวนตนเองให้รู้ถึงความสามารถ จุดเด่น จุดด้อย เกิดความเข้าใจ รู้จักตนเอง ยอมรับและเห็นคุณค่า มีความภาคภูมิใจในตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ Wilson and Wing (1993) ที่กล่าวว่า วิธีที่ใช้พัฒนาการสะท้อนคิดหรือการไตร่ตรอง และการรู้คิดของนักเรียน ครูควรจัดกิจกรรมที่ใช้แนวคิดดังต่อไปนี้ประกอบการเรียนการสอน ได้แก่ บันทึกการเรียนรู้ ผังโนทัศน์ การตั้งคำถาม การถามคำถามตนเอง การเลือกและตัดสินใจในการเรียนรู้ของตนเอง และการประเมินตนเอง และสอดคล้องกับ Johnson and Johnson (2002) ที่กล่าวว่า การเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นการเขียนบันทึกสาระสำคัญเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนรู้อะไรและได้อะไรจากการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียบเรียงความคิด เห็นพัฒนาการ ความก้าวหน้าเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเอง และเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ราตรี บุญโท (2560) ที่พบว่า การพัฒนากระบวนการเรียนรู้การสะท้อนคิดโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้คณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนสามารถสะท้อนคิดในความรู้คณิตศาสตร์เขียนสะท้อนคิดโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และนักเรียนมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถอภิปรายทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น ครูควรออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นงานที่มีวิธีคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองในการหาคำตอบได้อย่างเต็มที่ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และสอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ ควรมีสื่อหรือเครื่องมือเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาช่วยในการหาแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล ในขั้นการอภิปรายกลุ่มหากพบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกันในกลุ่มน้อย ครูควรจัดลำดับการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนในกลุ่ม และควรสังเกตการอภิปรายของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อคอยกระตุ้นให้เกิดการสนทนาและแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในกลุ่มให้ได้มากที่สุด

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ควรวางแผนและปรับความยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ขณะการจัดกิจกรรมในขั้นการอภิปรายกลุ่มในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล ด้านการให้เหตุผลยังมีนักเรียนบางคนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์มีความสามารถในด้านนี้อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้น ควรศึกษาการส่งเสริมนักเรียนที่ไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ให้ได้พัฒนาความสามารถในด้านการให้เหตุผลได้มากขึ้น

บรรณานุกรม



- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กนกนุช ชื่นเลิศสกุล. 2544. “การเรียนรู้โดยผ่านการสะท้อนคิด: การศึกษาและการปฏิบัติ
พยาบาลในคลินิก” วารสารคณะพยาบาลศาสตร์ 9, พฤษภาคม-สิงหาคม 2544.
- กฤติเดช สุขसार. (2562). *การประยุกต์ใช้การสอนเชิงรุกอะคิตะโมเดลในโรงเรียนประถมศึกษา*.
วารสารสมาคมพัฒนาวิชาชีพการบริหารการศึกษาแห่งประเทศไทย. 1(4). 17-23.
- จุลมนี สุระโยธิน. 2554. *การจัดกิจกรรมเรียนรู้ร่วมกันทางอินเทอร์เน็ตด้วยการเขียนสะท้อนคิด
ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่มีต่อทักษะทางสังคมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*.
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จิณดิษฐ์ ลออปักษิน. (2558). *ผลของการใช้สารคดีบทนำคณิตศาสตร์ที่มีต่อเจตคติและการเห็น
คุณค่าของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ, 9(2), 37-50.
- เฉลิมชัย มนุษเสวต. (2561). *Akita Action* สอนให้เด็กคิดเป็น เติบโตอย่างมีคุณภาพ. เดลินิวส์.
(ออนไลน์) วันศุกร์ที่ 14 สิงหาคม 2565, ฉบับที่: 24963, หน้า: 24.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด : ทฤษฎีการนำไปใช้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2018). *การจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวอะคิตะ (AKITA Action)*. วารสาร
เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 1(3).
9-16.
- ชัชวาล นามปรีดา. (2551). *การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานการณ์
การแก้ปัญหาปลายเปิด*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชัยยศ จระเทศ. (2558). *การส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
ผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรวิทย์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
คอมพิวเตอร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- ชูศักดิ์ อุดอินแก้ว และเจนสมุทท แสงพันธ์. (2556). การใช้กระดานดำแบบญี่ปุ่นเพื่อส่งเสริมการอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิด. วารสารวิธีวิทยาการวิจัย, 3(6), 51-62.
- เชษฐา แก้วพรม. 2556. การพัฒนาทักษะสะท้อนคิดของนักศึกษาพยาบาลด้วยการเขียนบันทึกรการเรียนรู้. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี, 24 (2): 12 – 20.
- ณัฐวัฒน์ มะลิวรรณ. 2556. การเขียนบันทึกเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การวิเคราะห์พัฒนาการ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยทางการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพย์รัตน์ นพฤทธิ์. (2542). ผลของการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แชมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภัสสร งามขำ. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เพื่อส่งเสริมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. พิษณุโลก: กองบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นิภา พิศลิม. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้กลเกมคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด Akita-Action เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. ศรีสะเกษ.
- บุญชนก ธรรมวงศา. (2561). กระตุ้นให้เด็กคิดวิเคราะห์ ครูต้องเลิกถามว่า เข้าใจไหม และไม่รีบเฉลยคำตอบ. สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2566, จาก <http://aksorn.com/en/thinkcritically>.
- ปรางทิพย์ แป้นวงษ์. (2564). การวิจัยปฏิบัติการโดยใช้ 5 แนวทางปฏิบัติในการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นเพื่อส่งเสริมความสามารถในการตั้งปัญหาและการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. พิษณุโลก: กองบริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2561). *ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้การสอนเชิงรุกภาคีตะโมเดลในประเทศไทย*. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 13(1).
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). *การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). *กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน*. ขอนแก่น: เพ็ญพินดิง.
- ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ. (2559). *การใช้คำถามปลายเปิดในการสอนคณิตศาสตร์*. วารสารศรีนครินทร์วิโรฒวิจัยพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). 8(15). 206-211.
- รัชนิกร ทองสุชาติ. 2545. *การเขียนสะท้อนความคิด: ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้*. ศึกษาศาสตร်สาร 29 (2): 45-51.
- ราตรี บุญโท. (2560) *การสะท้อนคิดโดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม, 13(1). 222-235.
- รุ่งทิพา บุญมาโตน. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาคณิตศาสตร์, พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ศุภการณ์ สว่างเมืองวรกุล. (2552). *การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2542. *ยุทธศาสตร์การสอน ตอนที่ 5 บันทึกการเรียนรู้ (Learning Logs)*. วารสารวิชาการ. 2: 24 – 27.
- สุพรรณิการ์ ชนะนิล. (2560). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- สุภาพร พิมพ์บุษผา. (2561). *การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประยุกต์ใช้วิธีการสอนเชิงรุกของจังหวัดอะคิตะ (Akita Action)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุลัดดา ลอยฟ้าและไมตรี อินประสิทธิ์. (2547). การพัฒนาวิชาชีพครูแนวใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์. *KKU Journal of Mathematics Education*, 1(1), 18-28.
- สุวิมล เสวกสุริยงค์. (2553). *การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบวินิจัยทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2579*. กรุงเทพฯ: พรินทวนกราฟฟิค.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2561). *การจัดการเรียนรู้รูปแบบอะคิตะโมเดล “AKITA MODEL” โดยประยุกต์ใช้วิธีการสอนเชิงรุกของจังหวัดอะคิตะ ประเทศญี่ปุ่น (Akita Action)*. กรุงเทพฯ: สภาการศึกษา.
- Abdolmanafi, S. J. and A. Seifi, 2013. *The effect of dialog journal writing on EFL learners' grammar knowledge*. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 9(2), 57-67.
- Akita Improvement Investigating Committee. (2017). *School improvement supporting plan*. Akita Prefecture: Ministry of Education, Akita Prefecture, 2017.
- Bagley, B. T. and C. Gallenberger. 1992. *Assessing Student's Dispositions : Using Journal to improve Students' Performance*. *The Mathematics Teacher* 85 (November1992).
- Bishara, S. (2015). *Active and traditional teaching of mathematics in special education*. *Creative Education*, 6, 2313-2324.
- Burton, G. M. 1985. *Writing as a Way of Knowing in a Mathematics Education Class*. *Arithmetic Teacher* 33: 40-45.
- Calgary Board of Education. (2018). *Mathematical Discussion*. Retrieved January 3, 2021, from, http://school.cbe.ab.ca/School/Repository/SBAttachments/6832ff4e-3eb1-4c47-9958-0ef422158842_Mathmatical*Discussions.pdf

- Carritie, S. C. 2002. *Assessing Learning Processes: Useful information for teachers and student*. Intervention in School and Clinic (January): 156 – 162.
- Cooney, T. J. , K. Bell, and W. B. Sanchez, et al. (1996). *The Demands of Alternative Assessment: What Teachers Say*. The Mathematics Teacher 89 (September 1996) : 484-488.
- Dougherty, B. J. (1996). *The Write Way: A Look at Journal Writing in First-Year Algebra*. The Mathematics teacher. 89(7): 556 – 560.
- Fulwiler, T. (1982). *The personal connection: Journal Writing across the Curriculum*. Lllinois: Council of Teachers of English.
- Gibbons, P. (2006). *Bridging discourses in the ESL classroom: Students, teachers, and researchers*. New York, NY: Continuum.
- Hart, D. (1994). *Authentic Assessment: A handbook for educators*. California, New York : Adddison Wesley Publishing Company.
- Herbel-Eisenmann, B. (2001). *“Discussion vs. recitation” and “mathematical discussion”: What mightthese look like in middle school mathematics classrooms and what difference could the make?* . Paper presented at the Australian Association for Research in Education (AARE), Perth, Western Australia.
- Hiemstra, R. (2001). *Uses and Benefits of Journal Writing*. New Directions for Adult and Continuting Education. (June 2001): 19-26.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., ... Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH:Heinemann.
- Hoskisson, K. and G.E.Tompkins. (1987). *Language Art: Content and Teaching Strategies*.Ohio: Merrill Publishing Company.
- Johns, C. (2000). *Becoming a Reflective Practitioner*. London: Blackwell Science.

- Johnson, D. W. and R.T. Johnson. (2002). *Meaningful Assessment: A Manageable and Cooperative* . Process. Boston: Allyn and Bacon.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Lin, S., & Mintzes, J.J. (2010). *Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level*. International Journal of Science and Mathematic Education. 8(6). 993-1017.
- McIntosh , E. M. and J. R. Draper. (2 0 0 1). “ *Using Learning Logs in Mathematics: Writing to learn.*” Mathematics teacher. 94 (Octobre , 2001): 554-557.
- Meier, J., and T. Rishel. (1998). *Writing in the Teaching and Learning of Mathematics*. Ithaca, New York.
- Mett, C. L. (1987). “*Writing as a Learning Device in Calculus.*” Mathematics Teacher 80 (October 1987) : 534-537
- Middleton, J. A., & Jansen, A. (2011). *Motivation matters and interest counts*. Reston, VA: NCTM. Nahrgang, O.L. and B.T. Pererson. 1 9 8 9 . “Using Writing to learn Mathematics.” Mathematic Teacher 79: 461-465.
- National Council of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. (2002). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. J. Kilpatrick, J. Swafford, J., & B. Findell (Eds.). Mathemactics Learning Studey Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: National Academy Press.
- Norwood, K.S. and G. Carter. (1 9 9 4). “ *Journal Writing : An Insight into Students’ Understanding.*” Teaching Children Mathematics 1 (November 1994): 146-148
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Prinction: Princeton University Press.
- Ryder, M.F. and R. Graves. (1994). *Reading and Learning in Content Areas*. New York: Macmillan College.

Stigler, J., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap*. New York, NY: The Free Press.

Wilson, J. & L. Wing-Jan. (1993). *Thinking for themselves: Developing strategies for reflective learning*. Armadale, Australia: Eleanor Curtin.

Wong, F. K.Y.; et.al. (1997). "An Action Research Study into The Development of Nurses as Reflective Practitioners." *Journal of Nursing Education*. 36(10): 476-481.





ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์

อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

นายภัชรนันท์ ศรีประเสริฐ

ตำแหน่ง ครู ระดับ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

นางนฤมล นิมพยา

ตำแหน่ง ครู ระดับ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคารจังหวัดน่าน

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบบอดีโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทาง
คณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค21102
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ		เวลา 12 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง บทประยุกต์		เวลา 3 ชั่วโมง

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบบอดีโมเดล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง แสดงตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญ						
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน						
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะของความคิดรวบยอดหรือแก่นของความรู้ที่สำคัญ						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้						
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้						
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ได้						
สาระการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของการขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ						
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งซึ่งเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
3. มีความน่าสนใจ						
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง						
5. เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						
6. เสริมสร้างระดับการสะท้อนคิด						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สื่อ						
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
2. เสริมสร้างความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์						
3. เสริมสร้างระดับการสะท้อนคิด						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

วันที่ เดือน พ.ศ.

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์และพัฒนาระดับการสะท้อนคิด เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตาราง แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
สาระสำคัญ							
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.14	มาก
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะของความคิดรวบยอดหรือแก่นของความรู้ที่สำคัญ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.00	4.33	4.42	0.28	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4.67	4.67	4.33	4.67	4.58	0.14	มากที่สุด
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ได้	4.00	4.00	4.00	4.00	4	0	มาก
สาระการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0	มากที่สุด
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของการขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ	4.00	4.33	4.33	4.00	4.17	0.17	มาก
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.00	4.33	4.00	4.00	4.08	0.14	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
กิจกรรมการเรียนรู้							
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0	มาก
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของ ผู้เรียน	4.00	4.33	4.33	4.00	4.17	0.17	มาก
3. มีความน่าสนใจ	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.14	มาก
4. มีความเป็นไปได้ในการ นำไปใช้สอนจริง	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.14	มาก
5. เสริมสร้างความสามารถ ใน การ ร ะ อ ธิ บ าย ท ำ ง คณิตศาสตร์	4.00	4.00	3.67	3.67	3.83	0.17	มาก
6. เสริมสร้างระดับการ สะท้อนคิด	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0	มากที่สุด
สื่อ							
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0	มาก
2. เสริมสร้างความสามารถ ใน การ ร ะ อ ธิ บ าย ท ำ ง คณิตศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0	มาก
3. เสริมสร้างระดับการ สะท้อนคิด	4.00	4.33	4.00	4.00	4.08	0.14	มาก
การวัดและประเมินผลการ เรียนรู้							
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.00	4.00	3.67	3.67	3.83	0.17	มาก
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผล	4.00	4.00	3.67	3.67	3.83	0.17	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
เหมาะสมกับจุดประสงค์การ เรียนรู้							
3. เกณฑ์การประเมินผลการ เรียนรู้มีความชัดเจน	4.00	4.33	4.33	4.00	4.17	0.17	มาก
รวม	4.27	4.35	4.28	4.2	4.27	0.11	มาก



**ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม
กับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสนทนาที่นักเรียนกล่าวขณะเข้าร่วมการจัดการเรียนรู้ที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสนทนาแสดงวิธีคิดแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกันเพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ปรับแก้ความคิด ให้คำแนะนำในจุดที่ผิด โดยอาศัยข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าร่วมกับการให้เหตุผล โดยพิจารณาจากการสื่อสารที่นักเรียนสื่อสารออกมาขณะจัดการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง 2) การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด 3) การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด 4) การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น โดยการสื่อสารลักษณะต่างๆ นักเรียนจะต้องอธิบายโดยใช้ความรู้ความเข้าใจของตนเอง แล้วนำแนวคิดต่างๆ ที่ได้จากการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ไปสรุปเป็นความคิดของตนเอง โดยแบ่งความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับดีเยี่ยม หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น ให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้อย่างน่าเชื่อถือทุก

ประเด็น โต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้อย่างน่าเชื่อถือทุกประเด็น และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นอย่างน่าเชื่อถือทุกประเด็น

ระดับดี หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดได้เป็นบางส่วน ให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้น่าเชื่อถือเป็นส่วนใหญ่ โต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้น่าเชื่อถือเป็นส่วนใหญ่ และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้น่าเชื่อถือเป็นส่วนใหญ่

ระดับพอใช้ หมายถึง ระดับที่นักเรียนสามารถเสนอแนวคิดได้ แต่ยังให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดไม่ได้ ให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิดได้น่าเชื่อถือบางส่วน โต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้บางส่วน และให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้น่าเชื่อถือบางส่วน

ระดับปรับปรุง หมายถึง ระดับที่นักเรียนเสนอแนวคิดไม่ตรงกับปัญหาหรือเสนอแนวคิดไม่ได้ ไม่สามารถให้หลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดได้ ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นให้น่าเชื่อถือได้

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

องค์ประกอบ (ตัวแปรตาม)

1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

ตาราง แสดงตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของ
ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ														
	+1	0	-1															
สถานการณ์ “ส่วนผสมขนมปัง” ส่วนผสมขนมปัง มีดังนี้ <table><tr><th>ส่วนผสม</th><th>ปริมาตร</th></tr><tr><td>แป้ง</td><td>$4\frac{3}{4}$ ถ้วย</td></tr><tr><td>นมสด</td><td>$1\frac{2}{3}$ ถ้วย</td></tr><tr><td>เนยละลาย</td><td>2 ช้อนโต๊ะ</td></tr><tr><td>น้ำตาลทราย</td><td>3 ช้อนโต๊ะ</td></tr><tr><td>ยีสต์</td><td>1 ช้อนโต๊ะ</td></tr><tr><td>เกลือป่น</td><td>$1\frac{1}{2}$ ช้อนชา</td></tr></table>	ส่วนผสม	ปริมาตร	แป้ง	$4\frac{3}{4}$ ถ้วย	นมสด	$1\frac{2}{3}$ ถ้วย	เนยละลาย	2 ช้อนโต๊ะ	น้ำตาลทราย	3 ช้อนโต๊ะ	ยีสต์	1 ช้อนโต๊ะ	เกลือป่น	$1\frac{1}{2}$ ช้อนชา				
ส่วนผสม	ปริมาตร																	
แป้ง	$4\frac{3}{4}$ ถ้วย																	
นมสด	$1\frac{2}{3}$ ถ้วย																	
เนยละลาย	2 ช้อนโต๊ะ																	
น้ำตาลทราย	3 ช้อนโต๊ะ																	
ยีสต์	1 ช้อนโต๊ะ																	
เกลือป่น	$1\frac{1}{2}$ ช้อนชา																	
คำถามที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น หากต้องการทำขนมปังสูตรนี้โดยใช้นมสด 5 ถ้วย ข้อความต่อไปนี้ถูกต้องใช่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถามพร้อมทั้งให้เหตุผลและหลักฐานประกอบคำตอบ (การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด , การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น)																		
<table><tr><th>ข้อความ</th><th>คำตอบ</th></tr><tr><td>1) ใช้แป้ง $14\frac{1}{2}$ ถ้วย</td><td>ใช่ / ไม่ใช่</td></tr></table> เหตุผลประกอบคำตอบ	ข้อความ	คำตอบ	1) ใช้แป้ง $14\frac{1}{2}$ ถ้วย	ใช่ / ไม่ใช่														
ข้อความ	คำตอบ																	
1) ใช้แป้ง $14\frac{1}{2}$ ถ้วย	ใช่ / ไม่ใช่																	

ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ				
	+1	0	-1					
หลักฐานประกอบการให้เหตุผล								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th><th>คำตอบ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2) ใช้เกลือป่นมากขึ้นกว่าเดิม 3 ช้อนชา</td><td>ใช่ / ไม่ใช่</td></tr> </tbody> </table> เหตุผลประกอบคำตอบ หลักฐานประกอบการให้เหตุผล	ข้อความ	คำตอบ	2) ใช้เกลือป่นมากขึ้นกว่าเดิม 3 ช้อนชา	ใช่ / ไม่ใช่				
ข้อความ	คำตอบ							
2) ใช้เกลือป่นมากขึ้นกว่าเดิม 3 ช้อนชา	ใช่ / ไม่ใช่							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th><th>คำตอบ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3) ใช้เนยละลายทั้งหมด 6 ช้อนโต๊ะ</td><td>ใช่ / ไม่ใช่</td></tr> </tbody> </table> เหตุผลประกอบคำตอบ หลักฐานประกอบการให้เหตุผล	ข้อความ	คำตอบ	3) ใช้เนยละลายทั้งหมด 6 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่				
ข้อความ	คำตอบ							
3) ใช้เนยละลายทั้งหมด 6 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อความ</th><th>คำตอบ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4) ใช้น้ำตาลทรายและยีสต์รวมกัน 10 ช้อนโต๊ะ</td><td>ใช่ / ไม่ใช่</td></tr> </tbody> </table> เหตุผลประกอบคำตอบ หลักฐานประกอบการให้เหตุผล	ข้อความ	คำตอบ	4) ใช้น้ำตาลทรายและยีสต์รวมกัน 10 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่				
ข้อความ	คำตอบ							
4) ใช้น้ำตาลทรายและยีสต์รวมกัน 10 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่							
คำถามที่ 2 จากข้อมูลในคำถามที่ 1 ข้อใดต่อไปนี้คือ ปริมาณของแป้งในสูตรทำขนมปัง พร้อมทั้งแสดงวิธีการ หาคำตอบ (กำหนดให้ แป้ง 1 ถ้วย เท่ากับ 112 กรัม) (การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด, การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด) 1) 84 กรัม 2) 448 กรัม								

ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ												
	+1	0	-1													
3) 532 กรัม 4) 1,204 กรัม																
คำถามที่ 3 ถ้าต้องการใช้เกลือป่น 6 ช้อนชา ข้อใดคือ ปริมาณของนมสดในสูตรทำขนมปัง พร้อมทั้งแสดง วิธีการหาคำตอบ (กำหนดให้ นมสด 1 ถ้วย เท่ากับ 237 มิลลิลิตร) (การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุน แนวคิด, การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด) 1) 1,580 มิลลิลิตร 2) 3,950 มิลลิลิตร 3) 9,480 มิลลิลิตร 4) 11,250 มิลลิลิตร																
สถานการณ์ “เตาอบไฟฟ้า” น้องเนยสนใจซื้อเตาอบไฟฟ้า โดยตั้ง งบประมาณไว้ไม่เกิน 1,000 บาท จากการหาข้อมูลน้อง เนยตัดสินใจเก็บเงินซื้อเตาอบไฟฟ้าขนาดเล็กยี่ห้อหนึ่ง โดยน้องเนยได้ข้อมูลราคาจากร้านค้าสามแห่ง ดังต่อไปนี้ <table><tr><th>ร้านค้าแห่งที่ 1</th><th>ร้านค้าแห่งที่ 2</th><th>ร้านค้าแห่งที่ 3</th></tr><tr><td>รา ค า เติ้ ม 1,890 บาท</td><td>รา ค า เติ้ ม 1,290 บาท</td><td>ราคาเต็ม 1,290 บาท</td></tr><tr><td>ส่วนลด 48%</td><td>ส่วนลด 23%</td><td>ส่วนลด 32%</td></tr><tr><td>หมายเหตุ ลด จากราคาหลัง หักส่วนลดอีก 10% และฟรี บริการจัดส่ง</td><td>ห ม า ย เ ท ศ จัด ส่ง ฟรี ทั้ ว ประเทศ เมื่ อ จั บ จ ่ายสิน ค ้า ครบ 499 บาท จั้ น ไป</td><td>หมายเหตุ ส่ง ทางไปรษณีย์ค่า จัดส่ง 219 บาท</td></tr></table>	ร้านค้าแห่งที่ 1	ร้านค้าแห่งที่ 2	ร้านค้าแห่งที่ 3	รา ค า เติ้ ม 1,890 บาท	รา ค า เติ้ ม 1,290 บาท	ราคาเต็ม 1,290 บาท	ส่วนลด 48%	ส่วนลด 23%	ส่วนลด 32%	หมายเหตุ ลด จากราคาหลัง หักส่วนลดอีก 10% และฟรี บริการจัดส่ง	ห ม า ย เ ท ศ จัด ส่ง ฟรี ทั้ ว ประเทศ เมื่ อ จั บ จ ่ายสิน ค ้า ครบ 499 บาท จั้ น ไป	หมายเหตุ ส่ง ทางไปรษณีย์ค่า จัดส่ง 219 บาท				
ร้านค้าแห่งที่ 1	ร้านค้าแห่งที่ 2	ร้านค้าแห่งที่ 3														
รา ค า เติ้ ม 1,890 บาท	รา ค า เติ้ ม 1,290 บาท	ราคาเต็ม 1,290 บาท														
ส่วนลด 48%	ส่วนลด 23%	ส่วนลด 32%														
หมายเหตุ ลด จากราคาหลัง หักส่วนลดอีก 10% และฟรี บริการจัดส่ง	ห ม า ย เ ท ศ จัด ส่ง ฟรี ทั้ ว ประเทศ เมื่ อ จั บ จ ่ายสิน ค ้า ครบ 499 บาท จั้ น ไป	หมายเหตุ ส่ง ทางไปรษณีย์ค่า จัดส่ง 219 บาท														

ข้อคำถาม	ระดับความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
คำถามที่ 4 จากข้อมูลข้างต้น แม่ของน้องเนยกกล่าวว่า “น้องเนยสามารถซื้อเตาอบไฟฟ้าได้เพียงร้านเดียวเท่านั้น คือ ร้านค้าแห่งที่ 2” นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เห็นด้วยกับคำกล่าวของแม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผล (การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิด , การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น) <u>คำตอบ</u> เห็นด้วย / ไม่เห็นด้วย <u>เหตุผลประกอบคำตอบ</u> <u>หลักฐานประกอบการให้เหตุผล</u>				

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทาง
 คณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
 ตาราง แสดงผลผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทาง
 คณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
2	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
3	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
4	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
5	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
6	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
7	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม

ค่า IOC ≥ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
 อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การ
 เรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดล
2. ใบกิจกรรม
3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. แบบวัดความสามารถการอธิบายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ
5. แบบบันทึกการสะท้อนคิด



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค21102
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ		เวลา 12 ชั่วโมง
เรื่อง บทประยุกต์		เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อัตราส่วน คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสองปริมาณซึ่งอาจมีหน่วยเดียวกันหรือหน่วยต่างกันได้ เรียกว่า อัตราส่วน อัตราส่วนของปริมาณ a ต่อปริมาณ b เขียนแทนด้วย $a : b$ หรือ $\frac{a}{b}$ ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะในกรณีที่ a และ b เป็นจำนวนบวกเท่านั้น

อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน จากอัตราส่วนของจำนวนสามจำนวน $a : b : c$ เราสามารถเขียนอัตราส่วนของจำนวนที่ละสองจำนวนได้เป็น $a : b$, $b : c$ และ $a : c$

สำหรับจำนวนบวก m ใดๆ จะได้ว่า $a : b = am : bm$ และ $b : c = bm : cm$ ดังนั้น $a : b : c = am : bm : cm$

ในทำนองเดียวกัน ถ้ามีอัตราส่วนของจำนวนที่มากกว่าสามจำนวนก็สามารถใช้หลักการเดียวกัน เช่น $a : b : c : d = am : bm : cm : dm$ เมื่อ m แทนจำนวนบวกใดๆ

สัดส่วน คือ ประโยคที่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน

ร้อยละ หรือ เปอร์เซนต์ (percent) เป็นอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณใดปริมาณหนึ่งต่อ 100

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้

- 1) นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้
- 2) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วน และหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้
- 3) นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ และร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้

4.2 ด้านทักษะและกระบวนการ

- 1) นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละได้
- 2) นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด ให้เหตุผลและหลักฐานสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้
- 3) นักเรียนสามารถโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้
- 4) นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้
- 5) นักเรียนสามารถเขียนสรุปสาระสำคัญได้
- 6) นักเรียนสามารถตรวจสอบความรู้ของตนเองได้
- 7) นักเรียนสามารถเขียนแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 1) นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลและตรวจสอบความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างรอบคอบ

5. การจัดการเรียนรู้

ก่อนการจัดการเรียนรู้

1. สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการศึกษาการแก้ปัญหามีเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

สถานการณ์ปัญหา “คิดอย่างไร”

บัตรข้อความ 5 ใบ ดังนี้

บัตรที่ 1 ลูกบาศก์ลูกหนึ่งมีความยาวด้านละ 10 เซนติเมตร ถ้าลูกบาศก์ถูกย่อลง 80% ลูกบาศก์จะมีปริมาตรเหลือ 80% ของลูกบาศก์เดิม

บัตรที่ 2 เมืองโฮสมิตยในกรีนแลนด์มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งตลอดทั้งปี ซึ่งอากาศเย็นจะเก็บความชื้นได้น้อย ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกมีน้อยในเดือนธันวาคม มีอุณหภูมิเฉลี่ย -45 องศาเซลเซียส ซึ่งกล่าวได้ว่า เมืองโฮสมิตยมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ -39 องศาฟาเรนไฮต์

บัตรที่ 3 สมศักดิ์และสมศรีได้รับการพิจารณาให้ได้รับเงินเดือนขึ้นคนละ 3% เท่ากัน แสดงว่า “ทั้งสองคนได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้นเท่ากัน”

บัตรที่ 4 จันทรเพ็ญผสมปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้เองและแจกเพื่อนบ้าน โดยใช้ใบไม้และเศษผักต่างๆ มาหมักกับกากน้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลทรายแดงในถังพลาสติกด้วยอัตราส่วนของใบไม้และเศษผักต่อกากน้ำตาลแดงต่อน้ำตาลทรายแดงโดยน้ำหนักเป็น $3 : \frac{3}{5} : \frac{2}{5}$ ถ้าจันทรเพ็ญมีใบไม้และเศษผัก 15 กิโลกรัม จะได้ว่าจันทรเพ็ญต้องใช้กากน้ำตาลแดงน้อยกว่าน้ำตาลทรายแดง 3 กิโลกรัม

บัตรที่ 5 เมื่อคนงานทุกคนทำงานได้วันละเท่าๆ กัน ผู้รับเหมาจ้างคนงาน 10 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 7 วัน ถ้าผู้รับเหมาจ้างคนงาน 14 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังนี้ คนงานจะปูกระเบื้องบ้านหลังนี้เสร็จภายใน 4 วัน

จงอภิปรายว่าข้อสรุปในบัตรข้อความทั้ง 5 ใบนี้เป็นไปได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบ

คำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผลของแต่ละบัตร

2. ตัวอย่างคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

😊 บัตรที่ 1 (เป็นไปได้ / เป็นไปไม่ได้) เพราะ ลูกบาศก์ใหม่จะมีความยาวด้านละ 8 เซนติเมตร ซึ่งทำให้มีปริมาตรเท่ากับ 512 ลูกบาศก์เซนติเมตร และมีปริมาตรเป็น 51.2% ของลูกบาศก์เดิม

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

จากโจทย์ ลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 10 เซนติเมตร

เนื่องจาก ลูกบาศก์ถูกย่อลง 80%

จะได้ว่า ลูกบาศก์มีความยาวเหลือด้านละ $\frac{80}{100} \times 10 = 8$ เซนติเมตร

นั่นคือ ลูกบาศก์ใหม่มีปริมาตรเท่ากับ $8 \times 8 \times 8 = 512$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

เนื่องจาก ลูกบาศก์เดิมมีปริมาตรเท่ากับ $10 \times 10 \times 10 = 1,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

จะได้ว่า ลูกบาศก์ใหม่มีปริมาตรเป็น $\frac{512}{1000} \times 100 = 51.2\%$ ของลูกบาศก์เดิม

😊 บัตรที่ 2 (เป็นไปได้ / เป็นไปไม่ได้) เพราะ จากการคำนวณจะได้ว่า -45 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ -113 องศาฟาเรนไฮต์

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

จากโจทย์ เมืองไอสมิตช์มีอุณหภูมิเฉลี่ย -45 องศาเซลเซียส

เนื่องจาก $\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ว่า} \quad \frac{-45}{5} &= \frac{F-32}{9} \\
 -9 &= \frac{F-32}{9} \\
 -81 &= F-32 \\
 F &= (-81)+32 \\
 F &= -113
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เมืองไอสมิตย์มีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ -113 องศาฟาเรนไฮต์

☺ บัตรที่ 3 (เป็นไปได้ / เป็นไปไม่ได้)

เป็นไปได้ เพราะ ถ้าเงินเดือนของสมศักดิ์และสมศรีเท่ากัน ดังนั้น ถ้าได้รับเงินเดือนขึ้นคนละ 3% เท่ากัน จะได้ว่า สมศักดิ์และสมศรีจะได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้นเท่ากัน

เป็นไปไม่ได้ เพราะ ถ้าเงินเดือนของสมศักดิ์และสมศรีไม่เท่ากัน ดังนั้น ถ้าได้รับเงินเดือนขึ้นคนละ 3% จะได้ว่า สมศักดิ์และสมศรีได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเงินเดือนของสมศักดิ์เป็น 10,000 บาท จะได้ว่า สมศักดิ์ได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้น 300 บาท และถ้าเงินเดือนของสมศรีเป็น 15,000 บาท จะได้ว่า สมศรีได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้น 450 บาท

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

สมมติให้เงินเดือนของสมศักดิ์เป็น 10,000 บาท

เงินเดือนของสมศรีเป็น 15,000 บาท

จากโจทย์ สมศักดิ์และสมศรีได้รับการพิจารณาให้ได้รับเงินเดือนขึ้นคนละ 3%

จะได้ว่า สมศักดิ์ได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้น $10,000 \times \frac{3}{100} = 300$ บาท

สมศรีได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้น $15,000 \times \frac{3}{100} = 450$ บาท

ดังนั้น สมศักดิ์และสมศรีได้รับเงินเดือนเพิ่มขึ้นไม่เท่ากัน

☺ บัตรที่ 4 (เป็นไปได้ / เป็นไปไม่ได้) เพราะ ถ้าจันทร์เพ็ญมีใบไม้และเศษผัก 15 กิโลกรัม จะได้ว่า จันทร์เพ็ญจะต้องใช้กากน้ำตาลแดง 3 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายแดง 2 กิโลกรัม ซึ่งจันทร์เพ็ญจะต้องใช้กากน้ำตาลทรายแดงมากกว่าน้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

จากโจทย์ ใบไม้และเศษผัก : กากน้ำตาลแดง : น้ำตาลทรายแดง = $3 : \frac{3}{5} : \frac{2}{5}$

เนื่องจาก จันทร์เพ็ญมีใบไม้และเศษผัก 15 กิโลกรัม

จะได้ว่า ใบไม้และเศษผัก : กากน้ำตาลแดง : น้ำตาลทรายแดง = $3 \times 5 : \frac{3}{5} \times 5 : \frac{2}{5} \times 5$
 $= 15 : 3 : 2$

นั่นคือ ถ้าจันทร์เพ็ญมีใบไม้และเศษผัก 15 กิโลกรัม
 จันทร์เพ็ญต้องใช้กากน้ำตาลทรายแดง 3 กิโลกรัม และน้ำตาลทรายแดง 2 กิโลกรัม

แสดงว่า จันทร์เพ็ญต้องใช้กากน้ำตาลทรายแดงมากกว่าน้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัม

😊 บัตรที่ 5 (เป็นไปได้ / เป็นไปไม่ได้) เพราะ ถ้าผู้รับเหมาจ้างคนงาน 14 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังหนึ่ง จะได้ว่า คนงานจะทำงานเสร็จภายใน 5 วัน

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

ถ้าให้ผู้รับเหมาจ้างคนงาน 14 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน a วัน

จากโจทย์ ผู้รับเหมาจ้างคนงาน 10 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังหนึ่งเสร็จภายใน 7 วัน

สามารถเขียนสัดส่วนได้ดังนี้ $\frac{14}{10} = \frac{7}{a}$

จะได้ว่า $a = 5$

ดังนั้น ถ้าผู้รับเหมาจ้างคนงาน 14 คน มาปูกระเบื้องบ้านหลังนี้จะปูกระเบื้องเสร็จภายใน 5 วัน

3. ข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจผิดของนักเรียนที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

1) การกำหนดตัวแปรในสัดส่วนให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสนในการเขียน สัดส่วนเพื่อแก้โจทย์ปัญหา อีกทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไขของโจทย์ปัญหานั้นหรือไม่

เริ่มการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ว่า “ปีนี้โสภาก็ได้รับเงินเดือนขึ้น 2 ครั้ง ครั้งละ 5% ของเงินเดือนที่ได้รับ โสภาก็บอกเพื่อนว่า ปีนี้ฉันได้รับเงินเดือนขึ้น 10%” พร้อมทั้งให้นักเรียนลอง วิเคราะห์ดูว่า สถานการณ์นี้เป็นไปได้หรือไม่ และให้เหตุผลประกอบ

2. ครูร่วมกันวิเคราะห์กับนักเรียนว่า จากสถานการณ์ข้างต้นนั้น เป็นไปไม่ได้ เพราะ 5% ในการขึ้นเงินเดือนครั้งแรก ไม่เท่ากับ 5% ในการขึ้นเงินเดือนครั้งที่ สอง ดังนั้น 5% ของเงินเดือนเดิม รวมกับ 5% ของเงินเดือนใหม่ ไม่เท่ากับ 10% ของเงินเดือนเดิม

นั่นคือ ให้ a แทนเงินเดือนเดิม

จะได้ว่า
$$\frac{5a}{100} + \frac{5}{100} \left(a + \frac{5a}{100} \right) \neq \frac{10a}{100}$$

3. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “คิดอย่างไร” แล้วกระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อสังเกตว่า การที่นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้นั้น นักเรียนจะต้องรู้อะไรบ้าง พร้อมทั้งกำหนดหัวข้อที่ต้องการรู้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดเป็นของตนเอง

1. นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาคำถามเป็นของตนเอง พร้อมทั้งเขียนสิ่งที่ตนเองคิดลงในใบกิจกรรมที่ 3

2. นักเรียนคนใดที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ครูเข้าไปช่วยเหลือ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 3-4 คน โดยละความสามารถ
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาคำถามของตนเองร่วมกับเพื่อน โดยนำความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์เดิมเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มจดวิธีการแก้ปัญหาคำถามของกลุ่มตนเองลงในใบกิจกรรมด้วย

3. ครูเดินสำรวจกำกับและติดตามรอบห้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการ รวมถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ขณะที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม หากพบว่านักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ ครูจะกระตุ้นโดยการพูดคุย ชักถาม เพื่อกระตุ้นความรู้ และประสบการณ์เดิม

4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนเขียนหรือสื่อสารเกี่ยวกับการเสนอความคิดของตนเอง พร้อมทั้งการให้เหตุผลสนับสนุน การโต้แย้งแนวคิดของเพื่อน หรือการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของเพื่อน

5. หากพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ผิดพลาด ครูจะเข้าไปแนะนำหรือชี้แนะให้นักเรียนปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

6. ครูจัดบันทึกหรือถ่ายรูปแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาด

7. ครูนำสรุปหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการและแนวคิดที่หลากหลาย และแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในชั่วโมงถัดไปเราจะมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้

ชั่วโมงที่ 3

8. ครูพิจารณาคัดเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนจากการจดบันทึกของครู โดยเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ครอบคลุม หลากหลาย และเพียงพอที่นักเรียนจะสามารถนำไปสรุปเป็นความรู้ใหม่ตามเป้าหมายการเรียนรู้ และเหมาะสมกับเวลา

9. ครูให้นักเรียนกลุ่มที่ถูกเลือกออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและเขียนวิธีการแก้ปัญหบบนกระดาน

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันจัดลำดับแนวคิดที่ถูกต้องจากวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ

2. ครูให้นักเรียนเลือกและโหวตแนวคิดของกลุ่มที่แสดงวิธีการแก้ปัญหาได้สอดคล้องกับแนวคิดที่ถูกต้องมากที่สุด แล้วให้แต่ละกลุ่มบันทึกวิธีการที่ถูกต้องหรือเขียนเพิ่มเติมในส่วนที่กลุ่มของตนเองอยากเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรม

3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความเป็นไปได้จากสถานการณ์กราฟที่กำหนดให้ โดยครูเขียนสรุปลงบนกระดาน พร้อมทั้งให้นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเข้าใจมากขึ้นลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ม.1 เล่ม 2 สสวท.
2. ใบกิจกรรมที่ 4 “คิดอย่างไร”
3. แบบบันทึกการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ 4

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้			
1) นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้	การตอบคำถามตรง “ ห ล ก ฐ า น ป ระ ก อ บ ก า ร ให้ เหตุผล ” ในใบกิจกรรมที่ 4	ใบกิจกรรมที่ 4	นักเรียนตอบได้ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสัดส่วน และหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้			
3) นักเรียนสามารถเขียน			

จุดประสงค์	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
อัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ และ ร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้			
ด้านทักษะกระบวนการ			
1) นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละได้	การตอบคำถามตรง “ ห ล ก ฐ า น ป ร ก อ บ ก า ร ใ ห้ เ ห ตุ ผล ” ในใบกิจกรรมที่ 4	ใบกิจกรรมที่ 4	นักเรียนตอบได้ ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2) นักเรียนสามารถเสนอแนวคิด ให้เหตุผล และหลักฐานสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้ 3) นักเรียนสามารถโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดได้ 4) นักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่นได้	สังเกตการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้น การปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	แบบสังเกตการ อภิปรายทาง คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน (Rubric) 4 ระดับ ระดับ 4 ดีเยี่ยม ระดับ 3 ดี ระดับ 2 พอใช้ ระดับ 1 ปรับปรุง
5) นักเรียนสามารถเขียนสรุปสาระสำคัญได้ 6) นักเรียนสามารถตรวจสอบความรู้ของตนเองได้ 7) นักเรียนสามารถเขียนแสดงความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ได้	คำตอบในแบบบันทึกการเรียนรู้	แบบประเมิน ระดับการ สะท้อนคิด	เกณฑ์การประเมิน (Rubric) 4 ระดับ ระดับ 4 สะท้อนคิด อย่างมีวิจารณญาณ ระดับ 3 สะท้อนคิด ระดับ 2 เข้าใจ ระดับ 1 ไม่สะท้อนคิด

จุดประสงค์	วิธีการวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์			
1) นักเรียนมีการแสดงความ คิดเห็นอย่างสมเหตุสมผลและ ตรวจสอบความคิดเห็นของ ผู้อื่นอย่างรอบคอบ	สังเกตพฤติกรรมในชั้น การปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม	แบบสังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	นักเรียนได้คะแนน รวม 8 คะแนนขึ้น ไป

9. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. สรุปผลการเรียนรู้ (ระบุสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน/บรรยากาศการเรียนรู้)

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาวณัฐวรรณ ดาวันนัท)

ใบกิจกรรมที่ 4

คิดอย่างไร



จงอธิบายว่าข้อสรุปในบัตรข้อความทั้ง 5 ใบนี้เป็นไปได้หรือไม่ จงให้เหตุผลประกอบคำตอบ และหลักฐานประกอบเหตุผลของแต่ละบัตร

คำตอบของตนเอง

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

คำตอบของเพื่อนคนที่ 1 (ชื่อ - นามสกุล)

.....

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 4

คิดอย่างไร

คำตอบของเพื่อนคนที่ 2 (ชื่อ - นามสกุล)

เหตุผลประกอบคำตอบ

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

คำตอบของเพื่อนคนที่ 3 (ชื่อ - นามสกุล)

เหตุผลประกอบคำตอบ

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

แบบสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน (แบบกลุ่ม)

วัน-เดือน-ปี ที่ทำการสังเกต

วิชา คณิตศาสตร์ 3 เรื่อง

รายการประเมิน	พฤติกรรมการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน
1. การเสนอความคิดและให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง	
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด	
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

สมาชิกภายในกลุ่มที่

1. เลขที่
2. เลขที่
3. เลขที่
4. เลขที่

เกณฑ์การให้ระดับความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
การเสนอแนวคิดและการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงเป็นจริงได้อย่างชัดเจนทุกประเด็น
	3	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายแนวคิดได้เป็นบางส่วน
	2	สามารถเสนอแนวคิดจากปัญหาที่ได้รับ แต่ยังให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ประกอบการอธิบายแนวคิดไม่ได้
	1	เสนอแนวคิดไม่ตรงกับที่ปัญหาที่ได้รับหรือเสนอแนวคิดไม่ได้
การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด	4	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้ครบถ้วนทุกประเด็น
	3	สามารถให้หลักฐานซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้เป็นบางส่วน
	1	ไม่สามารถให้หลักฐาน ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎี นิยาม หรือข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนให้แนวคิดมีความน่าเชื่อถือได้
การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้	4	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด

ความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์	ระดับ	ความสามารถที่แสดงออก
เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด		ทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างน่าเชื่อถือทุกประเด็น
	3	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้อย่างน่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และสามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิดเพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถเสนอการโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างจากข้อมูลของอีกฝ่ายได้ และไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบการอธิบายการโต้แย้งแนวคิด เพื่อแสดงว่าเหตุใดแนวคิดถึงแตกต่างได้
การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น	4	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้ครบทุกประเด็น
	3	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้เป็นส่วนใหญ่
	2	สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้บางส่วน
	1	ไม่สามารถให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น ให้น่าเชื่อถือได้

แบบบันทึกการเรียนรู้ 4

คิดเช่นไร

1. ความรู้ที่ฉันได้ในวันนี้

.....

.....

.....

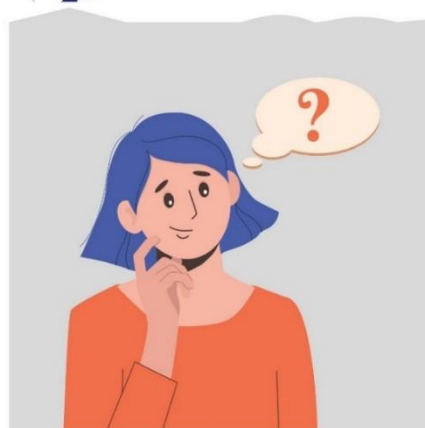
.....

.....

.....

.....

.....



2. สิ่งที่ยังสงสัยและวิธีการหาความรู้เพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ความรู้สึกในการเรียนครั้งนี้ของฉัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้ระดับการสะท้อนคิดของนักเรียน

ระดับการสะท้อนคิด	เกณฑ์ประเมิน
ระดับที่ 1 ระดับไม่สะท้อนคิด	นักเรียนไม่เขียนสรุปแนวคิดในการเรียน ไม่มีแนวคิดสำคัญ ไม่มีการอธิบาย ไม่สามารถเขียนคำหรือข้อความที่แสดงถึงการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และไม่เขียนคำหรือข้อความแทนความรู้สึกได้
ระดับที่ 2 ระดับเข้าใจ	นักเรียนเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นคำสำคัญตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู ไม่มีการอธิบาย สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นคำๆ หรือคำถามยังไม่ชัดเจน ไม่สื่อความในสิ่งที่คิด และสามารถเขียนความในใจเป็นคำๆ
ระดับที่ 3 ระดับสะท้อนคิด	นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้เป็นประโยคตามแนวคิดสำคัญ ตามคำพูดของครู มีการอธิบายยังไม่ชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคสั้นๆ หรือคำถามที่สื่อความในสิ่งที่คิดที่สงสัยได้ และสามารถเขียนเล่าความในใจเป็นประโยคสั้นๆ
ระดับที่ 4 ระดับสะท้อนคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณ	นักเรียนสามารถเขียนสรุปแนวคิดในการเรียนได้ครอบคลุมแนวคิดสำคัญอย่างครบถ้วนด้วยภาษาของตนเองและมีการอธิบายอย่างชัดเจน สามารถเขียนอธิบายเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองเป็นประโยคที่สมบูรณ์ หรือคำถามที่ชัดเจนสื่อความหมายในสิ่งที่คิดที่สงสัยได้อย่างชัดเจน และสามารถเขียนเล่าความในใจได้อย่างชัดเจน สามารถสื่อความในสิ่งที่รู้สึกได้

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

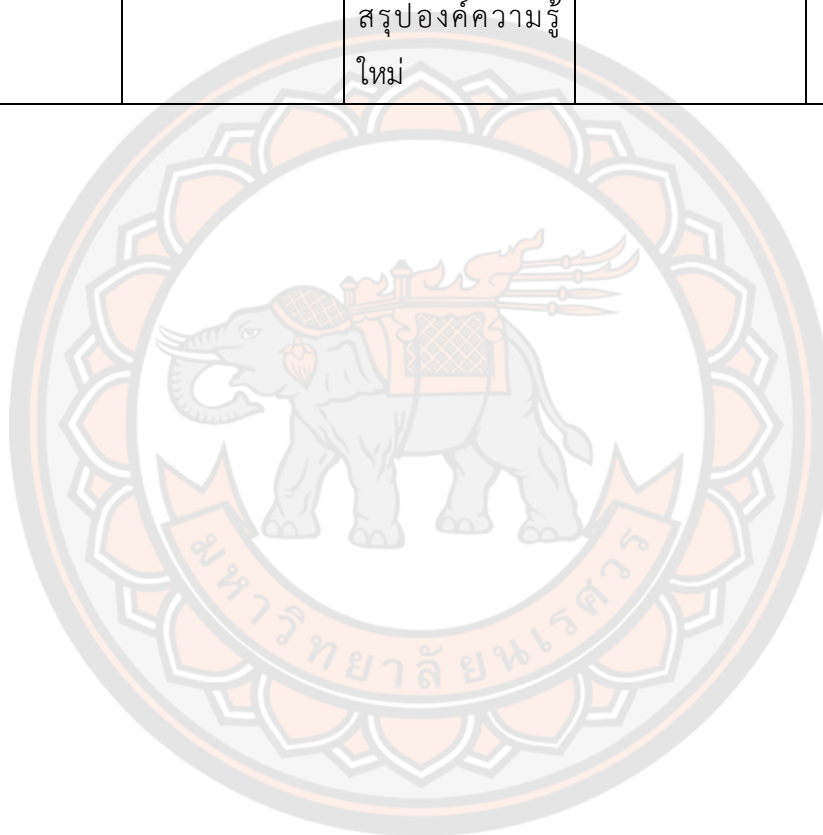
ตัวชี้วัดและพฤติกรรมบ่งชี้

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมบ่งชี้
นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นและตรวจสอบความคิดเห็นของผู้อื่น	1. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น 2. มีส่วนร่วมในการสื่อสารแนวคิดอธิบายที่เห็นภาพได้ชัดเจน มีความสมเหตุสมผล 3. แสดงความคิดเห็นในประเด็นที่เป็นสาระสำคัญทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย โดยมีการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลที่นำไปสู่การเชื่อมโยงหรือองค์ความรู้ใหม่

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมบ่งชี้	ปรับปรุง (1)	พอใช้ (2)	ดี (3)	ดีเยี่ยม (4)
การทำกิจกรรม	ไม่มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นไม่สนใจ	มีส่วนร่วมบ้างเป็นบางครั้งส่วนใหญ่เป็นผู้ตามไม่ได้แสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เป็นสาระสำคัญ	มีส่วนร่วม 60-70% มีการแสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในสาระสำคัญบ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมมากกว่า 80% แสดงความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในสาระสำคัญอยู่เสมอ มีการประเมินและแสดงความคิดเห็นต่อความคิดของเพื่อน
การสื่อสารแนวคิด	ไม่มีส่วนร่วมในการนำเสนอ	มีส่วนร่วมในการนำเสนอแนวคิดของตนเอง	มีการอธิบายเชื่อมโยงกับกิจกรรมที่เห็นภาพได้ชัดเจน	มีการอธิบายที่เห็นภาพได้ชัดเจนและมีคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

พฤติกรรมบ่งชี้	ปรับปรุง (1)	พอใช้ (2)	ดี (3)	ดีเยี่ยม (4)
การแสดงความ คิดเห็นในการทำ กิจกรรม	ไม่แสดงความ คิดเห็น ไม่ฟัง มี พ ฤ ตี ก ร ร ม รบกวนผู้อื่น	มีส่วนร่วมในการ แสดงความคิดเห็น แต่ในประเด็นที่ ไม่ใช่สาระสำคัญที่ น า ไป สู่ ก า ร เชื่อมโยงหรือการ สรุปองค์ความรู้ ใหม่	แสดงความคิดเห็น ในประเด็นที่เป็น สาระสำคัญ 60- 70% นำไปสู่การ เชื่อมโยงความรู้	แสดงความคิดเห็น ในประเด็นที่เป็น ส า ร ะ ส ำ ค ัญ ม าก ก ว่า 80% น า ไป สู่ ก า ร เชื่อมโยงความรู้



แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ วิชา คณิตศาสตร์ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/10
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เรื่องย่อย
 ผู้ประเมิน วันที่

กลุ่ม ที่	ชื่อ - สกุล	เลขที่	พฤติกรรมบ่งชี้			คะแนน รวม (12)	สรุปผลการ ประเมิน
			1	2	3		
1							
2							
3							
4							
5							
6							

กลุ่ม ที่	ชื่อ - สกุล	เลขที่	พฤติกรรมบ่งชี้			คะแนน รวม (12)	สรุปผลการ ประเมิน
			1	2	3		
7							
8							
9							
10							

หมายเหตุ เกณฑ์การประเมิน นักเรียนได้คะแนนรวม 8 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สังเกตครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง
จำนวน ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ผู้สังเกตการจัดการเรียนรู้

☐ อาจารย์

☐ ครูประจำการ

วิธีการสังเกต

☐ โดยตรง

☐ โดยเทปบันทึกภาพและเสียง

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับสังเกตพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิตะโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นการปฏิบัติที่ 1

รู้จักข้อสังเกตในการเรียนรู้

ขั้นการปฏิบัติที่ 2

มีความคิดของตนเอง

ขั้นการปฏิบัติที่ 3

อภิปรายกลุ่ม

ขั้นการปฏิบัติที่ 4

ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

2. ให้ครูผู้สังเกตพิจารณาการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการสังเกตข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนเชิงรุกแบบอะคิเตโมเดลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 รู้จักตั้งข้อสังเกตในการเรียนรู้

1.1 ขั้นการปฏิบัตินี้เป็นขั้นที่ครูกำหนดหัวข้อการเรียนรู้หรือสถานการณ์ปัญหา โดยให้นักเรียนค้นพบหัวข้อในการเรียนรู้และตั้งข้อสังเกตในการหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

☐ ได้

☐ ไม่ได้

☐ ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 มีความคิดของตนเอง

2.1 ขั้นการปฏิบัตินี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องคิดหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยนักเรียนที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ครูต้องเข้าไปช่วยเหลือ

☐ ได้

☐ ไม่ได้

☐ ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

2.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

2.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

ชั้นการปฏิบัติที่ 3 อภิปรายกลุ่ม

3.1 ชั้นการปฏิบัตินี้เป็นชั้นที่ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหา

☐ ได้

☐ ไม่ได้

☐ ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

2.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

2.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

.....

.....

.....

ชั้นการปฏิบัติที่ 4 ทบทวนเนื้อหาและวิธีการเรียนรู้

4.1 ชั้นการปฏิบัตินี้เป็นชั้นที่ครูและนักเรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนและสิ่งที่รู้ในชั่วโมงเรียน โดยครูเขียนสรุปลงบนกระดานและนักเรียนเขียนสะท้อนการเรียนรู้ในแบบบันทึกการเรียนรู้

☐ ได้

☐ ไม่ได้

☐ ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

2.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

2.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง



ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง แบบวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการอภิปรายทางคณิตศาสตร์ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเสนอแนวคิด และการให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด
2. การให้หลักฐานสนับสนุนแนวคิด
3. การโต้แย้งแนวคิดที่แตกต่างและให้เหตุผลสนับสนุนการโต้แย้งแนวคิด
4. การให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของผู้อื่น

สถานการณ์ “ส่วนผสมขนมปัง”

ส่วนผสมขนมปัง มีดังนี้

ส่วนผสม	ปริมาตร
แป้ง	$4\frac{3}{4}$ ถ้วย
นมสด	$1\frac{2}{3}$ ถ้วย
เนยละลาย	2 ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	3 ช้อนโต๊ะ
ยีสต์	1 ช้อนโต๊ะ
เกลือป่น	$1\frac{1}{2}$ ช้อนชา

คำถามที่ 1 จากข้อมูลข้างต้น หากต้องการทำขนมปังสูตรนี้โดยใช้นมสด 5 ถ้วย ข้อความต่อไปนี้ ถูกต้องใช่หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละคำถามพร้อมทั้งให้ เหตุผลและหลักฐานประกอบคำตอบ

ข้อความ	คำตอบ
1) ใช้แป้ง $14\frac{1}{2}$ ถ้วย	ใช่ / ไม่ใช่

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อความ	คำตอบ
2) ใช้เกลือป่นมากขึ้นกว่าเดิม 3 ช้อนชา	ใช่ / ไม่ใช่

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อความ	คำตอบ
3) ใช้เนยละลายทั้งหมด 6 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อความ	คำตอบ
4) ใช้น้ำตาลทรายและยีสต์รวมกัน 10 ช้อนโต๊ะ	ใช่ / ไม่ใช่

เหตุผลประกอบคำตอบ

.....

หลักฐานประกอบการให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 2 จากข้อมูลในคำถามที่ 1 ข้อใดต่อไปนี้เป็นปริมาณของแป้งในสูตรทำขนมปัง พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบ (กำหนดให้ แป้ง 1 ถ้วย เท่ากับ 112 กรัม)

- 1) 84 กรัม 2) 448 กรัม 3) 532 กรัม 4) 1,204 กรัม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 ถ้าต้องการใช้เกลือป่น 6 ช้อนชา ข้อใดคือปริมาณของนมสดในสูตรทำขนมปัง พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาคำตอบ (กำหนดให้ นมสด 1 ถ้วย เท่ากับ 237 มิลลิลิตร)

- 1) 1,580 มิลลิลิตร 2) 3,950 มิลลิลิตร
3) 9,480 มิลลิลิตร 4) 11,250 มิลลิลิตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

