



การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถของนักเรียนโดยใช้แนวคิดโมเดล
เมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
ที่4



ชินภาพ หาแก้ว

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถของนักเรียนโดยใช้แนวคิดโมเดล
เมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
ที่4



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถของนักเรียนโดยใช้
แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้น

ประถมศึกษาปีที่4"

ของ ชินภพ หาแก้ว

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ดร.อาทร นกแก้ว)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง	การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถของนักเรียน โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4
ผู้วิจัย	ชินภาพ หาแก้ว
ประธานที่ปรึกษา	ดร.อาทร นกแก้ว
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
คำสำคัญ	โมเดลเมธอด, การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI, การคิดเชิง พีชคณิต, ความแตกต่างระหว่างบุคคล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มี 2 วัตถุประสงค์ คือการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนตามระดับความสามารถชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI และเปรียบเทียบความสามารถการคิดเชิงพีชคณิตผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนจำนวน 3 วงจร ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต และแผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ตามรูปแบบสถานการณ์ปัญหาของโมเดลเมธอด ได้แก่ รูปแบบโมเดลที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นสามส่วน, รูปแบบโมเดลที่แสดงการเปรียบเทียบ, รูปแบบโมเดลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ตามลำดับ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบฝึกทักษะและแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 คน จากโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่ง ผลการวิเคราะห์เนื้อหาของแบบสะท้อนผลการเรียนรู้จากการปฏิบัติผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI และ จากการวิเคราะห์ผลของการจัดการเรียนรู้พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนจัดการจัดการเรียนรู้ โดยคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในช่วงร้อยละ 78 ถึง 100 จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สามารถส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนทุกระดับความสามารถ

Title PROMOTING ALGEBRAIC THINKING FOR FOURTH-GRADE STUDENTS ACCORDING TO PERFORMANCE LEVEL BY INTEGRATING MODEL METHOD APPROACH AND TAI COOPERATIVE LEARNING APPROACH

Author CHINNAPOP HAKAEW

Advisor Ph.D. Artorn Nokkaew

Academic Paper M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2021

Keywords

ABSTRACT

The research objectives of this study are twofold. The first research objective is to synthesize instructional guidelines for promoting algebraic thinking for all-performance level students taught by integrating model methods and TAI, a collaborative technique. The second research objective is to compare learning achievement on algebraic thinking between pre-test and post-test. This three-cycle classroom action research took fourteen instruction hours. Research instruments included algebraic thinking tests, lesson plans, and reflection forms. The participants were eight fourth-grade students from a small school. The result from content analysis of instructional reflection demonstrated instructional guidelines for promoting algebraic thinking using an integration of the model method and TAI. Further analysis of pre-test and post-test scores showed a gain in the average score in algebraic thinking for all-level students. The post-test scores of the students were in the range of 78 to 100 percent. We concluded that the integration of the model method and TAI could promote algebraic thinking in all-performance level students.

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาอิสระฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากท่าน ดร.อาทร นกแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ผู้ให้ความอนุเคราะห์ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง และตรวจสอบข้อบกพร่องให้ผู้วิจัยนำไปพัฒนาแก้ไข เพื่อเกิดผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งนี้ผู้ศึกษาค้นคว้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบความเหมาะสมเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ และให้คำแนะนำในการพัฒนา ปรับปรุงเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายในการทำวิจัย จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระประสบผลสำเร็จ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา2564 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าอิสระ ทำให้ผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลได้อย่างครบถ้วน จนสามารถนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการศึกษาค้นคว้าอิสระได้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยช่วยเหลือ ให้ความรัก แรงสนับสนุน อำนวยความสะดวกให้ข้าพเจ้าผ่านพ้นอุปสรรคปัญหา อีกทั้งให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าอิสระจนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้สำเร็จ

คุณประโยชน์ใดๆ อันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้บิดา มารดา อาจารย์ทุกท่าน และผู้มีพระคุณที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ อีกทั้งข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมผู้เรียนได้ต่อไป

ชินภพ หาแก้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ	
ประกาศคุุณูปการ.....ฉ	
สารบัญ.....ช	
สารบัญตาราง.....ญ	
สารบัญภาพ.....ฐ	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ที่มาและความสำคัญ.....1	
จุดประสงค์.....3	
ขอบเขตของงานวิจัย.....3	
1. กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย.....3	
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....4	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....4	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7	
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....8	
1.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน.....8	
1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....9	
1.3 คุณภาพผู้เรียนคณิตศาสตร์เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....9	
1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้.....10	

1.5 คำอธิบายหน่วยการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน	10
2. แนวคิดโมเดลเมธอด.....	11
2.1. ความสำคัญของ แนวคิดโมเดลเมธอด	11
2.2. ความหมายของแนวคิดโมเดลเมธอด.....	12
2.3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอด	13
3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI.....	15
3.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	15
3.2. ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ	16
3.3. ความหมายของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI.....	17
3.4. จุดมุ่งหมายของการจัดการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TAI.....	18
3.5. ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI	19
3.6. บทบาทครู	23
3.7. ข้อดีของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI.....	24
3.8. แบบทดสอบ.....	24
4. การคิดเชิงพีชคณิต	25
4.1. ความหมายของการคิดเชิงพีชคณิต.....	25
4.2. ความสำคัญของการคิดเชิงพีชคณิต	26
4.3 ลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิต	26
4.4. แนวทางการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์.....	28
4.5. การประเมินระดับการคิดเชิงพีชคณิต	28
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	35

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
2. รูปแบบการวิจัย.....	36
3. กลุ่มเป้าหมาย.....	37
4. ขอบเขตด้านเนื้อหา.....	38
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	38
6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
6.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	39
6.2 การสร้างแบบทดสอบ.....	43
6.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล	44
7. ขั้นตอนการวิจัย	45
8. การเก็บรวบรวมข้อมูล	47
9. การวิเคราะห์ข้อมูล	49
10. สถิติที่ใช้ในการทำวิจัย	51
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	52
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับ ความสามารถ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI	52
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดล เมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4	87
บทที่ 5 บทสรุป.....	107
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผล	110

ข้อเสนอแนะ	114
บรรณานุกรม	115
ภาคผนวก.....	120
ประวัติผู้วิจัย	159



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI	23
ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้ เทคนิค TAI	41
ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงพีชคณิต	48
ตาราง 4 สรุปการใช้เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้	50
ตาราง 5 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	58
ตาราง 6 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	68
ตาราง 7 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3	78
ตาราง 8 แสดงคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็นลักษณะการคิด เชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละคนก่อนการจัดการเรียนรู้	87
ตาราง 9 แสดงคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็นลักษณะการคิด เชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละคนหลังการจัดการเรียนรู้	88
ตาราง 10 แสดงร้อยละเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็น ลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยแยกตามระดับความสามารถก่อนการจัดการ เรียนรู้	90
ตาราง 11 แสดงร้อยละเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็น ลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยแยกตามระดับความสามารถหลังการจัดการ เรียนรู้	90

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ
การคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิคTAI เรื่อง โจทย์
ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ป.4 123

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต
เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี
ที่ 4 125



สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร.....	37
ภาพ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	46
ภาพ 3 แสดงกระดานในขั้นการเตรียมความพร้อม สถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลอง ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ.....	55
ภาพ 4 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ วงจร ที่1	60
ภาพ 5 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง	61
ภาพ 6 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับกลาง.....	61
ภาพ 7 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ	62
ภาพ 8 กระดานในขั้นการเตรียมความพร้อม สถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองแสดง การเปรียบเทียบข้อมูล	64
ภาพ 9 แสดงชิ้นงานกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับนำเสนอ.....	65
ภาพ 10 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการ เรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบ ข้อมูล วงจรที่ 2	69
ภาพ 11 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการ จัดการเรียนรู้ วงจรที่2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง.....	70

ภาพ 12 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง	70
ภาพ 13 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ	71
ภาพ 14 แสดงกระดานในชั้นการเตรียมความพร้อม สถานการณ์ปัญหาในรูปแบบแบบจำลอง แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล.....	73
ภาพ 15 แสดงชิ้นงานที่นักเรียนใช้สำหรับนำเสนอในวงจรที่2.....	74
ภาพ 16 แสดงขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่มของนักเรียน	76
ภาพ 17 แสดงการนำเสนอชิ้นงานและอภิปรายในชั้นเรียน	76
ภาพ 18 แสดงการให้ความช่วยเหลือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน.....	77
ภาพ 19 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วงจรที่ 3	79
ภาพ 20 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง	80
ภาพ 21 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง	80
ภาพ 22 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ	81
ภาพ 23 แสดงร้อยละการได้รับความช่วยเหลือของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ	84
ภาพ 24 แสดงร้อยละเฉลี่ยคะแนนในแต่ละประเด็นลักษณะที่แสงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ	85

ภาพ 25 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	89
ภาพ 26 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการอธิบายการณืก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ.....	91
ภาพ 27 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อน ได้รับการจัดการเรียนรู้.....	92
ภาพ 28 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลัง การจัดการเรียนรู้.....	92
ภาพ 29 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้.....	92
ภาพ 30 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง หลังการจัดการเรียนรู้.....	92
ภาพ 31 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อน ได้รับการจัดการเรียนรู้.....	93
ภาพ 32 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลัง การจัดการเรียนรู้.....	93
ภาพ 33 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมฆอด ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ.....	94
ภาพ 34 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้และการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยค สัญลักษณ์ ทั้งระบุมความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้.....	95
ภาพ 35 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมฆอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุมความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้.....	95

ภาพ 36 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับห กลางก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้.....	96
ภาพ 37 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับป กลางหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	96
ภาพ 38 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อน ได้รับการจัดการเรียนรู้.....	97
ภาพ 39 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็น ประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้.....	97
ภาพ 40 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต ประเด็นการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ แลตรวจสอบความสมเหตุสมผล ก่อนและหลังการ จัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ	98
ภาพ 41 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ.	100
ภาพ 42 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	101
ภาพ 43 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	102
ภาพ 44 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของ นักเรียนที่มีความสามารถระดับหกลางก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้.....	102
ภาพ 45 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของ นักเรียนที่มีความสามารถระดับปกลางหลังได้รับการจัดการเรียนรู้	103

ภาพ 46 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้.....	103
ภาพ 47 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	104
ภาพ 48 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตในแต่ละประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ.....	105



บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาการคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551) และพืชคณิตที่เป็นส่วนหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนสำคัญ เพราะทำให้มนุษย์เกิดการคิดอย่างเป็นระบบ มีตรรกะ สามารถคิดวิเคราะห์ แยกแยะ และหาความสัมพันธ์ของสถานการณ์ วิเคราะห์เปรียบเทียบจากโครงสร้างของปัญหา จนสามารถวางแผน ตัดสินใจ และหาคำตอบของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล การคิดเชิงพีชคณิตยังหมายถึงความสามารถในการระบุและอธิบายแบบรูปในสถานการณ์ที่หลากหลายและสร้างกรณีทั่วไปได้ สามารถนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันผ่านตาราง กราฟ และนิพจน์ทางพีชคณิต ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลในการนิพจน์เชิงพีชคณิต และใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางพีชคณิตให้มีวิธีการที่มีประสิทธิภาพ (Ana Matos, 2009) ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายและเสริมสร้างการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในระยะยาว (Cai, 2004; George Booker, 2010)

เนื่องจากการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิด โดยการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์โดยใช้แบบจำลอง เพื่อวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยที่ผ่านมาศึกษาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมของ (Kieran, 2004) ที่พบว่าการคิดเชิงพีชคณิตเกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิธีคิด เช่น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การสังเกตโครงสร้าง การศึกษาการเปลี่ยนแปลง การสรุป การแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลอง การให้เหตุผล การพิสูจน์ และการทำนาย นอกจากนี้ (Hee-Chan Lew, 2004) จากการศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับต้น โดยทำการศึกษาแบบกรณีรายบุคคล (case study) โรงเรียนประถมประเทศเกาหลี กล่าวว่า โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมทำให้นักเรียนเรียนไม่ชอบและกลัวการใช้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะหัวข้อในพีชคณิต ที่ให้นักเรียนเขียนในรูปสัญลักษณ์ โดย

แนวทางใหม่ในการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตในอนาคต และควรมีการอภิปราย และ (Jinfa Cai, 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษาจากข้อมูลงานวิจัยต่างประเทศ คือจีน และสิงคโปร์ โดยผลการศึกษาพบว่า พัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถม ต้องพัฒนาเลขคณิตและพีชคณิตไปควบคู่กัน ซึ่งจากทั้งหลักสูตรจีนและสิงคโปร์ มีลักษณะการสอนที่สอดคล้องกัน คือ การสอนโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมต่อกันระหว่างพีชคณิตและเลขคณิต ส่งเสริมการคิด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ การใช้ตัวแสดงแทน การเขียนในรูปทั่วไป เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจะพัฒนาให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพีชคณิต คือการส่งเสริมการคิด วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลและตัวแสดงแทน เพื่อหาข้อสรุปในการเขียนประโยคสัญลักษณ์และแนวทางในการหาคำตอบ พร้อมทั้งให้ความสำคัญกับการอภิปรายในชั้นเรียน

ทั้งนี้ในหนึ่งห้องเรียนมักประกอบด้วยนักเรียนที่มีความถนัดที่แตกต่างกัน หรือมีความสามารถในการเรียนรู้ที่หลากหลายระดับ ดังเช่นในบริบทของผู้วิจัยที่เป็นโรงเรียนประถมศึกษาเล็ก ในชั้นเรียนประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถหลายระดับ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถสูงสามารถเรียนรู้และประยุกต์ความรู้ใช้ในการปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างรวดเร็ว นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางที่ต้องได้รับการอธิบายส่งเสริมตามประเด็นที่ยังเข้าใจคลาดเคลื่อน และนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ ที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษ ต้องใช้เวลาในการฝึกฝนในการประยุกต์ความรู้ไปใช้เพื่อแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้จากการสืบค้นและอ้างอิงฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) พบว่ายังขาดงานวิจัยเกี่ยวกับการคิดเชิงพีชคณิตที่เน้นความแตกต่างของนักเรียน และเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างเฉพาะบุคคลจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับสิ่งที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 มาตรา 24 (1) การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งนี้ (Slavin, 1990) ได้ทำการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI และเทคนิคSTAD ผลวิจัยกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) หรือการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI หมายถึง วิธีสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือ กับการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เข้าด้วยกันและเป็นวิธีการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล อีกทั้งเป็นวิธีการที่จะสนับสนุนให้เกิดความสัมพันธ์ในกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบย่อยเป็นสื่อเพื่อนำวิธีสอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ไปใช้กับเด็กเรียนอ่อน เนื่องจากเด็กเรียนอ่อนมักมีปัญหาเรื่องความพร้อม ทำให้ครูสอนบทเรียนได้ช้าซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) สามารถแก้ปัญหาได้และยังสามารถแก้ปัญหาเด็กเก่งและเด็กปานกลางไม่ยอมรับเด็กเรียนอ่อนได้ด้วย นอกจากนี้ (นิตยา ปิณฑานนท์, 2543) กล่าวว่า

จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาทักษะให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ สามารถแก้ปัญหาที่เรียนอ่อนที่เรียนไม่ทัน หรือนักเรียนเก่งที่เบื่อเนื่องจากรู้และเข้าใจหมดแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้น การที่จะส่งเสริมให้นักเรียนให้เกิดการคิดเชิงพีชคณิตในห้องเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถแตกต่างกัน ควรนำเสนอแนวคิด โมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ปัญหา นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์เพื่อวางแผนหาคำตอบของปัญหาและความสมเหตุสมผลเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต อีกทั้งควรนำมาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน นักเรียนที่มีความสามารถน้อยหรือไม่ถนัดได้มีโอกาสฝึกฝนตามระดับความสามารถของตนและได้รับการช่วยเหลือที่ตรงตามประเด็น นักเรียนที่มีความสามารถสูงหรือเรียนรู้เร็วได้ทบทวนและช่วยเหลือเพื่อน

คำถามวิจัย

1. แนวทางการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนตามระดับความสามารถโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ควรมีลักษณะอย่างไร
2. การคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ต่างกันอย่างไร

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิด โมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI
2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4

ขอบเขตของงานวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิจิตร เขต1 ภาคเรียนที่1 ปีการศึกษา2564 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 8 คน เป็นชาย 4 คน หญิง 4 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ค 14101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเศษส่วน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ภาคเรียนที่ 1 ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น

2.1 โจทย์ปัญหาการบวกเศษส่วน

2.2 โจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แนวคิดโมเดลเมธอด (Model method)

หมายถึง กลวิธีในการนำเสนอตัวแทนความคิด ดีความ โจทย์ปัญหา ด้วยการวาดแบบจำลองลักษณะที่เป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยม หรือบาร์แสดงแทนปริมาณของข้อมูล เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในสถานการณ์ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายได้ ซึ่งรูปแบบของแบบจำลองที่ใช้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. รูปแบบโมเดลที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน(Part whole model)
2. รูปแบบโมเดลที่แสดงการเปรียบเทียบ (The comparison model)
3. รูปแบบโมเดลที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The change model)

โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอดมีดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนดเพื่อระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดสิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ และเงื่อนไขประเด็นสำคัญ

2. ขั้นนำข้อมูลที่วิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงสู่ความคิดรวบยอดของแบบจำลองและการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด

3. ขั้นวิเคราะห์แบบจำลองและสร้างประโยคสัญลักษณ์

4. ขั้นดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

2. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI (Team Assisted Individualization)

หมายถึง วิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualization Instruction)เข้าด้วยกัน โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมในการเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนและส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (ไสว พักขาว, 2544) โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้ 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นฝึกทักษะเป็นกลุ่ม 3) ขั้นประเมินผลการศึกษา 4) ขั้นสรุปบทเรียน โดยประยุกต์มาจากแนวคิดของ Slavin

3. การคิดเชิงพีชคณิต (Algebraic Thinking)

หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาสถานการณ์ และนำข้อมูลไปใช้สร้างแบบจำลอง โดยใช้โมเดลเมธอดตามรูปแบบสถานการณ์ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ วิเคราะห์วางแผนในการหาคำตอบ และให้ความสำคัญกับความสมเหตุสมผล ซึ่งลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตมีดังนี้

1. อธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
2. สร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด
3. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
4. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI

หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนฝึกการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ โดยให้นักเรียนได้อธิบายสถานการณ์ปัญหา ความสัมพันธ์ของข้อมูล และนำไปสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด เพื่อวางแผนแก้ปัญหาเลือกตัวดำเนินการ สร้างภาษาสัญลักษณ์ และหาผลลัพธ์โดยให้ความสำคัญกับความสมเหตุสมผล ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะดำเนินตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ และการสอนรายบุคคล โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถ ก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะสามารถส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตให้นักเรียนได้ทั่วถึง และเหมาะสมตามระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม คือขั้นที่นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอดดังนี้

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนดเพื่อระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด ต้องการทราบคำตอบ และเงื่อนไขประเด็นสำคัญ

1.2 นำข้อมูลที่วิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงสู่การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด ตามรูปแบบสถานการณ์ปัญหา ได้แก่ รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน(Part whole model), รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model), รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The Changed model)

- 1.3 แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

- 1.4 ดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

2. ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม คือขั้นที่ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มของตนเอง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันศึกษา นำความรู้เกี่ยวกับโมเดลเมธอดมาใช้แก้ปัญหา และสร้างชิ้นงานสำหรับนำเสนอ และครูใช้คำถามเพื่อให้เกิดอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล คือ ขั้นที่นักเรียนใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการทำแบบฝึกทักษะ และครูทำการตรวจเพื่อให้นักเรียนได้รับความช่วยเหลือตามประเด็นที่นักเรียนได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่วางไว้ โดยหากนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครั้งแรกไม่ผ่านจะได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มและทำแก้ไข แต่หากนักเรียนทำแก้ไขแล้วยังไม่ผ่านเกณฑ์ครูจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ ซึ่งแบ่งระดับการได้รับความช่วยเหลือได้ดังนี้

ระดับ 0 คือ ไม่ได้รับความช่วยเหลือ

ระดับ 1 คือ ได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม

ระดับ 2 คือ ได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มและจากครู

4) ขั้นสรุปทบทวน คือขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการใช้โมเดลเมธอดในการอธิบายและแก้ปัญหา โดยครูนำสถานการณ์ปัญหาในขั้นประเมินผลมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น อภิปรายหาข้อสรุปของคำตอบ พร้อมทั้งครูอธิบายและแก้ไขเกี่ยวกับสิ่งที่เข้าใจคลาดเคลื่อน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิต โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI ร่วมกับแนวคิด โมเดลเมธอดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบในการวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 1.2. คุณภาพผู้เรียนคณิตศาสตร์เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
 - 1.3. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและพีชคณิต
 - 1.4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและพีชคณิต
2. แนวคิดโมเดลเมธอด
 - 2.1 ความสำคัญ
 - 2.2 ความหมายของแนวคิดโมเดลเมธอด
 - 2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอด
3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI
 - 3.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.2. ข้อดีของการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3. ความหมายของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI
 - 3.4. ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI
 - 3.5. จุดมุ่งหมายของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI
 - 3.6. บทบาทครูและผู้เรียน
 - 3.7. ข้อดีของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI
 - 3.8. แบบทดสอบ
4. การคิดเชิงพีชคณิต
 - 4.1. ความหมายการคิดเชิงพีชคณิต
 - 4.2. ความสำคัญของการคิดเชิงพีชคณิต
 - 4.3. ลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิต
 - 4.4. แนวทางการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

4.5. การประเมินระดับการคิดเชิงพีชคณิต

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

คือ คุณลักษณะที่เด็กทุกคนมีและใช้ได้อย่างเหมาะสม เพื่อผลักดันให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุตาม เป้าหมาย ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้ได้แก่ ความรู้ ทักษะ บุคลิกภาพ แรงจูงใจทางสังคมลักษณะนิสัยส่วนตัว ตลอดจนรูปแบบความคิดและวิธีการคิด ความรู้สึกและการกระทำ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร ด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันแก้ไขปัญหามีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคม ด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความ

ขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

1.3 คุณภาพผู้เรียนคณิตศาสตร์เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน ๓ ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกรักเรียนจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2. อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

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

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ พังก์ชัน ลำดับ และอนุกรม และนำไปใช้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

1.5 คำอธิบายหน่วยการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน

สืบค้น วิเคราะห์ ผูกพันทักษะการคิดคำนวณ สังเคราะห์ และอธิบายได้อย่างมีเหตุผล เศษส่วน บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนและแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนจำนวนและที่กำหนด เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนและที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่งโดยมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ ทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนในอนาคตต่อไป และเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ ทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุผล สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนในอนาคตต่อไป และเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ค 1.1 ป.4/3 บอก อ่านและเขียนเศษส่วน จำนวนคละแสดงปริมาณสิ่งต่าง ๆ และแสดงสิ่งต่าง ๆ ตามเศษส่วนจำนวนคละที่กำหนด

ค 1.1 ป.4/4 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

2. แนวคิดโมเดลเมธอด

2.1. ความสำคัญของ แนวคิดโมเดลเมธอด

แนวคิดโมเดลเมธอด สำหรับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลายเป็นที่รู้จักกันในประเทศ

สิงคโปร์ ซึ่งถือเป็นนวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยที่มิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะของปัญหาค่อนข้างยากและมีความซับซ้อนทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งแนวทางที่เรียกว่า “โมเดลเมธอด” นี้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยนักเรียนใช้วิธีการวาดรูปภาพแบบจำลองเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในเชิงปริมาณ ทั้งจำนวนที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า และอธิบายลักษณะความสัมพันธ์ในสถานการณ์เหล่านั้น อาจเป็นแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ และการเปรียบเทียบข้อมูล (Part – Whole and Comparison) ในการแก้ปัญหา แนวทางนี้ช่วยให้นักเรียนมีมุมมองในการเห็นภาพความสัมพันธ์และแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นได้ โดยความคิดหลักของแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ และแบบจำลองที่ใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูล จะถูกใช้ในการแสดงหรืออธิบายแนวคิดที่เกี่ยวกับเศษส่วน อัตราส่วน และ ร้อยละ (Kho, 1987) และ แนวคิดโมเดลเมธอดได้มีการประยุกต์มากขึ้นเพื่อใช้กับวิธีการทางพีชคณิตในระดับมัธยมศึกษา และช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีคิดสร้างสมการเชิงพีชคณิตและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ และถือได้ว่าเป็นการเปิดช่องทางในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมและมัธยม จากวิธีการในเชิงตัวเลข ไปเป็นวิธีการในเชิงพีชคณิตนั่นเอง (Kho, 2005)

(yeap) การสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอด เป็นวิธีการที่สอนให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมโดยการอธิบายและนำข้อมูลมาอธิบายความสัมพันธ์ผ่านการนำเสนอแบบจำลองที่เป็นบาร์ หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดมาได้ยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นวิธีที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนให้สูงขึ้นอีกได้อีกด้วย

Kho Tek Hong (2000) กล่าวว่า โมเดลเมธอดเป็นนวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ มีอิทธิพลต่อการเรียนและการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ช่วยในการพัฒนาให้

นักเรียนมีทักษะการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาให้สูงขึ้น เนื่องจากลักษณะเฉพาะของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะของปัญหาค่อนข้างยากและมีความซับซ้อนทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้ ซึ่งแนวทางที่เรียกว่า “โมเดลเมธอด” นี้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยนักเรียนใช้วิธีการวาดรูปภาพแบบจำลองเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในเชิงปริมาณ ทั้งจำนวนที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า และอธิบายลักษณะความสัมพันธ์ในสถานการณ์เหล่านั้น

แนวคิดโมเดลเมธอดได้มีการประยุกต์มากขึ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีคิดสร้างสมการเชิงพีชคณิตและแก้ปัญหาได้ และถือได้ว่าเป็นการเปิดช่องทางในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งในระดับประถมและมัธยม จากวิธีการในเชิงตัวเลข ไปเป็นวิธีการในเชิงพีชคณิตนั่นเอง (Kho, 2005)

(Kho Tek Hong, Yeo Shu Mei, James Lim, Seah iak, Choo, 2009: 25) กล่าวว่า โมเดลเมธอด เป็นแบบจำลองที่สามารถทำให้เรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหาที่หลากหลายซึ่งเป็นปัญหาย่างง่าย แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะแสดงการอธิบายโครงสร้างของปัญหาที่เจอ และอธิบายให้เห็นถึงจำนวนที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า ที่มีความสัมพันธ์กันในโจทย์ปัญหา โมเดลเมธอดเป็นเครื่องมือที่ให้อ่านาจนักเรียนได้สร้างมุมมองและตัดสินใจในการดำเนินการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา การวิเคราะห์โครงสร้างของโจทย์ปัญหาย่างง่ายที่มีแนวคิดหลัก ๆ ทั้งการบวก ลบ คูณ และหาร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการใช้แนวคิดโมเดลเมธอด (Model method) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะเป็นการสอน หรือสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ เข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีหารสร้างแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือเรียกอีกอย่างว่า วิธีบาร์โมเดล เพื่อนำเสนอเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในเชิงปริมาณ และความสัมพันธ์ของจำนวนที่ทราบค่าและไม่ทราบค่ากับโจทย์ปัญหานั้น ๆ

2.2. ความหมายของแนวคิดโมเดลเมธอด

บานฮา และคณะ (Barn hart et al., 2008, pp. 198 – 207) กล่าวว่า โมเดลเมธอด เป็นแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ใช้การวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นแบบจำลองในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน

แนวคิดโมเดลเมธอดเป็นการนำเสนอตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปริมาณของนักเรียนด้วยบาร์หรือแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีความเปลี่ยนแปลงแตกต่างของความยาว ใช้ตั้งแต่พื้นฐานของการดำเนินการทั้งสี่ซึ่งช่วยให้นักเรียนระบุลักษณะของตัวดำเนินการว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่มีการดำเนินการเดียว และทำให้ง่ายมากขึ้นสำหรับการคำนวณสำหรับค่าตัวกลางที่เป็นปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น (Lisa Engelhard, 2010, p. 158)

(Lisa Englard, 2010, p. 158) กล่าวว่า แนวคิดโมเดลเมธอดเป็นการนำเสนอตัวแทนความคิดเกี่ยวกับปริมาณของนักเรียนด้วยบาร์หรือแผ่นสี่เหลี่ยมที่มีความเปลี่ยนแปลงแตกต่างของความยาว ใช้ตั้งแต่พื้นฐานของการดำเนินการทั้งสี่ ซึ่งช่วยให้นักเรียนระบุลักษณะของตัวดำเนินการว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่มีการดำเนินการเดียว และทำให้ง่ายมากขึ้นสำหรับการคำนวณสำหรับค่าตัวกลางที่เป็นปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) กล่าวว่า โมเดลเมธอดเป็นกลวิธีในการนำเสนอตัวแทนความคิดตีความโจทย์ปัญหา โดยการวาดแบบจำลองลักษณะที่เป็นแผ่นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหา ซึ่งแบบจำลองมีหลายรูปแบบ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ โจทย์ปัญหาที่หลากหลายได้

จากความหมายของแนวคิดโมเดลเมธอดที่กล่าวมาข้างต้น อาจกล่าวได้ว่าแนวคิดโมเดลเมธอดเป็นแนวทางในการนำเสนอตัวแทนความคิดหรือนำเสนอข้อมูลด้วยการสร้างแบบจำลองด้วยการวาดแบบจำลองที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม เพื่อแทนปริมาณและความสัมพันธ์ของข้อมูล สามารถนำมาใช้อธิบายโจทย์ปัญหา สร้างแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอด

แนวคิดโมเดลเมธอด เป็นยุทธวิธีหนึ่งที่จะช่วยเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแนวคิดโมเดลเมธอดมีรูปแบบของการสร้างแบบจำลองเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ในแต่ละลักษณะของโจทย์ปัญหาที่มีความเหมาะสมแตกต่างกัน ซึ่งนักการศึกษาได้นำเสนอรูปแบบจำลอง โดยบานฮา และคณะ (BanHar et al., 2008, pp. 198 – 207) ได้สรุปรูปแบบของแบบจำลองที่ใช้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดเป็น 3 รูปแบบ ซึ่งรายละเอียดของแบบจำลองแต่ละแบบเป็นดังนี้

1. แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น ส่วน ๆ (part – whole model) แบบจำลองรูปแบบนี้จะแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น ส่วน ๆ ตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไปโดยสถานการณ์อาจอยู่ในรูปการบอกแต่ละส่วนมาแล้วให้หาข้อมูลทั้งหมด หรือให้ข้อมูลทั้งหมดและข้อมูลบางส่วนมาแล้วให้หาข้อมูลส่วนที่เหลือ แบบจำลองรูปแบบนี้จะช่วยสร้างพื้นฐานพื้นฐานในการ

2. แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ (The comparison model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไป เมื่อข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบหรือข้อมูลที่แตกต่างกันแบบจำลองรูปแบบนี้มีประโยชน์เช่นเดียวกับแบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็น ส่วน ๆ

3. แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง (The change model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็น การแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ที่กำหนด อาจจะเป็นการเพิ่มขึ้น หรือลดลง มโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะเป็นพื้นฐานสำคัญในการ ประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดเชิงพีชคณิต

เครนส์ และกรีน (Kintsch & Greeno, 1985) ได้เสนอ วิธีการแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งแบ่งวิธีการแบบจำลองนี้ออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะข้อความ (Text Phase) ในระยะนี้จะให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วทำ ความเข้าใจกับโจทย์ปัญหา วิเคราะห์โจทย์ปัญหา ตีความโจทย์ปัญหา เพื่อต้องการทราบถึงสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ระยะที่ 2 ระยะโครงสร้าง (Structural Phase) ในระยะนี้จะให้นักเรียนเปลี่ยนข้อมูลที่เป็น ประโยคภาษา ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในระยะที่ 1 มาสร้างแบบจำลองหากนักเรียนไม่ สามารถสร้างแบบจำลองได้ ให้นักเรียนย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องในระยะที่ 1 ว่าสิ่งที่โจทย์ กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา นั้นนักเรียนกำหนดถูกต้องหรือไม่ซึ่งแบบจำลองที่สร้างได้คือ บาร์โมเดล

ระยะที่ 3 ระยะกระบวนการและสัญลักษณ์ (Procedural-Symbolic Phase) ในระยะนี้จะ ให้นักเรียนกำหนดตัวแปรให้กับปริมาณที่ไม่ทราบค่าหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการหา จากนั้นให้นักเรียนหา ความสัมพันธ์ของปริมาณ ที่ทราบค่ากับปริมาณ ที่ไม่ทราบค่าจากแบบจำลองแล้วนำมาสร้างเป็น สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หากนักเรียนไม่สามารถสร้างสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ให้นักเรียน ย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องในระยะที่ 2 และ 1 ตามลำดับ

สมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2009, หน้า 4) ได้สรุปขั้นตอนการสร้าง แบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอด ไว้ดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจ
2. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
3. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยระบุว่า คืออะไร หมายความว่าอย่างไร
4. สร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอดตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา
5. ตรวจสอบในประเด็นสำคัญเช่น เงื่อนไข และคำถามที่โจทย์ต้องการ
6. ปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลในโจทย์ปัญหา
7. คำนวณและแก้สมการ
8. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขของคำถาม

กล่าวโดยสรุปคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดเป็นยุทธวิธีหนึ่งที่จะช่วย เกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีรูปแบบของการสร้างแบบจำลองเพื่อให้เหมาะสมกับการนำไป

ประยุกต์ใช้ในแต่ละลักษณะของโจทย์ปัญหา โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ 1. แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน ๆ (part – whole model) 2. แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ (The comparison model) 3. แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง (The change model) และขั้นตอนในการจะสร้างแบบจำลองนั้นต้องเริ่มตั้งแต่ให้นักเรียนได้ฝึกทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา สามารถข้อมูล วิเคราะห์ และสร้างแบบจำลอง อีกทั้งสามารถตรวจสอบประเด็นสำคัญ เพื่อนำมาใช้ปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้สอดคล้อง และนำมาวางแผน ดำเนินแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

3. รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI

3.1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

อาทซ์ และนิวแมน (Artzt, & Newman. 1990, pp. 448 – 449) ให้ความหมายเกี่ยวกับการสอนแบบกลุ่มร่วมมือว่าเป็นแนวทางที่ให้ผู้เรียนงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันแก้ปัญหา เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มประสบผลสำเร็จร่วมกัน สมาชิกทุกคนรู้สึกได้ว่าตัวเองเป็นส่วนสำคัญในกลุ่มความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกลุ่มเป็นความสำเร็จหรือความล้มเหลวของทุกคน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สมาชิกทุกคนต้องพูดอธิบาย แบ่งปันแนวคิด และช่วยเหลือกันให้เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา ครูไม่ใช่แหล่งความรู้ที่คอยป้อนความรู้แก่นักเรียน แต่มีบทบาทเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและชี้แนะแหล่งข้อมูลในการเรียนรู้ให้นักเรียน และตัวนักเรียนเองจะเป็นแหล่งความรู้ซึ่งกันและกันในกระบวนการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542, น. 34) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่าสมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

จินตวิพร เขมะจารีย์กุล (2544, น. 9)การเรียนการสอนร่วมมือกันเรียนรู้ หมายถึงลักษณะของการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนทำงานด้วยกันเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวนผู้เรียน 4 คนจนบรรลุตามจุดประสงค์ของกลุ่ม มีการพึ่งพาค้ำยันกันในเชิงบวกหรือทางสร้างสรรค์ แต่ละคนจะต้องมีความรับผิดชอบต่อกลุ่ม สมาชิกกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกันหรือมีการคละความสามารถกัน มีการแลกเปลี่ยนการเป็นผู้นำกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรับผิดชอบต่อกันและกัน เน้นวิธีการทำงานและ

รักษาคุณภาพของงาน ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะการอยู่ร่วมกันในกลุ่ม ผู้สอนมีโอกาสนำวิธีการทำงานกลุ่มเป็นระยะ ๆ กระบวนการกลุ่มทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการหลัก ๆ ซึ่งได้แก่ การจัดกลุ่ม การศึกษาเนื้อหาสาระ การทดสอบ การคิดคะแนน และระบบการให้รางวัลแตกต่างกันออกไป เพื่อสนองวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์มุ่งตรงไปในทิศทางเดียวกัน คือเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาอย่างมากที่สุดโดยอาศัยการร่วมมือกันช่วยเหลือกัน และแลกเปลี่ยนความรู้กันระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน ความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระ และวิธีการเสริมแรงและการให้รางวัลเป็นประการสำคัญ

จากการที่กล่าวมาข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ คือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมแก้ไขปัญหา แบ่งปันความคิด ร่วมกันอธิบายหาข้อสรุป และประสบผลสำเร็จร่วมกัน ทั้งนี้เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน และระลึกได้ว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของความสำเร็จ โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกและให้คำชี้แนะเมื่อนักเรียนเกิดอุปสรรคปัญหา

3.2. ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมาก ผลจากการวิจัยต่าง ๆ พบว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลดีต่อผู้เรียนในหลายด้าน ซึ่งจอห์นสัน และจอห์นสัน (Johnson, D. W., & Johnson, R.T., 1987) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือไว้ 9 ประการ ดังนี้

1. ผู้เรียนเก่งที่เข้าใจคำสอนของผู้สอนได้ดี สามารถเปลี่ยนคำสอนของผู้สอนเป็นภาษาพูดของผู้เรียน แล้วอธิบายให้เพื่อนฟังได้ และทำให้เพื่อนเข้าใจได้ดีขึ้น
2. ผู้เรียนที่ทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนฟัง จะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น
3. การสอนเพื่อนเป็นการสอนแบบตัวต่อตัวทำให้ผู้เรียน ได้รับความเอาใจใส่และมีความสนใจมากยิ่งขึ้น
4. ผู้เรียนทุกคนต่างก็พยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพราะผู้สอนคิดคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่มด้วย
5. ผู้เรียนทุกคนเข้าใจว่าคะแนนของตน มีส่วนช่วยเพิ่มหรือลดค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ดังนั้นทุกคนต้องพยายามปฏิบัติหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มความสามารถ เพื่อให้กลุ่มประสบความสำเร็จ
6. ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสฝึกทักษะทางสังคมมีเพื่อนร่วมกลุ่ม และเป็นการเรียนรู้วิธีการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะเป็ประโยชน์มากเมื่อเข้าสู่ระบบการทำงานอันแท้จริง

7. ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้กระบวนการกลุ่ม เพราะในการปฏิบัติงานร่วมกันนั้นก็ต้องมีการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่มเพื่อให้ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน หรือคะแนนของกลุ่มดีขึ้น

8. นักเรียนเก่งจะมีบทบาททางสังคมในชั้นมากยิ่งขึ้นและจะรู้สึกว่าได้เรียนหรือกลับไปทบทวนหนังสือเฉพาะตนนักเรียนจะรู้ว่าตนเองมีหน้าที่ทางสังคมด้วย

9. การตอบคำถามในห้องเรียนนักเรียนจะช่วยเหลือซึ่งกันและกันถ้าหากตอบผิดก็ถือว่าผิดทั้งกลุ่มคนอื่น ๆ จะต้องช่วยเหลือบ้างนักเรียนจะมีความผูกพันกันมากขึ้น

จากเนื้อหาข้างต้นผู้สอนสามารถนำหลักการของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไปจัดการเรียนการสอนของตนได้ โดยการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียน แล้วเริ่มทบทวนหัวข้อหรือเนื้อหาที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับหัวข้อหรือเนื้อหา ทั้งนี้ต้องเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนด้วยเช่นกัน เพื่อให้ผู้เรียนสนุกและพร้อมที่จะเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องคำนึงถึงวิธีการประเมินผลภายหลังสิ้นสุดการเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3.3. ความหมายของการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TAI

สลาบิน (Slavin, 1990, pp. 22–24) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) หมายถึง วิธีสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) กับการเรียนเป็นรายบุคคล (Individualization Instruction) เข้าด้วยกันเป็นวิธีการเรียนการสอนที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยให้ผู้เรียนลงมือกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถจากแบบทดสอบย่อยและส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน มาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยปกติจะมี 4 คน นักเรียนเก่ง 1 คน นักเรียนปานกลาง 2 คน และนักเรียนอ่อน 1 คน ผลการทดสอบของนักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ เป็นคะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่มและเป็นคะแนนรายบุคคล การทดสอบนักเรียนต่างคนต่างทำแต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกัน

ไสว พักขาว (2544, น. 195 - 217) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI เป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualization Instruction) เข้าด้วยกัน โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือทำกิจกรรมในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนและส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545, น. 182–184) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ว่าเป็นกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มเหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ การจัดกลุ่มคล้ายกับเทคนิค STAD และ TGT แต่

ในเทคนิคนี้ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้และทำงานตามระดับความสามารถของตน เมื่อทำงานในส่วนของตนเสร็จแล้วจึงไปจับคู่หรือเข้ากลุ่มทำงาน

สิริพร ทิพย์คง (2545, น. 170–171) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่ใช้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แต่วิชาอื่นก็สามารถปรับใช้ได้ โดยเฉพาะในเรื่องที่ต้องการเน้นการพัฒนาทักษะให้กับนักเรียน ครูจะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบต่าง ๆ ให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียน โดยอาจทำการสอนร่วมกันทั้งชั้น แล้วทำการทดสอบว่านักเรียนคนใดเข้าใจหรือไม่เข้าใจ แล้วครูจึงจัดกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) จะมีการจัดกลุ่มนักเรียนเป็น 2 ลักษณะ คือ จัดนักเรียนเป็นกลุ่มที่ละความสามารถ กลุ่มละ 4 คน และจัดนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน สำหรับการทำงานกลุ่ม นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับคู่กันทำงาน และผลัดกันตรวจงานในคู่ของตน เมื่อทำงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น แบบทดสอบย่อยครบหมดทุกชุดแล้ว ให้สมาชิกในกลุ่มทั้ง 4 คนต่างคนต่างทำแบบทดสอบย่อยชุดรวม แล้วแลกเปลี่ยนกันตรวจโดยดูเฉลยที่ครูเตรียมไว้ หากนักเรียนคนใดทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ เช่น กำหนดเกณฑ์ 75% ก็ต้องทำแบบทดสอบย่อยเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนที่สอบถึงเกณฑ์หลังจากได้รับการทดสอบจากครูแล้ว ครูจัดให้นักเรียนที่มีความสามารถใกล้เคียงกันมาจัดกลุ่มอยู่ด้วยกัน ครูอธิบายในเรื่องที่ได้สอนไปแล้ว ใช้เวลาประมาณ 5–10 นาที แล้วให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มของตน แล้วไปอธิบายชี้แจงให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง และทำงานกับคู่ของตนต่อไปตามเดิม

3.4. จุดมุ่งหมายของการจัดการสอนแบบร่วมมือเทคนิค TAI

สลาวิน (Slavin, 1990, pp. 22–24) กล่าวว่าจุดมุ่งหมายของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) มีดังนี้
ช่วยให้เกิดแรงจูงใจ และกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือกันและกันในกลุ่มของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน และส่งเสริมการเรียนรู้ สมองความแตกต่างของแต่ละบุคคลซึ่งมีการเตรียมบทเรียนและสื่อที่เหมาะสมให้กับนักเรียน โดยจัดให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ ระดับทักษะ เพื่อนำเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของการสอนรายบุคคล เพื่อใช้เป็นวิธีการที่จะสนับสนุนให้เกิดความสัมพันธ์ในกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบย่อยเป็นสื่อเพื่อนำวิธีสอนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ไปใช้กับเด็กเรียนอ่อน เนื่องจากเด็กเรียนอ่อนมักมีปัญหาเรื่องความพร้อม ทำให้ครูสอนบทเรียนได้ช้าซึ่งการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) สามารถแก้ปัญหานี้และยังสามารถแก้ปัญหาเด็กเก่งและเด็กปานกลางไม่ยอมรับเด็กเรียนอ่อนได้ด้วย

3.5. ขั้นตอนการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI

สลาวิน (Slavin, 1995, pp. 102-104) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิคTAI มีขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. การจัดกลุ่ม (Teams) ในการจัดกลุ่มจะแบ่งนักเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ ประมาณ 4-5 ที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน

2. การทดสอบความรู้พื้นฐานเพื่อจัดตำแหน่ง (Placement Test) นักเรียนจะได้รับการทดสอบก่อนเรียนตอนเริ่มต้นโปรแกรมการเรียนในพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ เพื่อตรวจสอบระดับความรู้ของนักเรียน เพื่อจัดตำแหน่งที่เหมาะสมในการเรียนซึ่งขึ้นอยู่กับคะแนนที่ได้ในการสอบ

3. บทเรียนตามหลักสูตร (Curriculum Materials) โดยส่วนใหญ่ในการสอนคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ ด้วยตนเอง

3.1. เอกสารแนะนำบทเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้รับการแนะนำจากครูผู้สอนในขณะที่เรียน โดยมีการอธิบายอย่างเป็นลำดับขั้น

3.2. แบบฝึกทักษะ

3.3. แบบทดสอบท้ายบท ซึ่งจะทดสอบเมื่อเรียนจบหน่วย

4. การศึกษาเป็นกลุ่ม (Team Study) จากการทดสอบความรู้พื้นฐานทำให้นักเรียนแต่ละคนได้รับแบบทดสอบย่อยในจำนวนที่แตกต่างกันตามระดับความสามารถทางการเรียนของตนเอง นักเรียนจะศึกษาในกลุ่มของตนเองตามลำดับนี้

4.1. สมาชิกในกลุ่มทำการจับคู่ 2 หรือ 3 คนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อทำการตรวจสอบซึ่งกันและกันและซักถามครูหากไม่เข้าใจ

4.2. นักเรียนอ่านคำแนะนำในเอกสารของตนและถามเพื่อน หรือครู เพื่อช่วยเหลือเมื่อจำเป็น จากนั้นเริ่มฝึกทักษะในแบบทดสอบย่อย

4.3. นักเรียนแต่ละคนจะฝึกทักษะในแบบทดสอบย่อยและให้เพื่อนตรวจคำตอบจากกระดาษเฉลย ถ้าทำถูกนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยข้อถัดไป ถ้าทำผิดจะต้องพยายามทำจนถูกหมดข้อใดข้อหนึ่ง หากนักเรียนพบปัญหาที่ยากให้ขอความช่วยเหลือจากเพื่อนได้ก่อนถามครู

4.4. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะตอนสุดท้ายได้ครบทุกข้อ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อยฉบับแรก มีลักษณะคล้ายกับการฝึกทักษะ ซึ่งมีเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

4.5. นักเรียนจะนำแบบทดสอบย่อยผ่านการรับรองจากเพื่อนในกลุ่มแล้ว จากนั้นก็รับแบบทดสอบประจำหน่วย

5. คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม (Team Scores and Team Recognition) แต่ละสัปดาห์ ครูจะทำการคำนวณคะแนนของนักเรียนโดยคิดคะแนนจากคะแนนที่ได้ของแต่ละคน โดยนำมาเฉลี่ยเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่มเทียบกับคะแนนเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

6. การสอนกลุ่มย่อย (Teaching Groups) ในแต่ละชั่วโมงครูจะสอนนักเรียนจากกลุ่มต่างๆ ที่มีปัญหาไม่เข้าใจบทเรียนในเรื่องเดียวกันในกลุ่มเล็ก ๆ เมื่อนักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนแล้ว ครูจะให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มตนเองเพื่อฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มต่อไป

รัชนี งอกศิริ (2549, หน้า 38) ได้อธิบายขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ของการเรียนการสอนรูปแบบ TAI ดังนี้

1. การจัดกลุ่ม (Team) นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน คละเพศและความสามารถ
2. การทดสอบเพื่อการเรียนเนื้อหาที่เหมาะสม (Placement Test) นักเรียนทุกคนจะถูกทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการเรียนเนื้อหา
3. เนื้อหาและวัสดุหลักสูตร (Curriculum Test) หลังจากผู้สอนสอนบทเรียนแล้ว นักเรียนจะทำงานในกลุ่มของตน โดยมีสื่อหรือวัสดุหลักสูตรการสอนด้วยตนเองที่ครอบคลุมเนื้อหาซึ่งอยู่ในรูปแบบของแบบฝึกทักษะ โดยมีส่วนประกอบดังนี้
 - 3.1. เอกสารแนะนำบทเรียน
 - 3.2. แบบฝึกทักษะ
 - 3.3. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ (Formative test)
 - 3.4. แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ (Unit test)
 - 3.5. แผ่นคำตอบแบบฝึกทักษะ
4. การเรียนเป็นกลุ่ม (Team Study) นักเรียนจะเริ่มฝึกทักษะตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ของหน่วยการเรียนรู้ โดยจะทำแบบฝึกทักษะภายในกลุ่มตามลำดับ ดังนี้
 - 4.1. สมาชิกของแต่ละกลุ่มทำการจับคู่กันเพื่อทำการตรวจสอบซึ่งกันและกัน
 - 4.2. นักเรียนศึกษาเอกสารแนะนำบทเรียนและถามผู้สอนเมื่อไม่เข้าใจ
 - 4.3. นักเรียนแต่ละคนเริ่มทำแบบทดสอบย่อยจากโจทย์ปัญหาทีละขั้นตอน ให้เพื่อนร่วมทีมตรวจสอบคำตอบจากเฉลยของแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ถ้าพบว่านักเรียนไม่ผ่านข้อใด กลุ่มจะต้องช่วยอธิบายหรือสอนสมาชิกให้เข้าใจ จนกว่าจะผ่าน
 - 4.4. เมื่อนักเรียนทั้งกลุ่มทำแบบฝึกทักษะได้ถูกต้องครบแล้ว ต่อไปผู้สอนจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย
5. เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบย่อยผ่านแล้ว นักเรียนจะได้รับแบบทดสอบประจำหน่วยให้หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้บันทึกคะแนน เพื่อส่งกับผู้สอนนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐาน
 - 5.1 คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม (Team Scores and Team Recognition)

ในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ ผู้สอนจะทำการรวบรวมคะแนนกลุ่ม ซึ่งได้จากการนำเอาคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้รับจากการทำแบบทดสอบประจำ โดยนำมาเฉลี่ยเพื่อเป็นคะแนนของกลุ่มเทียบกับคะแนนเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

5.2 การสอนกลุ่มย่อย (Teaching Groups) ในแต่ละชั่วโมงครูจะสอนนักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ที่มีปัญหาไม่เข้าใจบทเรียนในเรื่องเดียวกันในกลุ่มเล็ก ๆ เมื่อนักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนแล้ว ครูจะให้นักเรียนกลับเข้ากลุ่มตนเองเพื่อฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มต่อไป

1. การทดสอบข้อเท็จจริง (Fact Test)

2. การสอนรวมทั้งชั้น (Whole-Class Units) ผู้สอนทำการสอนสรุปบทเรียนให้กับนักเรียนทั้งห้อง โดยครอบคลุมเนื้อหาและทักษะ

พันทิพา ทับเที่ยง (2550, หน้า 50) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มช่วยรายบุคคล TAI มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นการเข้ากลุ่ม เป็นขั้นที่ครูแจ้งวัตถุประสงค์ในการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ อธิบายขั้นตอนและเอกสารประกอบการเรียน ในการจัดกลุ่มผู้เรียน ครูจะแบ่งกลุ่มนักเรียนแต่ละตามระดับความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ เป็นอัตราส่วน 1:2:1 ตามหลักการเช่นเดียวกับ STAD และนักเรียนเข้ากลุ่มของตนเองเพื่อทำกิจกรรม

2. ขั้นนำเสนอบทเรียน ครูสอนเนื้อหาแก่นักเรียน ตามเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อสอนเกี่ยวกับแนวคิดหลัก โดยใช้สื่อการสอน ทั้งรูปธรรมและกึ่งรูปธรรม รวมทั้งสาธิตและยกตัวอย่างประกอบเพื่อความเข้าใจ การสอนจะเน้นความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

3. ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย นักเรียนในแต่ละกลุ่มจับคู่กัน เพื่อทำการเช็คหรือตรวจสอบซึ่งกันและกัน หลังจากนั้นจะทำการศึกษาเอกสารแนะนำบทเรียน และฝึกทำแบบฝึกทักษะแต่ละตอน พร้อมทั้งช่วยตรวจสอบผลงานให้กันและกัน และทำแบบฝึกทักษะตอนต่อไป จนครบทุกตอน หากพบว่าสมาชิกไม่ผ่านในข้อใดกลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบาย หรือสอนให้เข้าใจก่อนที่จะถามครู

4. ขั้นการทดสอบย่อย หัวหน้ากลุ่มจะแจกแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ฉบับ A และ B เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกครบทุกตอนแล้ว ครูจะทำการทดสอบความรู้ของนักเรียน ด้วยแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ฉบับ A ซึ่งนักเรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป หากนักเรียนคนใดทำไม่ได้ไม่ผ่านเกณฑ์ ครูให้ความช่วยเหลือโดยเรียกนักเรียนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาของแต่ละกลุ่มมาทำการสอนเพิ่มเติม และให้กลับไปยังกลุ่มของตนเองและทำแบบทดสอบย่อยฉบับ B ต่อไป เมื่อสอนจบหน่วยการเรียนรู้ ครูจะทำการสอนรวมทั้งชั้น โดยทำการสอนสรุปบทเรียนให้กับนักเรียน โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะต่าง ๆ ของบทเรียน

5. ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม ครูจะทำการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยนำคะแนนเฉลี่ยที่สมาชิกทำได้ จากแบบทดสอบรวมประจำหน่วยการเรียนรู้โดยจัดระดับการผ่านเกณฑ์

ประทีนรัตน์ นิยมสิน (2554, น. 54 - 55) ได้สรุปการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม จัด5 กลุ่มแบบคละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน ทบทวนความรู้เดิม

2. ขั้นการเรียนรู้ สมาชิกกลุ่มจับคู่ศึกษาบทเรียนร่วมกันและสมาชิกกลุ่มจับคู่ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

3. ขั้นฝึกทักษะสมาชิกกลุ่มจับคู่กันทำแบบฝึกทักษะถ้าคู่ใดไม่ผ่านกลุ่มต้องช่วยเหลือทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมจนกว่าจะผ่าน

4. ขั้นทดสอบ ทดสอบย่อยรายบุคคลแล้วตรวจผลการทดสอบ

5. ขั้นการรับรองผลงานและเผยแพร่ชื่อเสียงของทีมประกาศผลให้รางวัลยกย่องชมเชย

ทิศนา ขำเมณี (2545, น. 35) ได้กล่าวว่ากระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบ ที. เอ. ไอ. (TAI) คำว่า“TAI” มาจาก “Team –Assisted Individualization” ซึ่งมีกระบวนการดังนี้ จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (home group)

1. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน

2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบ
สถานการณ์ ก. ถ้าใครทำแบบทดสอบย่อยได้ 75% ขึ้นไปให้ไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้
ข. ถ้ายังทำแบบทดสอบย่อยได้ไม่ถึง 75% ให้ทำแบบทดสอบย่อยซ่อมจนกระทั่งทำได้แล้วจึงไป รับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย

3. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคนนำคะแนนทดสอบรวบยอดมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดกลุ่มนั้นได้รับรางวัล

จากการศึกษาแนวคิด และขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI เป็นการสอนที่ให้นักเรียนร่วมมือกันแบบกลุ่ม ที่คละระดับความสามารถ ให้นักเรียนศึกษาร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกฝนด้วยตนเอง เพื่อช่วยเหลือและส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลภายในกลุ่ม โดยมีครูทำหน้าที่เสนอบทเรียน และตรวจสอบการเรียนรู้

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI

ผู้นิยาม	จัดกลุ่ม	ทดสอบ ก่อนเรียน	เสนอ บทเรียน	ศึกษาเป็น กลุ่ม	ฝึกทักษะ เดี่ยว/คู่	ทดสอบวัด ความสำเร็จ	สรุป บทเรียน
Slavin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
รพีชนี งามศิริ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
พันทิพา ทับ เที่ยง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ประทีนรัตน์ นิยมสิน	✓		✓	✓	✓	✓	
ทศนา แซมนี้	✓			✓	✓	✓	

3.6. บทบาทครู

การเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูต้องกำหนดจุดประสงค์บทเรียนอย่างชัดเจน โดยแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ จุดประสงค์ของเนื้อหาวิชา และจุดประสงค์ของการเรียนรู้ร่วมกัน มีการวางแผนการจัดกลุ่มนักเรียนก่อนสอน โดยจัดนักเรียนให้ละความสามารถ นักเรียนมีลักษณะนิสัยต่าง ๆ ปนกันไป ครูควรจัดให้โดยไม่ให้นักเรียนเลือกกลุ่มเอง และนักเรียนควรอยู่ในกลุ่มนานจนกว่ากลุ่มจะประสบผลสำเร็จ การเปลี่ยนกลุ่มบ่อยไม่เป็นผลดีต่อกระบวนการทำงานกลุ่มซึ่งไปสู่จุดประสงค์ร่วมกัน ครูเตรียมบทเรียนและสื่อการสอนในการสอนบางครั้งครูแจกข้อมูลเหมือนกันให้ทุกคนในกลุ่มครูต้องเตรียมบทเรียนและสื่อการสอนในการสอนบางครั้งครูแจกข้อมูลเหมือนกันให้ทุกคนในกลุ่มแต่บางครั้งครูก็แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ ให้แต่ละคนได้อ่านข้อมูลแต่ละส่วนที่ไม่เหมือนกัน(jigsaw) นอกจากนี้ครูยังต้องกำหนดจุดประสงค์ที่สอดคล้องกับการเรียนแบบร่วมมือ ในด้านการฟังพาอาศัยกันในทางบวก กำหนดงานที่สอดคล้องกับการเรียนแบบร่วมมือในด้านความรับผิดชอบรายบุคคล อธิบายพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของนักเรียนอย่างชัดเจน นั่นคือ การอธิบายงานและอธิบายจุดประสงค์อย่างชัดเจน โดยใช้วิธีหลาย ๆ วิธี เช่น การให้คะแนนการทำงานสำเร็จ การทำงานที่ดีขึ้นกว่างานชิ้นเดิม ควบคุมการทำงานของนักเรียน ครูอาจสอดแทรกการทำงานกลุ่ม ช่วยเหลือการทำงานของนักเรียน สอนทักษะการทำงานร่วมกัน วัดผลสำเร็จของการทำงานร่วมกันของนักเรียน สรุปบทเรียน วัดผลคุณภาพและปริมาณความรู้ของนักเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม(วิทยาลัยครูเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์, 2537, 59-60)

กล่าวโดยสรุปคือ ครูควรมีบทบาทในการสอนแบบร่วมมือดังนี้ เป็นผู้สรุป เป็นผู้ตรวจสอบ เป็นผู้ดูแลความถูกต้อง เป็นผู้ขยายความให้ชัดเจน เป็นผู้เสริมแรงและเป็นผู้สังเกตให้ทุกคนทำงานของตนเอง

3.7. ข้อดีของการสอนแบบร่วมมือเทคนิคTAI

สลาวิน (Slavin, 1990, p. 64) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง
2. ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน
3. สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กอ่อนในห้องเรียนได้
4. ช่วยส่งเสริมความสามารถและสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ เด็กที่เรียนช้ามีเวลาฝึกฝนมากขึ้น เด็กที่เรียนเร็วมีโอกาสช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนในกลุ่ม
5. ช่วยให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เด็กอ่อนได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง
6. ช่วยแบ่งเบาภาระของครูได้บางส่วน ครูจะได้มีเวลาดูแลเด็กได้มากขึ้นและทั่วถึงมีเวลาสร้างสรรค์งานสอน
7. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันของสังคม และมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น
8. ช่วยสร้างแรงจูงใจ และความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียนอันเนื่องมาจากการเสริมแรง
9. ช่วยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้นและทราบความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา

3.8. แบบทดสอบ

การทดสอบ (Testing) เป็นวิธีการวัดชนิดหนึ่งที่มีการใช้อย่างกว้างขวางโดยใช้แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัด โดยที่การทดสอบเป็นวิธีการที่มีระบบสำหรับ “วัดพฤติกรรมของผู้เรียนและให้ผลการวัดแสดงออกมาเป็นคะแนน”(บุญเชิด ภิญโญพงษ์อนันต์, 2545, น. 8)

การทดสอบ เป็นการนำเสนอสิ่งเร้าชุดใดชุดหนึ่งให้ผู้ที่เกี่ยวข้องตอบสนองตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อนำผลการตอบสนองมากำหนดเป็นคะแนน ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นตัวเลขที่แสดงปริมาณบอกลักษณะของพฤติกรรม (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2540, น. 5)

หลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิตทางการเรียนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ มีหลักการที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการสร้าง ดังนี้ (Gronlund, 1993, pp. 8-11)

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุพฤติกรรมที่ชัดเจน สามารถวัดและสังเกตได้

2. สร้างแบบทดสอบให้มีความครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญาทุกระดับ
3. สร้างแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขต แล้วเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัด จากขอบเขต ที่กำหนดขึ้น
4. สร้างแบบทดสอบที่หลากหลายประเภท เพื่อให้เหมาะสมและ สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้
5. สร้างแบบทดสอบที่คำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากผลการทดสอบไปใช้ อาทิ สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียน (Formative Test) เพื่อนำผลไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน หรือ สร้างแบบทดสอบหลังการเรียน (Summative Test) เพื่อนำผลไปใช้ในการตัดสินผลการเรียน
6. กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนคำตอบที่มีความชัดเจน และมีความเชื่อมั่น

4. การคิดเชิงพีชคณิต

4.1. ความหมายของการคิดเชิงพีชคณิต

Rickart (1996) อธิบายว่าการคิดเชิงพีชคณิตเป็นลักษณะหนึ่งของการคิดโดยทั่วไป เป็นการคิดในเชิงการคำนวณ การคิดแก้ปัญหา การให้เหตุผล ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้ได้ รวมทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

Kaput (NCTM, 1993) กล่าวว่า การคิดเชิงพีชคณิตเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและนำเสนอตัวแทนความคิดของแบบรูป การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือความคล่องของการสำรวจและการคาดการณ์

เฮอร์เบิร์ต (Herbert, & Brown, 1997) ให้ความหมายว่า การคิดเชิงพีชคณิต คือ การใช้เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์และเครื่องมือในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่หลากหลาย ดังนี้

- 1) การแยกแยะข้อมูลในโจทย์ปัญหา
- 2) การใช้ตัวแทนความคิดแสดงข้อมูลทางคณิตศาสตร์ เช่น ภาษา แผนภาพ ตาราง
- 3) การตีความและประยุกต์ผลจากการค้นพบทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา สำหรับตัวไม่ทราบค่า การทดสอบ การคาดการณ์ และการระบุหน้าที่ความสัมพันธ์

ไตรสคอล (Driscoll, 1999) กล่าวว่า การคิดเชิงพีชคณิต คือการพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในด้านการใช้ตัวแทนความคิดแทนข้อมูลเชิงปริมาณของสถานการณ์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรให้มีความชัดเจน หรือเป็นรูปธรรมมากขึ้น

ณัชชา กมล (2548, น. 4) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงพีชคณิตว่า หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะการคิดของแต่ละคน ในการทำความเข้าใจในเนื้อหาพีชคณิต ซึ่งได้ระบุ

ขอบเขตการศึกษาใน 3 สิ่งสำคัญที่บ่งบอกความเป็นพีชคณิต คือ แบบรูป การใช้ตัวแทนความคิด และตัวแปร

สรุปได้ว่า การคิดเชิงพีชคณิตเป็นลักษณะหนึ่งของการคิด ที่ใช้ทักษะทางการคิดและการให้เหตุผล ในการสร้างตัวแสดงแทน เพื่อใช้ในการอธิบายเหตุการณ์ ความสัมพันธ์ ตลอดจนสามารถสรุปแนวทางในการหาคำตอบ สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของเหตุการณ์และคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

4.2. ความสำคัญของการคิดเชิงพีชคณิต

(Cai, 2004) กล่าวว่า พีชคณิต เป็นสาขาหนึ่งในทางคณิตศาสตร์ ที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง ความสัมพันธ์ และจำนวน และได้รับการยอมรับว่าเป็นส่วนสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จของการศึกษาคณิตศาสตร์ในทุก ๆ สาขา

George Booker (2009) ที่กล่าวว่า พีชคณิตถือเป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อประยุกต์กับวิทยาศาสตร์ ธุรกิจ เศรษฐกิจ การค้า การคำนวณ และ บริบทที่เกี่ยวข้องกับจำนวนในชีวิตประจำวัน และพีชคณิตจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาและการนำเสนอข้อมูลในรูปของการอธิบายและการหาคำตอบเช่น การหาตัวไม่ทราบค่า การทดสอบข้อคาดเดาหรือการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ เป็นต้น (Herbert & Brown, 1997)

Herbert, & Brown (1999) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดเชิงพีชคณิตว่า เป็นการใช้เครื่องมือและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่แตกต่าง โดยการดึงข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้จากนั้นนำเสนอข้อมูลดังกล่าวในเชิงคณิตศาสตร์ทั้งในรูปของข้อความ แผนภาพ ตาราง กราฟและสมการ แล้วประยุกต์และตีความข้อค้นพบทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ไปสู่สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันหรือสถานการณ์ใหม่ เช่น การแก้ปัญหาสำหรับตัวไม่ทราบค่า การทดสอบข้อคาดการณ์ การพิสูจน์ความสัมพันธ์ เป็นต้น

ณัชชา กมล(2554) ให้ความหมายการคิดเชิงพีชคณิตว่า เป็นการคิดของบุคคลในการเรียนรู้พีชคณิต ผ่านการใช้กระบวนการคิด เพื่ออธิบายหรือแสดงหลักฐานในการทำความเข้าใจสถานการณ์ทางพีชคณิตต่าง ๆ เช่น แบบรูป การแก้ปัญหาคำไม่ทราบค่า ฟังก์ชัน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุปคือ การคิดเชิงพีชคณิตเป็นเครื่องมือที่สำคัญของคณิตศาสตร์ในการคิดวิเคราะห์ถึงโจทย์ปัญหา และใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหามในชีวิตจริง หรือประยุกต์ใช้กับศาสตร์อื่น ๆ

4.3 ลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิต

สมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์ของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989) ได้ให้ลักษณะของการคิดเชิงพีชคณิตไว้ 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะของการคิดที่อิงเนื้อหาพีชคณิต

- 1) เป็นการเข้าใจในมโนทัศน์ของตัวแปร นิพจน์ และ สมการ
- 2) การนำเสนอตัวแทนความคิดของสถานการณ์ และจำนวนแบบรูปด้วยตาราง กราฟ การอธิบายกฎเกณฑ์ สมการ และ ค้นหาความสัมพันธ์ของการนำเสนอตัวแทนความคิด
- 3) การวิเคราะห์ตาราง และ กราฟ เพื่ออธิบายคุณสมบัติและความสัมพันธ์
- 4) การพัฒนาความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหสมการเชิงเส้นโดยใช้รูปภาพ วิธีที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ
- 5) การสำรวจตรวจสอบสมการ และ ไม่ใช่สมการเชิงเส้น
- 6) การประยุกต์วิธีการทางพีชคณิตเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายของปัญหาในชีวิตจริง และปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ลักษณะการคิดที่อิงเนื้อหาที่เป็นแบบรูปและฟังก์ชันไว้ ดังนี้

- 1) การอธิบาย ขยาย วิเคราะห์ และ สร้างความหลากหลายของแบบรูป
 - 2) การอธิบายและนำเสนอตัวแทนความคิดของความสัมพันธ์ด้วยตารางกราฟ กฎ
 - 3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน้าที่ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงในผลลัพธ์ที่เป็นเชิงคุณภาพในความต่าง อื่น ๆ
 - 4) การใช้แบบรูปและฟังก์ชันในการนำเสนอตัวแทนความคิดและแก้ปัญหา
- นอกจากนี้ ไค และคณะ (Cai, J. et al. 2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยได้พิจารณาถึงลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต 4 ลักษณะของ NCTM ปี 2000 ประกอบด้วย

- 1) การวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
- 2) การนำเสนอและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิต
- 3) การใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงปริมาณ
- 4) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในบริบทที่หลากหลาย เป็นเป้าหมายเพื่อบรรลุถึงการคิดเชิงพีชคณิต

วิลส์ วินสัน (Will Windsor 2009, หน้า 666) การพิจารณาลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตนักเรียนต้องแสดงออกถึง

1. การให้เหตุผลเกี่ยวกับแบบรูป (ด้วยกราฟ จำนวน แบบรูป รูปภาพ) เน้นให้เห็นถึงความเหมือนและความต่าง ของลำดับที่สมบูรณ์
2. สามารถหากรณีทั่วไปได้และพิจารณาความเป็นธรรมชาติหรือลักษณะเฉพาะได้
3. หาตัวไม่ทราบค่า การสับเปลี่ยนหรือเปลี่ยนแปลงของการดำเนินการ

4. สามารถคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เป็นคณิตศาสตร์

แอนนา มาโทส (Ana Matos, 2009, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ลักษณะที่แสดงว่ามีการคิดเชิงพีชคณิตนักเรียนต้องสามารถ

1. ระบุและอธิบายแบบรูปในสถานการณ์ที่หลากหลายและสร้างกรณีทั่วไปได้
2. สามารถนำเสนอและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันผ่านตาราง กราฟ และนิพจน์ทางพีชคณิต

3. ให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลในการนิพจน์เชิงพีชคณิต และใช้ภาษาสัญลักษณ์ทางพีชคณิตให้มีวิธีการที่มีประสิทธิภาพ

4.4. แนวทางการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

Rider (2007) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยครูต้องมีการปรับเปลี่ยนทั้งวิธีการสอน การประเมิน โดยครูควรมีการวางแผนและออกแบบการเรียนการสอนที่มีการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ผ่านการยกตัวอย่าง และทำการฝึกฝนนักเรียนในชั้นเรียน โดยส่งเสริมการใช้กราฟ ตาราง และสมการทางพีชคณิตเป็นต้น อีกทั้งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนและใช้ตัวแทนที่หลากหลายรูปแบบได้ เพื่อเปรียบเทียบหาตัวแทนที่เหมาะสม ถูกต้อง นอกจากนี้ครูควรใช้วิธีการวัดประเมินที่หลากหลายทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น การสอบ การทำแบบฝึกหัด หรือรูปแบบอื่น ๆ เป็นต้น

NCTM (2000) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ โดยครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้ตัวแทนที่หลากหลายรูปแบบ สามารถเลือกใช้ตัวแทนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และส่งเสริมให้นักเรียนคิดหาวิธีการใช้ตัวแทนเพื่อสนับสนุนเหตุผลของตน

กล่าวโดยสรุปคือ แนวทางในการพัฒนาการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียนนั้น ครูควรปรับเปลี่ยนวิธีการเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้รูปแบบตัวแทนแสดงความคิดที่หลากหลาย และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจเลือกใช้แบบจำลองเพื่อสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหาของตนได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล

4.5. การประเมินระดับการคิดเชิงพีชคณิต

ณัชชา กมล (2554) ได้ทำการวิเคราะห์ระดับการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายโดยแยกตามระดับการคิดเป็นดังนี้

ระดับ 1 นักเรียนที่มีระดับการคิดอยู่ในระดับนี้มีความสับสนและไม่เข้าใจสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทำในแบบทดสอบ นักเรียนจะไม่ตอบคำถาม หรือบางคนตอบคำถามโดยการเดาโดยไม่สนใจใช้ข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ระดับ 2 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงพีชคณิตอยู่ในระดับนี้มีความเข้าใจสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทำในแบบทดสอบ นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับแบบรูปได้แต่ยังไม่สามารถตอบคำถามในเรื่องประโยคเปิดเกี่ยวกับจำนวนได้ถูกต้อง

ระดับ 3 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงพีชคณิตอยู่ในระดับนี้จะสามารถตอบคำถามสิ่งที่โจทย์กำหนดในแบบทดสอบได้ แต่นักเรียนจะไม่สามารถแสดงวิธีการคิดหรืออธิบายวิธีคิดหาคำตอบได้อย่างชัดเจน

ระดับ 4 นักเรียนที่มีระดับการคิดเชิงพีชคณิตในระดับนี้ มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สามารถนำข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เหล่านั้นไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

NCTM (2000) ได้ระบุมาตรฐานของการนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งครูและนักเรียน ไว้ดังนี้

1. สร้างและใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการจัดการ การบันทึก และสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์
2. เลือกและประยุกต์ใช้และแปลความระหว่างการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
3. ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่นำไปสู่การแก้ปัญหา และแปลความหมายทางสังคมและคณิตศาสตร์

ระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (National Educations Goals Panel, 1996) คือ ระดับความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดระดับความสามารถของนักเรียน (National Education Goals Panel, 1996)

ระดับที่ 1 นักเรียนที่ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างไม่เหมาะสมหรือไม่ใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ใด ๆ เลยในการสื่อสารถึงวิธีการแก้ปัญหา

ระดับที่ 2 นักเรียนมีความพยายามใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมในการสื่อสารถึงวิธีการแก้ปัญหา

ระดับที่ 3 นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้องแม่นยำในการสื่อสารถึงวิธีการแก้ปัญหา

ระดับที่ 4 นักเรียนใช้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างซับซ้อนและหลากหลายในการสื่อสารถึงวิธีการแก้ปัญหา

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2554) ระบุไว้ว่าเกณฑ์การให้คะแนน เป็นการระบุคุณภาพของงานหรือการกระทำที่ครูต้องการให้นักเรียนกระทำ

หรือตอบสนองต่อการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่จะช่วยให้สิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของงานชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งเมื่อนักเรียนทราบเกณฑ์ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนมี 2 แบบ คือ

1. การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม (Holistic Score) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่ามีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใดและมีคะแนนเดียวสำหรับงานนั้น ซึ่งจะมีคำอธิบายคุณภาพของงานประกอบการให้คะแนน

2. การกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งที่ประเมินออกเป็นประเด็นย่อย (Analytic score) เป็นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ โดยระบุรายละเอียดออกเป็นประเด็นย่อย และแต่ละประเด็นย่อยมีคุณภาพอย่างไร

จากการวิเคราะห์ระดับการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน และเกณฑ์การให้คะแนนตามคุณภาพของงาน กล่าวโดยสรุปได้ว่าการประเมินการคิดเชิงพีชคณิต ประเมินได้จากคุณภาพของงาน โดยครูต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและคำอธิบายคุณภาพตามสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของงานให้ชัดเจน โดยนักเรียนจะต้องสามารถอธิบายสถานการณ์ ความสัมพันธ์ของข้อมูล สร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความคิด และวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ไค, ฟง และ เมอเยอ (Jinfa Cai, Swee Fong Ng, & John C. Moyer, 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษาจากข้อมูลงานวิจัยต่างประเทศ คือจีนและสิงคโปร์ โดยผลการวิจัยพบว่า พัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถม ต้องพัฒนาเลขคณิตและพีชคณิตไปควบคู่กัน ซึ่งจากทั้งหลักสูตรจีนและสิงคโปร์ มีลักษณะการสอนที่สอดคล้องกัน คือการสอนโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงความเชื่อมต่อกันระหว่างพีชคณิตและเลขคณิต ส่งเสริมการคิด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ การใช้ตัวแสดงแทน การเขียนในรูปแบบทั่วไป เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุป

เคอแรน (Kieran, 2004) จากการศึกษากล่าวว่า การคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษา เกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิธีคิด เช่น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การสังเกตโครงสร้าง การศึกษาการเปลี่ยนแปลง การสรุป การแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลอง การให้เหตุผล การพิสูจน์ และการทำนาย

Hee-Chan Lew (2004) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในระดับต้น โดยทำการศึกษาแบบกรณีรายบุคคล(case study)โรงเรียนประถมประเทศเกาหลี โดยบทความนี้สรุปมุมมองของเกาหลีเพื่อปรับปรุงการคิดเชิงพีชคณิตในระดับประถมศึกษา จุดเน้นหลักคือการพัฒนาความสามารถในการคิดพีชคณิต เป็นเรื่องที่ต้องเรียนรู้วิธีคิด ซึ่งจากหลักสูตรเดิมนั้นจะเน้นพัฒนา

ทักษะระดับต่ำ เช่น การแก้สมการพหุนาม การวาดกราฟของฟังก์ชันมากกว่าการคิดระดับสูง โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม ซึ่งทำให้นักเรียนเรียนไม่ชอบและกลัวการใช้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะหัวข้อในพีชคณิต ที่ให้นักเรียนเขียนในรูปสัญลักษณ์ โดยแนวทางใหม่ในการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตในอนาคต ควรมีการอธิบายถึงการใช้เทคโนโลยีและแนวทางที่เป็นจริงการศึกษา คณิตศาสตร์ของเกาหลีภายใต้

Kevin Mahoney (2012) วิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้โมเดลเมธอดของสิงคโปร์ต่อการ แก้ปัญหาของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าการสร้างแบบจำลอง เป็นส่วนเชื่อม ระหว่างขั้นตอนการแสดงปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหา ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ และตัวแปรในปัญหา ซึ่งทำให้สามารถเลือกการดำเนินการที่ถูกต้องเพื่อดำเนินการได้

M. Hasbi1 (2018) วิจัยศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนแบบกลุ่มเพื่อช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล(TAI) โดยสรุปว่าทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยเทคนิคเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล สูงขึ้นกว่านักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบเดิมหรือแบบปกติ กล่าวคือในการสอนแบบปกตินักเรียนจะได้รับความรู้จากครู เท่านั้น ทักษะการแก้ปัญหาจึงไม่เติบโต อีกทั้งการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคลสามารถ ส่งเสริมการแก้ปัญหาได้ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ และสูง โดยนักเรียนที่มีความสามารถสูงได้ฝึก การคิดวิเคราะห์ วิพากษ์ ร่วมสร้างวิธีแก้ปัญหากับเพื่อน และได้ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม ส่วนนักเรียนที่ มีความสามารถต่ำได้เรียนรู้ในบรรยากาศที่รื่นรมย์ มีเพื่อน ๆ คอยช่วยเหลือและกระตุ้น

Georgina Maria Tinungki (2015) ได้ศึกษาบทบาทในการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็น รายบุคคลเพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในหัวข้อเรื่องความ น่าจะเป็น โดยสรุปได้ว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ กับการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม TAI เพราะในชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือนั้น ว่านักเรียนจะต้อง ช่วยเหลือกัน พูดคุย ได้เถียงกัน ได้ระลึกตระหนักถึงความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเอาชนะช่องว่างใน ความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงทำได้ดี

5.2 งานวิจัยในประเทศ

ณัชชา กมล (2554) การพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนในระดับประถมศึกษาตอน ปลาย จากผลวิจัยพบว่า ระดับการคิดเชิงพีชคณิตมี 4 ระดับโดยสอดคล้องกับระดับการคิดที่ Biggs และ Collis พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

ระดับ 1 ในโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ลักษณะของแบบรูปที่ กำหนดให้ได้ ทำให้ไม่สามารถหาค่าของพจน์ถัดไปและพจน์ต่าง ๆ ของแบบรูปได้

ระดับ 2 ในโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป นักเรียนสามารถวิเคราะห์ลักษณะของแบบรูปที่กำหนดให้ได้ แต่เป็นการวิเคราะห์เพียง 1 มิติคือการมองค่าของแต่ละพจน์ที่เปลี่ยนไปแต่ไม่สนใจตำแหน่งของพจน์ที่เปลี่ยนไป

ระดับ 3 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ทั้งตำแหน่งของพจน์ในแบบรูปและค่าของพจน์ในตำแหน่งนั้นได้ ทำให้ได้สูตร/หลักการในการหาคำตอบในแบบรูปได้ แต่ไม่สามารถอธิบายที่มาของสูตรได้ชัดเจน

ระดับ 4 ในโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป นักเรียนสามารถหาข้อสรุปโดยผ่านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของแต่ละจำนวนในประโยคได้อย่างชัดเจนเช่นเดียวกัน

อริสา วงศ์อินตา (2561) ศึกษาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้ปัญหา เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสองตัวแปรเดียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงพีชคณิตตามกรอบแนวคิดของ Pierce and Stacey 3 ลักษณะ คือ 1) การตระหนักรู้องค์ประกอบและสมบัติพื้นฐาน 2) กำหนดเอกลักษณ์ของโครงสร้าง 3) การหาเอกลักษณ์คุณสมบัติที่สำคัญ

ปิยพรรณ สุโชยะชัย (2562) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงพีชคณิตกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงพีชคณิตกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งพบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตระดับสูง จะความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง เนื่องจากนักเรียนมีความมั่นใจในการหาคำตอบ สามารถคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน มีเหตุผล สามารถอธิบายแนวคิดและคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ส่วนนักเรียนที่มีการคิดเชิงพีชคณิตอยู่ในกลุ่มต่ำไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถาม บางคนไม่สามารถอธิบายข้อมูล ไม่สามารถอธิบายแนวคิด และบอกลำดับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้

วันวิสา พุทธิระ (2557) วิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด โมเดลเมธอดเพื่อพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ โมเดลเมธอดหลังการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมากทั้งนี้อาจเป็นเพราะ นักเรียนได้ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม แล้วเขียน แสดงความสัมพันธ์เป็นภาพ หรือเส้นจำนวน หรือรูปภาพ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหาง่ายมากขึ้น

พริดา วิชามุข (2562) วิจัยการศึกษาผลสัมฤทธิ์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและร้อยละด้วยวิธีการสอนปกติควบคู่กับวิธีบาร์โมเดล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาและการกำหนดตัวแปรในการแสดงวิธีทำปกติจากการใช้

บาร์โมเดล เนื่องจากการใช้บาร์โมเดลเป็นการทำความเข้าใจในลักษณะของรูปธรรม และการใช้บาร์โมเดลจะช่วยลดความซับซ้อนของสมการ ทำให้นักเรียนหาคำตอบได้ง่ายขึ้น

ปริฉัตร จันทร์หอม (2555) วิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอด ที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์และโมเดลเมธอด มีความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากแนวคิดโมเดลเมธอด เป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตีความจากโจทย์ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น มองเห็นปัญหาและมีวิธีการคิดที่หลากหลาย

พรชนก ช่วยสุข (2545) ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถ 2-4 ใช้เวลาทั้งหมด 13 สัปดาห์ โดยผลวิจัยปรากฏว่ากลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI มีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคล

ธีรพล พากเพียรกิจ (2559) วิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ด้านการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ ด้านการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และด้านการตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เต็มดวง ปากวิเศษ (2562) วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับชุดการเรียนรู้เรื่อง ความน่าจะเป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับชุดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

อมรรัตน์ เหล่าบุญมา (2560) ได้วิจัยผลการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเวลา โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล (TAI) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคกลุ่มเพื่อนช่วยเพื่อน (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ เนื่องจากการเป็นกลุ่มแบบช่วยเหลือกัน ทำให้จดจำและเรียนรู้ได้ดี อีกทั้งนักเรียนยังมีความสนุกสนานและเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

อรรณ อยู่แท้กุล (2563) ได้วิจัยศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน โดยใช้การเรียนรู้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล(TAI)ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน โดยใช้การเรียนรู้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียน จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคลร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาของ โพลยา ทำให้นักเรียนเกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ เรียนตามความสามารถของตนและช่วยให้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจในบทเรียนนั้นได้ดียิ่งขึ้น

ทิวาพร แก้วคำสอน (2563) วิจัยการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ร่วมกับเทคนิค KWDL สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการกลุ่มสมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันศึกษาเรียนรู้ รับผิดชอบงานกลุ่ม ร่วมคิด ร่วมปฏิบัติช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อความสำเร็จของกลุ่มเป็นสำคัญ

ฉนิชากร ปริญากาญจน์ (2561) วิจัยพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องการบวกและการลบเลข ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สนใจ และกระตือรือร้นต่อการเรียนและการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ เกิดทักษะทางคณิตศาสตร์

จิระประภา คำภาเกะ (2563) ได้วิจัยการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอกโดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดร่วมกับเกมคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาแก้ไขปัญหारेื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมนักเรียน นักเรียนที่เรียนอ่อนได้รับการเอาใจใส่จากครูหรือเพื่อน และช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตลอดเวลาเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะด้วยตนเอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิต โดยรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เทคนิค TAI ร่วมกับแนวคิด โมเดลเมธอดสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. รูปแบบการวิจัยและการออกแบบวิธีการวิจัย
3. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย
4. ขอบเขตด้านเนื้อหา
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล
9. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต รูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI และรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนบ้านห้วยน้อย จังหวัดพิจิตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับวิธีวิจัย การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต

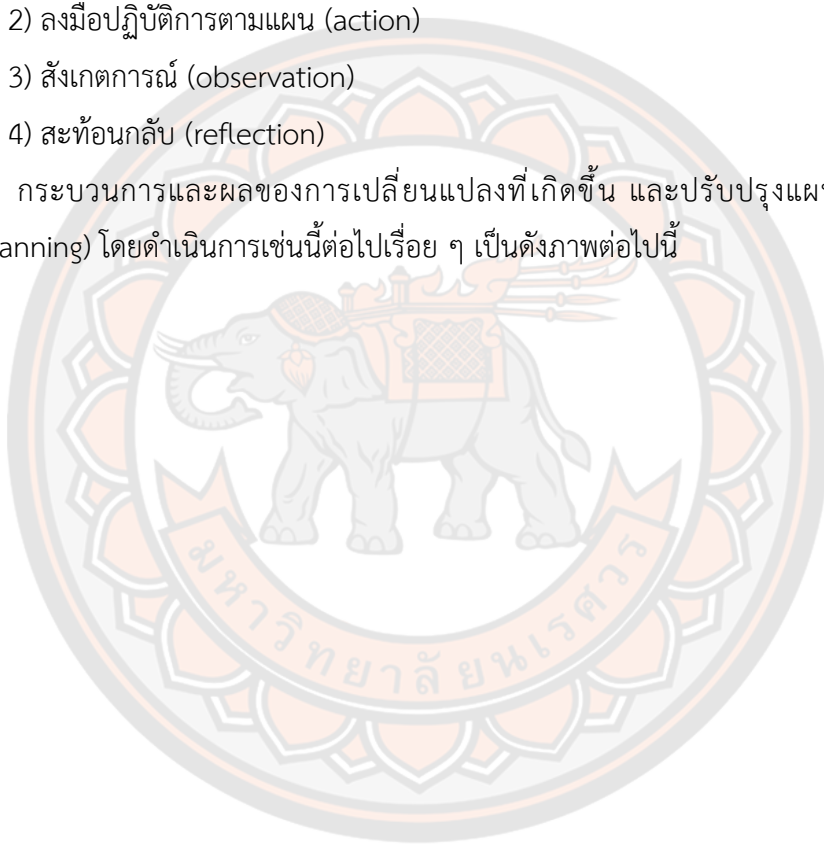
การจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI และแนวคิดโมเดลเมธอด ทั้งนี้เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถการคิดเชิงพีชคณิต

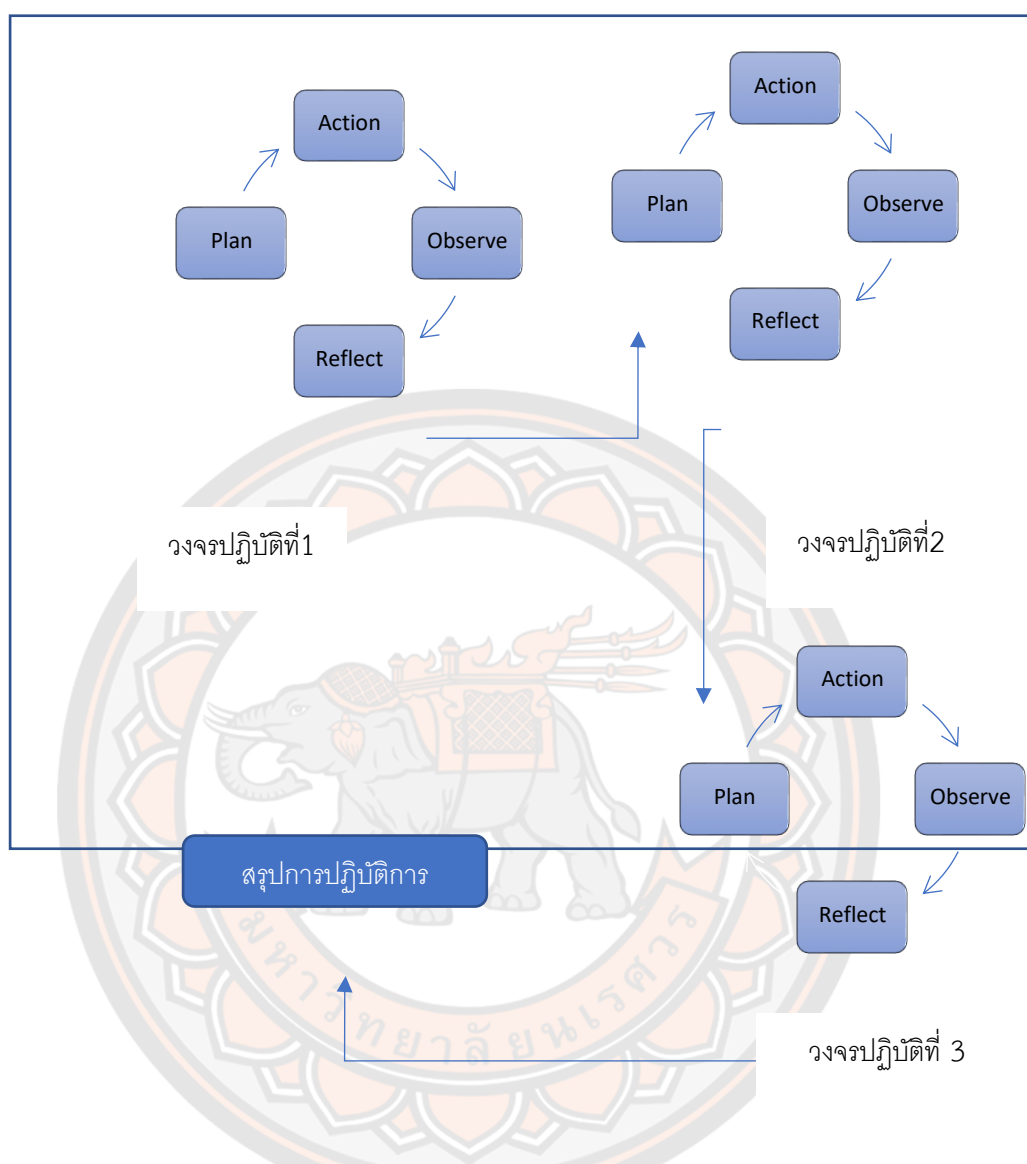
2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ(Action research) ตามแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988, อ้างอิงในวารสารราชภัฏสุราษฎร์ธานี ปีที่2 ฉบับที่1) ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

- 1) การวางแผนเพื่อไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น (planning)
- 2) ลงมือปฏิบัติการตามแผน (action)
- 3) สังเกตการณ์ (observation)
- 4) สะท้อนกลับ (reflection)

กระบวนการและผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนการปฏิบัติงาน (re - planning) โดยดำเนินการเช่นนี้ต่อไปเรื่อย ๆ เป็นดังภาพต่อไปนี้





ภาพ 1 แสดงวงจรปฏิบัติการ 3 วงจร

3. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัด พิจิตร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพิจิตร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้ได้จากการเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) โดยเป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยรูปแบบของชั้นเรียนเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบควบชั้น (ประถมศึกษาปีที่ 3-4) และเป็นสภาพห้องเรียนที่มีความพร้อม เนื่องจากมีอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทั้งกระดาน โทรทัศน์ พัดลม โต๊ะสำหรับนักเรียนรายบุคคล เป็นต้น

4. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหารายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ค 14101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเศษส่วน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ภาคเรียนที่ 2 ในงานวิจัยครั้งนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model)
2. โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model)
3. โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The Changed model)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โดยการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิต โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือการวิจัยได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 14 ชั่วโมง
 - 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ
 - 1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล
 - 1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล
3. ใบกิจกรรมกลุ่ม
4. แบบฝึกทักษะการคิดเชิงพีชคณิตรายบุคคล
5. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสถานการณ์วงจร เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พัฒนาการการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละวงจร ได้แก่
 - 5.1 แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ)

5.2. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ครั้งที่2 (โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล)

5.3 แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 (โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล)

6. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิตการคิดเชิงพีชคณิต เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

7. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

6. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

6.1.1. ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาแกนกลาง พุทธศักราช2551 ปรับปรุง2560 สารการเรี้นรู้คณิตศาสตร์

6.1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง เศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่4 จากหนังสือ

1) หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรี้นรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2) คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรี้นรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6.1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม หรือพัฒนาความสามารถด้านการคิดเชิงพีชคณิต

6.1.4 ศึกษากรอบแนวคิดโมเดลเมธอด จากเอกสารงานวิจัย หนังสือ บทความวารสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งสืบค้นจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ฐานข้อมูลออนไลน์ และสารสนเทศจากเว็บไซต์ต่าง ๆ พบว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอด (NCTM, 2009, p. 4) มีดังนี้

- 1) อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจ
- 2) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 3) วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ โดยระบุว่า คืออะไร หมายความว่าอย่างไร
- 4) สร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอดตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา
- 5) ตรวจสอบในประเด็นสำคัญเช่น เงื่อนไข และคำถามที่โจทย์ต้องการ
- 6) ปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลในโจทย์ปัญหา
- 7) คำนวณและแก้สมการ
- 8) เขียนคำตอบตามเงื่อนไขของคำถาม

และรูปแบบของแบบจำลองที่ใช้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดแบ่งเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้ (BanHar et al., 2008)

1. แบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ (part – whole model) แบบจำลองรูปแบบนี้จะแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน ๆ ตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไปโดยสถานการณ์อาจอยู่ในรูปการบอกแต่ละส่วนมาให้แล้วให้หาข้อมูลทั้งหมด หรือให้ข้อมูลทั้งหมดและข้อมูลบางส่วนมาแล้วให้หาข้อมูลส่วนที่เหลือ แบบจำลองรูปแบบนี้จะช่วยสร้างพื้นฐานพื้นฐานในการ

2. แบบจำลองแบบเปรียบเทียบ (The comparison model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตั้งแต่ 2 ปริมาณขึ้นไป เมื่อข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นอยู่ในรูปแบบของการเปรียบเทียบหรือข้อมูลที่แตกต่างกันแบบจำลองรูปแบบนี้มีประโยชน์เช่นเดียวกับแบบจำลองแบบแบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน ๆ

3. แบบจำลองแบบแสดงการเปลี่ยนแปลง (The change model) แบบจำลองรูปแบบนี้เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ที่กำหนด อาจจะเป็นการเพิ่มขึ้นหรือลดลง มโนคติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะเป็นพื้นฐานสำคัญในการประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดเชิงพีชคณิต

6.1.5 ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI จากเอกสารงานวิจัย หนังสือ บทความ วารสาร งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งสืบค้นจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ฐานข้อมูลออนไลน์ และสารสนเทศจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ซึ่งพบว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคTAI ประกอบด้วย 1) ขั้นเตรียมความพร้อม 2) ขั้นฝึกทักษะเป็นกลุ่ม 3) ขั้นประเมินผลการศึกษา 4) ขั้นสรุปบทเรียน

6.1.6 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่องเศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นไปที่โจทย์ปัญหา และทำการจัดกลุ่มเนื้อหาโดยแบ่งตามรูปแบบสถานการณ์ปัญหาโมเดลเมธอดได้แก่

1) โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model)

2) โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model)

3) โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The Changed model)

6.1.7 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลเมธอดร่วกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TAI จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลา 14 ชั่วโมง ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่1 โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละ
รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model)

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่2 โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละ
รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model)

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่3 โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละ
รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The Changed model)

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้จัดทำใบกิจกรรมกลุ่ม แบบฝึกทักษะ
รายบุคคล และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ ในการใช้เพื่อประกอบ
กิจกรรมและสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI

ตาราง 2 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดรวมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI

ขั้นตอน	รายละเอียด
ขั้นการจัดกลุ่ม	โดยครูผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม โดยจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4-5 คน แบบความสามารถ(เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) ซึ่งวิเคราะห์จากผลการเรียนในเทอมที่ผ่านมาพร้อมกับคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิตการคิดเชิงพีชคณิตก่อนเรียน
ขั้นการสอน	1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจ 2. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ 3. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
	4. การสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอดตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา 5. การตรวจสอบในประเด็นสำคัญ 6. ปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลในโจทย์ปัญหา 7. คำนวนและแก้สมการ 8. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขของคำถาม
	ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล
ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม	1. ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มของตนเอง 2. ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมกลุ่ม 3. ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา 4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา พร้อมตอบคำถาม 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายสถานการณ์ปัญหา และวางแผนการดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

ขั้นตอน	รายละเอียด
	6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง 7. ครูใช้คำถาม เพื่อถามนักเรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับวิธีคิดของเพื่อน 8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปการวิเคราะห์ และสร้าง 9. แบบจำลอง พร้อมอธิบายความสัมพันธ์ของแบบจำลองและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยกัน
ขั้นการฝึกทักษะ	1. ครูผู้สอนแจกแบบฝึกทักษะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบฝึกทักษะ 2. ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะเกี่ยวกับการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง 3. ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่เพื่อตรวจสอบคำตอบ - หากสมาชิกกลุ่มใดได้คะแนนผ่านเกณฑ์ 2 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน ให้ทำแบบทดสอบย่อย - หากกลุ่มใดมีสมาชิกได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันช่วยเหลืออธิบายและทำแบบฝึกทักษะซ่อม - หากนักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ ได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ ครูจะทำหน้าที่ช่วยเหลือ และอธิบาย และให้ทำแบบฝึกทักษะซ่อมอีกครั้ง 4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร
ขั้นสรุป	1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ 2. ครูใช้คำถามให้นักเรียนตอบคำถาม และแสดงความคิดเห็น 3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบ และอธิบายเกี่ยวกับข้อสงสัยของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียน
ขั้นการทดสอบ	1. ครูแจกแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบด้วยตนเอง 2. ครูแจ้งผลคะแนน และให้รางวัลตามระดับความสำเร็จของกลุ่ม

6.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ได้แก่

- 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
- 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน จำนวน 1 ท่าน
- 3) ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 7 ด้าน ได้แก่ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ สารสำคัญ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความ เหมาะสมของแผนการจัดการ เรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) และให้ ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความ เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มา คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การ แปลความหมาย (รัตนะ บัวสนธ, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความ เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และ ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือเทคนิคTAI พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.33 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

6.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจสอบและพิจารณาความเหมาะสม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไข

6.1.10 นำแผนการจัดจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้

6.2 การสร้างแบบทดสอบ

โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบหลังการเรียนรู้แต่ละวงจร 3 วงจร และแบบทดสอบวัด การคิดเชิงพีชคณิตสำหรับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

6.2.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง เศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่4 จากหนังสือเรียน รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6.2.2 ศึกษาการลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต และการนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาจากการสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด

6.2.3 กำหนดขอบเขตของการทดสอบ และเกณฑ์การประเมิน

6.2.4 แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด และเกณฑ์การประเมินนำแบบทดสอบทั้งหมด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตโดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา (ไพศาล วรคา, 2552) ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตจำนวน 3 รูปแบบสถานการณ์ตามแนวคิดโมเดลเมธอด ซึ่งผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

6.2.5 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

6.2.6 จัดทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

6.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสังเกตกิจโครงสร้าง ที่สังเกตการสอนที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

6.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อน ผลการจัดการเรียนรู้

6.3.2 กำหนดขอบเขตการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีผลต่อการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนหรือไม่อย่างไร โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นร่วมกับการวิเคราะห์จากแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร เพื่อระบุแนวทางปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ ปัญหาหรืออุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

6.3.3 ออกแบบ และสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

6.3.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

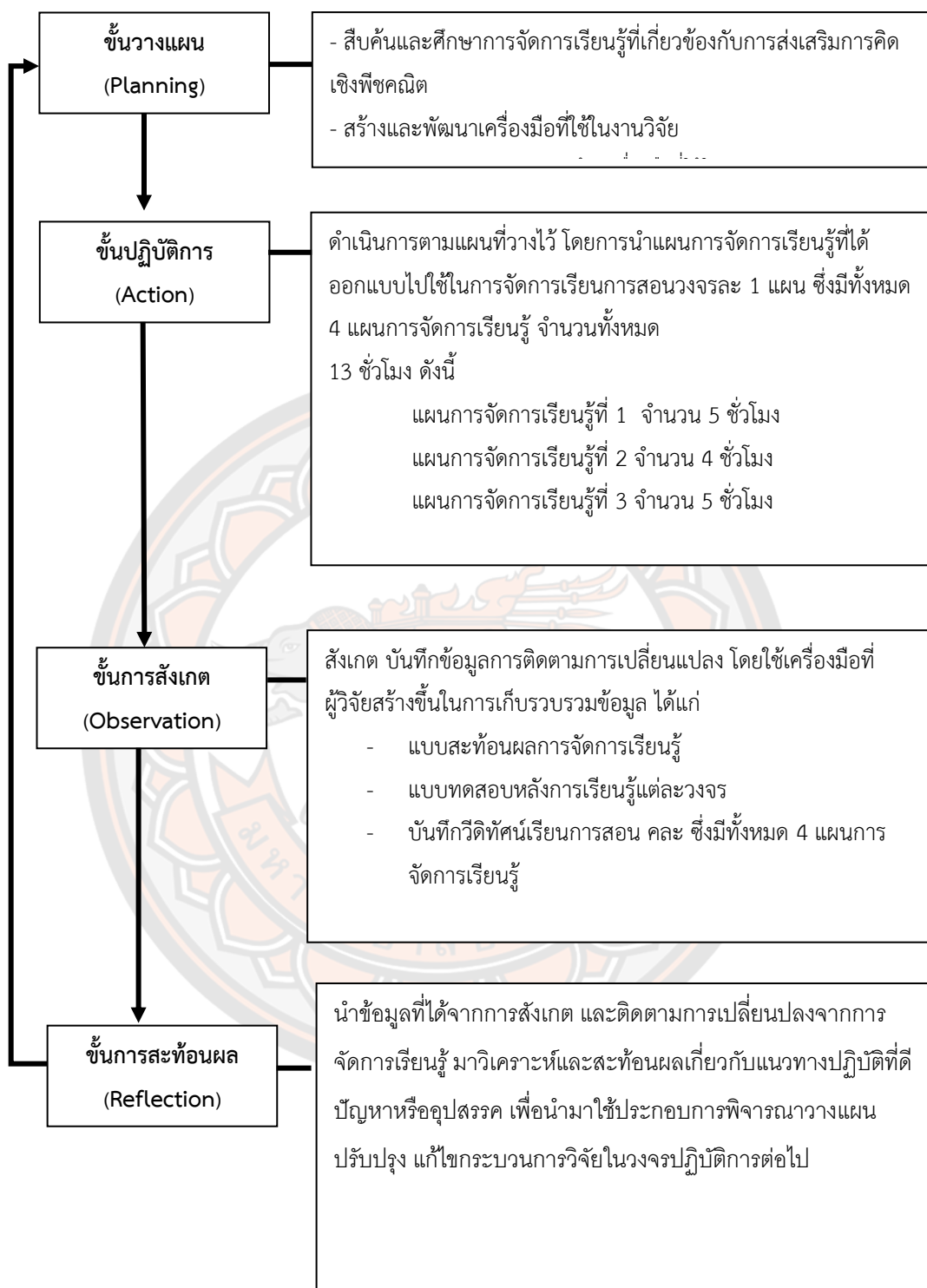
6.3.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระและผู้เชี่ยวชาญ

6.3.6 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้สะท้อนการจัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทำการบันทึกวิดิทัศน์เพื่อบันทึกการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียน

7. ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 วงจร ปฏิบัติการใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการวิจัยดังภาพ 2





ภาพ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

8. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน ทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต
2. ผู้วิจัยทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนเรื่อง เศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI พร้อมทั้งบันทึกวีดิทัศน์ระหว่างการจัดการเรียนรู้
3. ผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการวิจัย ทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากการดูบันทึกวีดิทัศน์
4. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และผลการวิเคราะห์จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิตหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ มาทำการวิเคราะห์เพื่อระบุพัฒนาการ แนวทางปฏิบัติที่ดีและปัญหาหรืออุปสรรคเกี่ยวกับการคิดเชิงพีชคณิต
5. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และสรุปพัฒนาการการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Scoring Rubrics ที่แบ่งประเด็นการประเมินตามลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต ดังตาราง 3 โดยลักษณะที่แสดงว่ามีการคิดเชิงพีชคณิตมี 4 ลักษณะดังนี้
 - 5.1 การอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
 - 5.2 การสร้างแบบจำลองแทนสถานการณ์ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอด
 - 5.3 การแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
 - 5.4 การดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงพีชคณิต

การอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา			
3	2	1	0
- นักเรียนระบุข้อมูลที่ โจทย์กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบคำตอบ ได้ถูกต้องครบถ้วน	- นักเรียนระบุข้อมูลที่ โจทย์กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบ คำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ ครบถ้วน หรือถูกต้อง บางส่วน	- นักเรียนระบุข้อมูลที่ โจทย์กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการคำตอบได้ไม่ ถูกต้อง	นักเรียนไม่ระบุ
- นักเรียนระบุหรืออธิบาย ความสัมพันธ์ของปริมาณ และข้อมูลได้ถูกต้อง ครบถ้วน	- นักเรียนระบุหรือ อธิบายความสัมพันธ์ ของปริมาณและข้อมูล ได้ถูกต้องบางส่วน	- นักเรียนระบุหรืออธิบาย ความสัมพันธ์ของปริมาณ และข้อมูลไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่ระบุ
การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด			
3	2	1	0
- นักเรียนเลือกใช้รูปแบบ ของแบบจำลองได้ถูกต้อง	- นักเรียนเลือกใช้ รูปแบบของแบบจำลอง ได้ถูกต้อง	- นักเรียนเลือกใช้รูปแบบ ของแบบจำลองไม่ถูกต้อง	ไม่มีการสร้าง แบบจำลอง
- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อแทน ปริมาณของข้อมูลและ ความสัมพันธ์สถานการณ์ ปัญหาได้อย่างถูกต้อง	- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อแทน ปริมาณของข้อมูล แต่ แทนความสัมพันธ์ของ สถานการณ์ปัญหาไม่ ถูกต้อง	- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อแทน ปริมาณของข้อมูลและ ความสัมพันธ์ของ สถานการณ์ปัญหาไม่ ถูกต้อง	-ไม่มีการสร้าง แบบจำลอง

การแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล			
3	2	1	0
- นักเรียนสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับแบบจำลอง	- นักเรียนสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับแบบจำลอง	- นักเรียนสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้ไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับแบบจำลอง	- นักเรียนไม่สร้างประโยคสัญลักษณ์
- นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการเลือกใช้อย่างถูกต้อง	- นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการเลือกใช้ได้หรือไม่ถูกต้อง	- นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการเลือกใช้ได้หรือไม่ถูกต้อง	- นักเรียนให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการเลือกใช้ได้หรือไม่ถูกต้อง
การเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล			
3	2	1	0
- นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ และเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง	- นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ และเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง	- นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ และเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาไม่ถูกต้อง	- นักเรียนไม่แสดงวิธีการดำเนินการหาคำตอบหรือไม่เขียนคำตอบ
- นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับคำตอบได้ถูกต้อง	- นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับคำตอบได้ไม่ถูกต้อง	- นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับคำตอบได้ไม่ถูกต้อง	- นักเรียนตรวจสอบความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบเกี่ยวกับคำตอบได้ไม่ถูกต้อง

9. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบหน่วยย่อยที่ได้จากการวิเคราะห์จากเกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิค หลังจากทีนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบประจำหน่วย เรื่องเศษส่วน ได้จากการวิเคราะห์จากเกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูปบิก หลังจากให้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI มาหาค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกแบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน และผลการประเมินโดยใช้แบบทดสอบ มาวิเคราะห์เพื่อสรุปพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิต และเปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้เทคนิคTAI ของนักเรียน

4. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการจดบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน และผลการทดสอบและประเมิน ในการนำมาสรุปแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับรูปแบบการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคTAI

ตาราง 4 สรุปการใช้เครื่องมือในการจัดการเรียนรู้

วงจรการปฏิบัติการ	เครื่องมือ	เวลา (ชั่วโมง)
1	1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วน และจำนวนคละสถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงข้อมูลเป็นส่วน ๆ 2. ใบกิจกรรมที่1 เรื่อง พาลิซาทำขนม 3. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิต(ก่อนเรียน) 4. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร ตามรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ	5
2	1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละสถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล 2. ใบกิจกรรมที่2 เรื่อง สัมของแม่ 3. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล	4
3	1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วน และจำนวนคละสถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล	5

วงจรการปฏิบัติการ	เครื่องมือ	เวลา (ชั่วโมง)
	2. ใบกิจกรรมที่3 เรื่อง ช่วยแม่ตัดริบบิ้น	
	3. แบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์แบบจำลอง ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล	
	4. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงพีชคณิตการคิดเชิงพีชคณิต(หลังเรียน)	

10. สถิติที่ใช้ในการทำวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิต

ค่าความเที่ยง

ค่าดัชนีที่วัดความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruence) (ไพศาล วรคำ, 2556, น. 268-269) โดยคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{n}$$

เมื่อ R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละข้อ
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในแต่ละข้อ

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3. เพอร์เซ็นต์/ร้อยละ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่องการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน(Classroom Action Research) เชิงคุณภาพ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวนทั้งหมดจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยแต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน(Planning) ขั้นปฏิบัติการ(Action) ขั้นสังเกต(Observation) และขั้นการสะท้อนผล(Reflection) ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน(Planning)

ผู้วิจัยพบว่าในสาระการเรียนรู้เรื่องจำนวนและพีชคณิตในส่วนของโจทย์ปัญหาเศษส่วน และจำนวนคละ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่4 เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยหรือจำนวนที่ไม่คุ้นเคยจะไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ทำความเข้าใจ และอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลสถานการณ์ปัญหาได้ นอกจากนี้ในชั้น

เรียนยังประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีระดับความสามารถหลากหลาย การที่ผู้วิจัยจะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ และจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาไปพร้อมกันเป็นไปได้ยาก

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพิชคณิตโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแปลงปัญหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมโดยการสร้างแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อวิเคราะห์ อธิบายสถานการณ์และวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกทักษะ และได้รับการส่งเสริมแก้ไขที่เหมาะสมตรงตามประเด็นที่ยังคลาดเคลื่อน ตรงตามระดับความสามารถที่แตกต่างตามแต่ละบุคคล จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้แบ่งประเด็นเนื้อหาออกเป็น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล(The comparison model) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The changed model) ทั้งนี้แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อม

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปทบทวน

ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จะดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ชั่วโมง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยได้เตรียมแบบทดสอบการคิดเชิงพิชคณิต เพื่อใช้สำหรับทดสอบนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำผลคะแนนมาพิจารณาประกอบกับผลการเรียนในเทอมก่อนหน้าเพื่อประเมินระดับความสามารถ และจัดกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คนแบบคละความสามารถ อีกทั้งยังได้เตรียมสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ 2 สถานการณ์ปัญหา พร้อมคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการ

วิเคราะห์ อธิบาย และสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องและลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยเตรียมใบกิจกรรมที่ 1 (พาลิชาทำขานม) ซึ่งเป็นสถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและลงมือแก้ปัญหาเพื่อตอบคำถามและสร้างแบบจำลองแทนสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง อีกทั้งมุ่งเน้นให้เกิดการอภิปรายภายในห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นมุมมองเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตน และครูใช้คำถามเกี่ยวกับการอธิบายสถานการณ์ แบบจำลองที่สร้างคำตอบที่ได้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถามและให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น

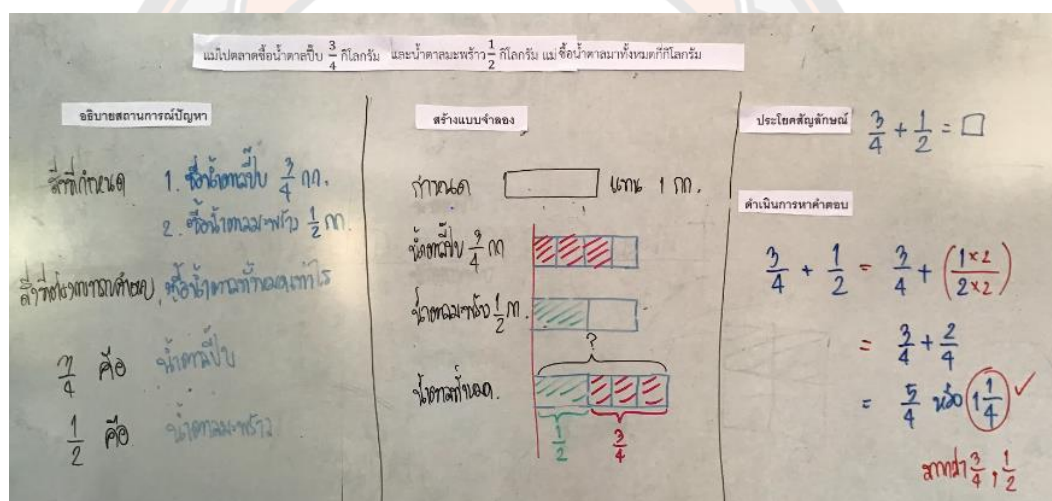
3) ขั้นฝึกทักษะรายบุคคลและประเมินผล ผู้วิจัยเตรียมแบบฝึกทักษะการคิดเชิงพีชคณิต(พาลิชาโตไปเก็บมะม่วง) และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) ที่เป็นเครื่องมือสำหรับนักเรียนรายบุคคล และเตรียมคำชี้แจงเพื่อใช้อธิบายข้อตกลงสำหรับการพัฒนาช่วยเหลือนักเรียนรายบุคคลตามระดับความสามารถ ทั้งนี้หลังจากนักเรียนทุกคนได้รับความช่วยเหลือตามระดับความสามารถของนักเรียนร้อย ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แบ่งที่ข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) เพื่อตรวจสอบความสามารถด้านการคิดเชิงพีชคณิตหลังจากได้รับการส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ของนักเรียนในวงจรที่ 1

4) ขั้นสรุปบทเรียน ผู้วิจัยจะเตรียมกระดานโดยติดสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ จากแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) อีกทั้งเตรียมคำถามที่ใช้สำหรับถามให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น โดยคำถามที่ใช้ลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด คือ คำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ปัญหา คำถามเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลเป็นแบบจำลอง คำถามที่ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองกับสถานการณ์ปัญหา คำถามเกี่ยวกับการเลือกใช้ตัวดำเนินการ คำถามเกี่ยวกับการดำเนินการและความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น และอภิปรายสรุปร่วมกับครู

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) จำนวน 5 ชั่วโมง ตามลำดับขั้นตอน

1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยชี้แจงเรื่องที่จะสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเรียนรู้ร่วมกันแบบกลุ่ม ทำการทดสอบก่อนเรียน และนำผลคะแนนมาพิจารณาประกอบกับผลการเรียนในเทอมก่อนหน้าแล้วจัดกลุ่มนักเรียนแบบความสามารถกลุ่มละ 4 คน เมื่อแบ่งกลุ่มนักเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนจัดโต๊ะเพื่อนั่งและทำงานเป็นกลุ่ม และเริ่มนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) 2 สถานการณ์ โดยทำการสาธิตการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในสถานการณ์แรก และในสถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยใช้คำถามให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอด ซึ่งในการสาธิต การใช้คำถาม และการใช้กระดาน ผู้วิจัยได้แบ่งพื้นที่กระดานและลำดับการใช้คำถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอดคือ การอธิบาย สร้างแบบจำลอง เขียนประโยคสัญลักษณ์ และการดำเนินการแก้ปัญหา



ภาพ 3 แสดงกระดานในขั้นการเตรียมความพร้อม สถานการณ์ปัญหาในรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนได้ใบกิจกรรมกลุ่มและร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดเพื่อหาคำตอบแต่ละประเด็นคำถามตามลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตด้วยตนเอง หลังจากทีนักเรียนทำใบกิจกรรมกลุ่มเสร็จผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตัวเอง และใช้คำถามตามลำดับการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดเพื่อถามนักเรียนกลุ่มนำเสนอ และให้นักเรียนในห้องร่วมแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไร

3) ขั้นฝึกทักษะรายบุคคลและประเมินผล นักเรียนแต่ละคนได้ลงมือทำแบบฝึกทักษะการคิดเชิงพีชคณิต(พาพลูโตเก็บมะม่วง)ด้วยตนเอง โดยครูได้ชี้แจงเกี่ยวกับระดับการช่วยเหลือ และตรวจแบบฝึกทักษะเพื่อระบุว่านักเรียนคนใดต้องการความช่วยเหลือ และต้องการความช่วยเหลือในประเด็นใดบ้าง ทั้งนี้เกณฑ์การประเมินมีทั้งหมด 4 ประเด็นตามลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต และต้องผ่าน 2 คะแนนจากคะแนนเต็ม 3 คะแนนจึงจะไม่ต้องได้รับการช่วยเหลือ ซึ่งการช่วยเหลือมีทั้งหมด 2 ครั้งโดยครั้งแรกให้นักเรียนในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์อธิบายช่วยเหลือ หากนักเรียนทำการแก้ไขและยังไม่ผ่านจะได้รับการอธิบายช่วยเหลือครั้งที่ 2 จากครู และหลังจากนักเรียนกลุ่มใดทำแบบฝึกทักษะเรียบร้อยแล้วทุกคน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ

4) ขั้นสรุปบทเรียน ผู้วิจัยใช้สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ จากแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แบ่งที่ข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) และใช้คำถามตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด เมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยทำหน้าที่สรุปและอธิบายคำตอบที่ถูกต้อง และอธิบายแก้ไขเกี่ยวกับความคิดเห็นที่แสดงถึงความเข้าใจที่ผิดพลาด

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observation)

เป็นขั้นตอนการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ ซึ่งผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ช่วยกันสังเกตและจดบันทึกโดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผลที่ได้จากการสังเกตมีดังนี้

1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยเริ่มต้นด้วยการแบ่งกลุ่มนักเรียนและชี้แจงเรื่องที่จะเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมตื่นตัวที่จะได้ทำกิจกรรมกลุ่มกับเพื่อน โดยเมื่อแบ่งกลุ่มเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและให้เวลานักเรียนในการอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหด้วยตนเองก่อน ทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหด้วยตัวเองก่อน เมื่อนักเรียนอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์เสร็จในสถานการณ์ที่1 ผู้วิจัยเป็นผู้สาธิตการและคำถามให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดโมเดลเมธอด และสถานการณ์ที่2 ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ตอบคำถามที่เตรียมไว้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอด ซึ่งการที่ผู้วิจัยสาธิตและใช้คำถามให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง ทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของเศษส่วน ไม่ด่วนตัดสินใจในการเลือกใช้ตัวดำเนินการในการแก้ปัญหา อีกทั้งฝึกตระหนักคิดถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้กับสถานการณ์ปัญหา

ทั้งนี้ปัญหา หรืออุปสรรคที่พบในขั้นเตรียมความพร้อม คือ การใช้คำถามของผู้วิจัยไม่ทั่วถึงกับนักเรียนทุกคน ซึ่งสังเกตได้จากนักเรียนที่ตอบคำถามส่วนใหญ่เป็นนักเรียนกลุ่มเดิม ทำให้นักเรียนบางคนไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น อีกทั้งนักเรียนบางคนขาดความกระตือรือร้นไม่ค่อยสนใจกิจกรรมทั้งนี้อาจเกิดจากบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันศึกษา ร่วมแสดงความคิดเห็นและแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยไม่เข้าไปแทรกแซง และในช่วงนำเสนอชิ้นงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์และแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอด้วยตนเองก่อนและใช้คำถามเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต

ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนทุกคน จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับคำตอบกับเพื่อนในกลุ่ม และนักเรียนยังใช้เวลาในการทำใบงานกลุ่มของตนเองมากเกินไปเวลาที่กำหนด อีกทั้งในขั้นนำเสนอชิ้นงานและอภิปราย นักเรียนยังไม่สามารถนำเสนอชิ้นงานของตนเองได้ครอบคลุมทุกประเด็น บางคนไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม หรือไม่มีโอกาสอธิบาย นำเสนอชิ้นงานของตน ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการทำงานกลุ่มและการนำเสนอชิ้นงาน

3) ขั้นการฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล นักเรียนแต่ละคนได้ลงมือทำแบบฝึกทักษะการคิดเชิงพีชคณิต1(พาลูโตไปเก็บมะม่วง) ซึ่งหลังจากนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเสร็จผู้วิจัยสามารถตรวจสอบนักเรียนเพื่อให้ความช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงตามประเด็น โดยนักเรียนที่ไม่ผ่าน 2 คะแนนได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนและผู้วิจัยตรงประเด็นตามระดับความสามารถ

ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในขั้นการฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล คือ นักเรียนบางคนใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้มากเกินไปที่กำหนด การให้เฟรมของชิ้นสร้างแบบจำลองในใบกิจกรรมกลุ่ม(พาลิช่าทานม) ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในการวาดแบบจำลอง ในขั้นตอนการช่วยเหลือระหว่างนักเรียนพบว่านักเรียนไม่อธิบาย แต่บอกคำตอบให้เพื่อนเขียนเลย อีกทั้งจากการตรวจสอบแบบฝึกทักษะของนักเรียนและการให้ความช่วยเหลือพบว่านักเรียนบางคนไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลอง กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบได้ ความสมเหตุสมผลของตัวดำเนินการ หรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

4) ขั้นสรุปบทเรียน ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ที่นักเรียนเคยลงมือทำ และใช้คำถามตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นเนื่องจากอยากรู้ว่าสิ่งที่ตนตอบนั้นถูกหรือผิด และเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยจะเป็นผู้สรุปอธิบายเกี่ยวกับคำตอบ

ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบในขั้นสรุปบทเรียน นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล(Reflection)

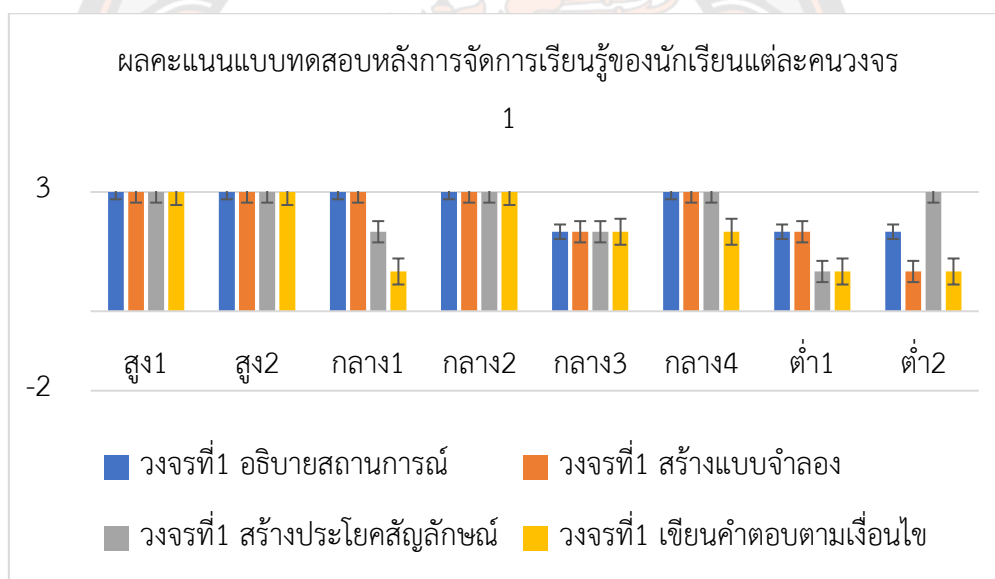
ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่1 ดังที่แสดงในตาราง1

ตาราง 5 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม	- นักเรียนบางคนไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม หรือนักเรียนได้ตอบคำถามไม่ทั่วถึง - นักเรียนบางคนไม่กระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมเตรียมความพร้อม	- ผู้วิจัยใช้วิธีเจาะจงเลือกนักเรียน ผสมกับการขออาสาสมัคร ถามทั้งห้องพร้อมกัน - ใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาว และให้ดาวเมื่อนักเรียนตอบคำถามถูกเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม
2. ขั้นร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม	- นักเรียนบางคนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือกันศึกษา หรือทำงานกลุ่ม - นักเรียนใช้เวลาในการทำใบงานกลุ่มของตนเองมากเกินไปเวลาที่กำหนด เนื่องจากผู้วิจัยแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกคน - นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม หรือไม่มีโอกาสอธิบาย นำเสนอชิ้นงานของตน	- กำหนดให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้มีมือทำงานในชิ้นงาน และทุกคนได้แสดงความคิดเห็นก่อนจะสรุปเติมคำตอบ - ให้ใบกิจกรรมกลุ่มละ 1 ชุดและให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและสรุปตอบคำถาม ให้กระดาศบรู๊ฟเพื่อให้นักเรียนสร้างผลงานกลุ่มและใช้ในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยกำหนดว่านักเรียนทุกคนต้องได้ลงมือทำ - เมื่อนักเรียนนำเสนอชิ้นงานเสร็จผู้วิจัยเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตอบ และเลือกนักเรียนแบบจำเพาะเจาะจง เพื่อให้ นักเรียนทุกคนมีโอกาสและมีส่วนร่วมในการอธิบายคำตอบ และนำเสนอชิ้นงานของตัวเองได้อย่างทั่วถึง

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	- นักเรียนในห้องไม่กล้าอภิปราย แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อนที่น่าเสนอชิ้นงาน - นักเรียนบางคนไม่เข้าใจความหมายของแบบจำลองที่แสดงแทนปริมาณของข้อมูล	- ใช้ตัวเสริมแรง คือการให้ดาวแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม หากนักเรียนอภิปรายให้ข้อคิดเห็นแย้งได้ถูกต้อง และหักดาวความสำเร็จ หากนักเรียนให้ข้อคิดเห็นที่ผิด - ในขั้นเตรียมความพร้อมผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนร่วมสร้างแบบจำลองกับผู้วิจัย โดยผู้วิจัยเพิ่มประเด็นคำถามสอบถามเกี่ยวกับความหมายแต่ละส่วนของแบบจำลอง แต่ละส่วนแทนปริมาณเท่าไร และจะให้นักเรียนออกมาอธิบายชี้แจงคำตอบของตนจากแบบจำลองที่ร่วมกันสร้างขึ้น
3. ขั้นการฝึกทักษะรายบุคคลและประเมินผล	- นักเรียนบางคนใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต (ย่อย) มากเกินเวลาที่กำหนด ทำให้เหลือเวลาในขั้นสรุปไม่มาก	- ผู้วิจัยคอยตรวจสอบ และกระตุ้นหากพบนักเรียนที่ทำงานช้า และให้นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์กลุ่มได้ช่วยเหลือเพื่อนเสร็จแล้วทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตย่อยเลย - ผู้วิจัยสรุปเพิ่มเติมอีกช่วงต้นของขั้นเตรียมความพร้อม ก่อนขั้นเริ่มแนะนำรูปแบบสถานการณ์ใหม่
	- การให้เฟรมของขั้นสร้างแบบจำลองในใบกิจกรรมกลุ่ม(พาลิชาทานม) ทำให้นักเรียนเกิดความสับสน เนื่องจากในขั้นเตรียมความพร้อมและขั้นร่วมกันศึกษาไม่มีเฟรม - ขั้นตอนที่นักเรียนให้ความช่วยเหลือ หรืออธิบายไม่ถูกต้อง กล่าวคือ นักเรียนบอกคำตอบให้เพื่อนโดยไม่อธิบาย	- ให้เป็นพื้นที่ว่าง (ไม่ต้องให้เฟรม)
	- จากการตรวจสอบแบบฝึกทักษะของนักเรียนและการให้ความช่วยเหลือพบว่านักเรียนบางคนไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลอง กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบได้ ความสมเหตุสมผลของตัวดำเนินการ หรือความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้	- อธิบายนักเรียนว่าการช่วยเหลือเพื่อนคือการที่นักเรียนช่วยอธิบายสิ่งที่ถูก และแก้ไขสิ่งที่เพื่อนเข้าใจผิด และแจกเฉพาะแบบฝึกทักษะเดิมให้นักเรียนเก่งช่วยเหลืออธิบายก่อน แล้วจึงแจกแบบฝึกทักษะ(ข้อที่ไม่ผ่าน) ให้นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทำซ้ำด้วยตนเอง

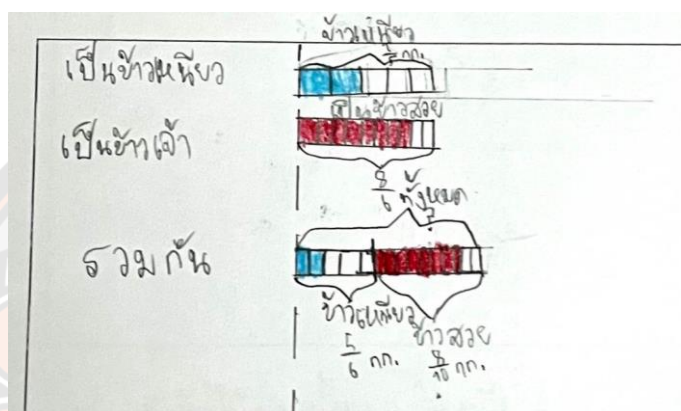
ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
		- ในขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยจะใช้ เส้นประ สร้างช่วงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนด และ สอบถามนักเรียนว่าแต่ละช่วงความสัมพันธ์ สอดคล้องกับข้อมูลที่สถานการณ์กำหนด หรือสิ่งที่ต้องการคำตอบหรือไม่อย่างไร
ขั้นการสรุป	- นักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการ ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น - นักเรียนที่มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นหรือตอบคำถามเป็นนักเรียนกลุ่ม เดิม	- เลือกนักเรียนแบบจำเพาะเจาะจง ร่วมกับการ ถามทั้งชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม ร่วม และใช้แรงเสริมทางบวกด้วยการให้ ดาวแทนคะแนนความสำเร็จกลุ่ม



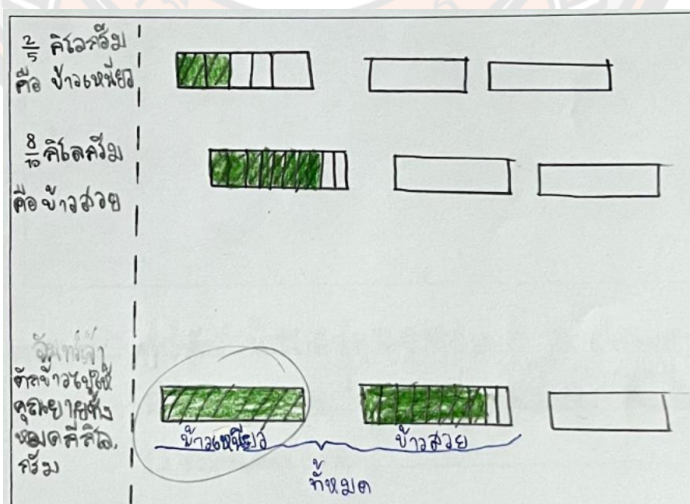
ภาพ 4 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบ
ร่วมมือเทคนิคTAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ วงจรที่1

จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จากคะแนนเต็ม 3 คะแนนในแต่ละ
ประเด็นนักเรียนที่มีความสามารถสูงสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบาย
สถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดดังจะเห็นได้จากภาพ5 อีกทั้งยัง
สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์

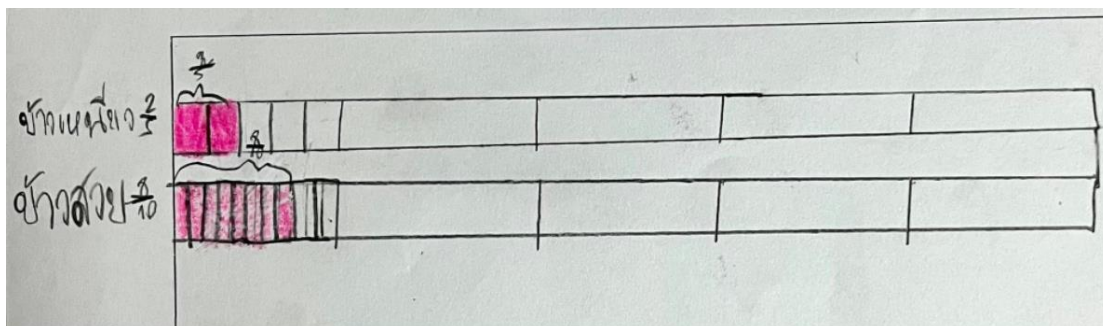
โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง สามารถอธิบายและสร้างแบบจำลองได้ ดังที่เห็นจากภาพที่ 6 แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองไปใช้ในการเลือกตัวดำเนินการในการหาคำตอบและเขียนคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถอธิบายข้อมูลได้แต่ยังไม่ถูกต้องชัดเจน และสามารถสร้างแบบจำลองแทนปริมาณของข้อมูลที่เป็นเศษส่วนแต่ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสถานการณ์ดังภาพ 7 จึงไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบให้สอดคล้องกับเงื่อนไขได้



ภาพ 5 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง



ภาพ 6 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับกลาง



ภาพ 7 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 1 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ

2. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยได้นำผลจากการสะท้อนการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล(The comparison model) มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้อย่างนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

1) ขั้นเตรียมความพร้อม เตรียมนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ปัญหาที่เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูล (The comparison model) โดยสถานการณ์แรกผู้วิจัยจะเป็นผู้สาธิต และสถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยจะเป็นผู้ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ทั้งนี้เรียงลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด และเพิ่มประเด็นคำถามเกี่ยวกับการอธิบายความหมายเชิงปริมาณของแบบจำลอง และคำถามของแต่ละช่วงความสัมพันธ์ของแบบจำลองว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาอย่างไร และวางแผนการเกี่ยวกับการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยจะใช้วิธีเจาะจงเลือกนักเรียนผสมกับการขออาสาสมัคร เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนทุกระดับความสามารถได้แสดงความคิดเห็นตอบคำถามได้ทั่วถึง และจะใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยจะแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม เตรียมใบกิจกรรมกลุ่มให้กลุ่มละ 1 ชุด และกระดาษปรูฟ เพื่อให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อนำมาใช้นำเสนอหน้าชั้นเรียน อีกทั้งในขั้นนำเสนอและอภิปรายผู้วิจัยจะตั้งข้อกำหนดให้นักเรียนทุกคนที่นำเสนอจะได้รับการถามคำถามและใช้วิธีขออาสาสมัครผสมกับเลือกแบบเจาะจงในการเลือกนักเรียนที่จะตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ทั่วถึงนักเรียนทุกคน และจะใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่มเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

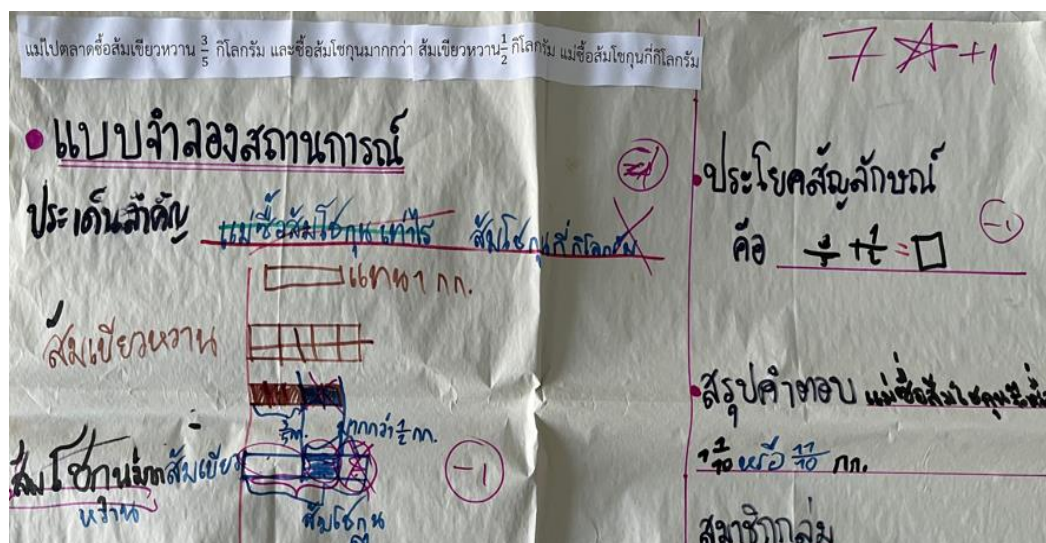
3) ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล ผู้วิจัยเตรียมแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model) และกระชับเวลาในการทำแบบฝึกทักษะให้กระชับขึ้น โดย 20 นาทีแรก นักเรียนทุกคนต้องส่งแบบฝึกทักษะเพื่อทำการตรวจสอบเพื่อที่จะเหลืออีก 40 นาทีสำหรับการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนรายบุคคลตามระดับความสามารถ และเมื่อนักเรียนได้รับความช่วยเหลือตามระดับความสามารถครบจึงจะให้ทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตย่อยโดยใช้เวลา 30 นาที

4) ขั้นการสรุป ผู้วิจัยเตรียมสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ โดยสถานการณ์แรกเป็นสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูล และอีกสถานการณ์เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นสองส่วน และเตรียมคำถามเพื่อใช้สำหรับให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ(Action)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบ (The comparison model) จำนวน 4 ชั่วโมง ที่ทำการพัฒนาแก้ไขเกี่ยวกับปัญหาที่พบจากการดำเนินการในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ดังนี้

1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยเตรียมกระดานโดยติดสถานการณ์ และแบ่งพื้นที่กระดานตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มของตนเอง และนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ปัญหา ที่เป็นรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบ (The comparison model) และเนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้แนวคิดโมเดลเมธอดจากวงจรที่ 1 ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในการอธิบายสถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองเพื่อแทนปริมาณ โดยสอบถามถึงความหมายของแบบจำลองที่วาดแทนปริมาณของข้อมูลว่าแต่ละช่องมีปริมาณเท่าไร ทำไมต้องแบ่งบาร์ บาร์ส่วนที่แบ่งมีปริมาณเท่าใด อีกทั้งยังถามเกี่ยวกับแต่ละช่วงความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นจากเส้นประ ว่ามีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่อย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้วิธีเจาะจงเลือกนักเรียนผสมกับการขออาสาสมัคร และใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม



ภาพ 9 แสดงชิ้นงานกลุ่มของนักเรียนที่ใช้สำหรับนำเสนอ

3) ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง และทำการตรวจแบบฝึกทักษะเพื่อประเมินและระบุประเด็นที่นักเรียนควรได้รับการอธิบายช่วยเหลือเพิ่มเติม อีกทั้งอธิบายหลักการช่วยเหลือให้นักเรียนทราบ โดยบอกว่าการช่วยเหลือเพื่อนคือการอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ถูก หรืออธิบายในส่วนที่เพื่อนทำผิด ไม่ใช่การบอกคำตอบ และชี้แจงเกี่ยวกับการใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะ 20 นาที และแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ 20 นาที โดยระหว่างที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยคอยบอกเวลาที่เหลือทุก 5 นาที ทั้งนี้หลังจากนักเรียนได้รับความช่วยเหลือเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model)

4) ขั้นการสรุป ผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหาในรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูล และสถานการณ์เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน อีกทั้งใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด และผู้วิจัยทำการสรุปอธิบายคำตอบที่ถูกต้องและแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาด โดยผู้วิจัยใช้วิธีขออาสาสมัครสมกับการเลือกแบบเจาะจงเพื่อให้นักเรียนทุกระดับความสามารถได้แสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observation)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตร่วมกันสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม เนื่องจากผู้วิจัยได้เตรียมกระดานโดยการติดสถานการณ์ปัญหาและแบ่งพื้นที่กระดานตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอด จึงทำให้ไม่เสียเวลาในการเขียนสถานการณ์ปัญหา อีกทั้งผู้วิจัยยังลำดับการใช้คำถามตามขั้นตอนการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาคำตอบโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดจึงทำให้นักเรียนยังเห็นการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอน นอกจากนี้เนื่องจากผู้วิจัยใช้วิธีการขออาสาสมัครสมกับการเลือกแบบเจาะจงและการให้ดาวแทนความสำเร็จของกลุ่ม จึงสามารถกระตุ้นความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรมและทำให้นักเรียนทุกระดับความสามารถมีโอกาสตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นได้อย่างทั่วถึง

ทั้งนี้ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีส่วนร่วมในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นทั่วถึงขึ้น แต่พบว่านักเรียนที่แสดงความคิดเห็นคนแรกมักเป็นนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง และนักเรียนคนอื่นจะแสดงความคิดเห็นตาม หรือไม่กล้าแย้ง

2. ขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้ลงมือทำทุกคนและคอยเดินตรวจสอบเพื่อกระตุ้น และบอกเวลาที่เหลือในการทำกิจกรรมทุก 5-10 นาที จึงทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด ทั้งนี้ผู้วิจัยยังให้กลุ่มที่ทำเสร็จก่อนเวลาทำการซักซ้อมเกี่ยวกับการนำเสนอและตอบคำถาม โดยหลังจากนักเรียนนำเสนอเสร็จผู้วิจัยได้ใช้คำถาม ถามนักเรียนในกลุ่มนำเสนออย่างทั่วถึงโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงเพื่อให้นักเรียนได้อธิบาย และอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไร อีกทั้งผู้วิจัยยังใช้ตัวเสริมแรงทางบวกหรือการให้ดาวแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนในห้องให้ความร่วมมือและกระตือรือร้นในการร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

ทั้งนี้ยังพบว่านักเรียนที่เป็นผู้นำเสนอชิ้นงานของกลุ่มยังเป็นนักเรียนคนเดิม และนักเรียนยังไม่สามารถนำเสนอได้ครอบคลุมทุกประเด็น

3. ขั้นตอนการฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะรายบุคคลก่อน ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการให้ความช่วยเหลือ และสามารถให้ความช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มได้ ซึ่งปริมาณนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในครั้งแรก หรือไม่ต้องการความช่วยเหลือมีจำนวนมากขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ครั้งแรกและนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สามารถอธิบายช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้อย่างถูกต้องวิธี ทั้งนี้ขณะที่เดินสำรวจพบว่านักเรียนให้การช่วยเหลือเพื่อนด้วยการอธิบายไม่ใช้การบอกคำตอบ และนักเรียนใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะรายบุคคลเร็วขึ้นเนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นเคยกับแนวคิดโมเดลเมธอดซึ่งเห็นได้จากผลคะแนนแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

(The comparison model) และเนื่องจากผู้วิจัยคอยเดินสำรวจเพื่อกระตุ้นนักเรียนที่ทำช้า และบอกเวลาทุก 5-10 นาที เพื่อให้นักเรียนทราบว่เหลือเวลาเท่าใดจึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ทำกิจกรรมเสร็จภายในเวลาที่กำหนด

ทั้งนี้ยังพบว่ามึนักเรียนบางคนที่ยื่นคนตอบไม่ชัดเจน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนกลับไปให้เพื่อนในกลุ่มช่วยเหลืออธิบาย และให้ทำแกไขอีกครั้ง ทำให้เวลาที่ใช้ในการให้ความช่วยเหลือนักเรียนยังมากอยู่ นอกจากนี้ในขั้นการทำแบบฝึกทักษะและการทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล(The comparison model) ยังพบว่ามึนักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองโดยใช้บาร์แทนปริมาณของเศษส่วนได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้อง นักเรียนบางคนยังไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการ หรือเชื่อมโยงเพื่อให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนบางคนไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบเกี่ยวกับการบวกลบเศษส่วนจำนวนคละได้ จึงทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ผิด หรือไม่สามารถเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาได้

4. ขั้นตอนการสรุป ผู้วิจัยใช้สถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วนซึ่งเป็นรูปแบบสถานการณ์ที่เคยเรียนมาแล้ว และรูปแบบสถานการณ์ปัญหาที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลที่เป็นรูปแบบสถานการณ์ปัญหาปัจจุบัน มาใช้ในการสรุป โดยใช้คำถามให้นักเรียนมีส่วนแสดงความคิดเห็นตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด และสรุปเพื่ออธิบายคำตอบและแก้ไขในส่วนที่นักเรียนยังเข้าใจผิดพลาด โดยในวงจรปฏิบัติการนี้นักเรียนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดีและทั่วถึงทุกระดับความสามารถเนื่องจากผู้วิจัยใช้ตัวเสริมแรงทางบวกด้วยการให้ดาวแทนความสำเร็จของกลุ่ม และใช้วิธีเลือกนักเรียนเพื่อตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นโดยการขออาสาสมัครผสมกับวิธีเลือกแบบเจาะจง

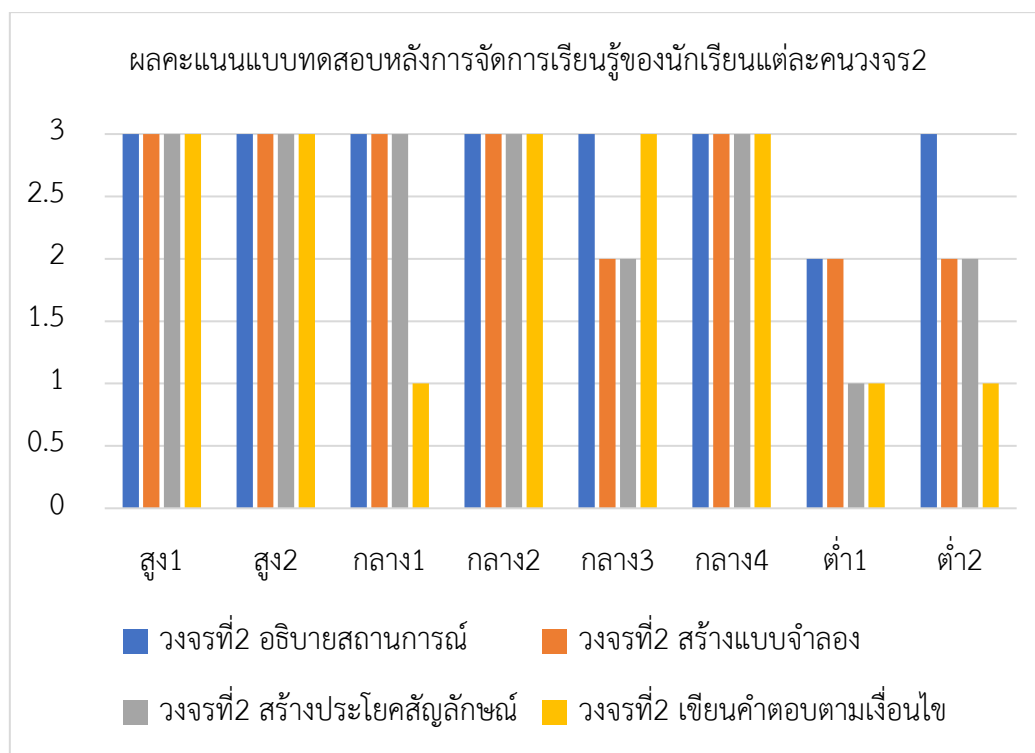
ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล(Reflection)

ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการ2 ดังที่แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม	- นักเรียนที่แสดงความคิดเห็นคนแรกมักเป็นนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง และนักเรียนคนอื่นจะแสดงความคิดเห็นตามหรือไม่กล้าแย้ง	- ผู้วิจัยใช้วิธีการสร้างข้อตกลงในการแสดงความคิดเห็น โดยสมาชิกในกลุ่มจะแสดงความคิดเห็นซ้ำได้ก็ต่อเมื่อเพื่อนในกลุ่มแสดงความคิดเห็นครบแล้ว - ผู้วิจัยจะใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงผสมกับการขออาสาสมัคร โดยจะเลือกนักเรียนที่มีความสามารถต่ำหรือปานกลางให้แสดงความคิดเห็นก่อน
2. ขั้นร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม	- นักเรียนที่นำเสนอยังเป็นนักเรียนคนเดิม - นักเรียนยังไม่สามารถนำเสนอชิ้นงานของตนเองได้ครอบคลุมทุกประเด็น โดยนักเรียนที่เป็นผู้นำเสนอมักจะเป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูง หรือปานกลาง ซึ่งนักเรียนบางคนไม่มีโอกาสได้นำเสนอ	- ผู้วิจัยกำหนดว่าจะเป็นผู้เลือกคนเสนอในแต่ละประเด็นเอง - ผู้วิจัยใช้วิธีการตั้งคำถามสอบถามเพื่อให้ครอบคลุมทุกประเด็น สอดคล้องกับลักษณะการคิดเชิงพิชคณิต - ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เพื่อให้ นักเรียนทุกคน ทุกระดับความสามารถได้ตอบคำถาม
3. ขั้นการฝึกทักษะรายบุคคลและประเมินผล	- นักเรียนบางคนเขียนคำตอบไม่ชัดเจน - นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองโดยใช้บาร์แทนปริมาณของเศษส่วนได้ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบได้ถูกต้อง - นักเรียนบางคนไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการหรือเชื่อมโยงเพื่อให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการได้อย่างถูกต้อง - นักเรียนบางคนไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบเกี่ยวกับการบวกลบเศษส่วน และ	- ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม เพื่อให้ นักเรียนอธิบายคำตอบของตนเอง และให้ นักเรียนแก้ไขคำตอบ - ในขั้นเตรียมความพร้อม และสรุปบทเรียน เนื่องจากนักเรียนในชั้นมีจำนวนไม่มากผู้วิจัยจึงจะใช้คำถามโดยเจาะจงนักเรียน และให้ คำอธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงแบบจำลองกับการเลือกใช้ตัวดำเนินการ หรือคำตอบกับนักเรียนที่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ หรือเปิดโอกาสให้เพื่อนในกลุ่มช่วยอธิบายในชั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม - ในขั้นเตรียมความพร้อม และการนำเสนอชิ้นงานกลุ่ม ผู้วิจัยจะทบทวนสาธิตการดำเนินการหาผลบวก ผลลบเศษส่วนและ

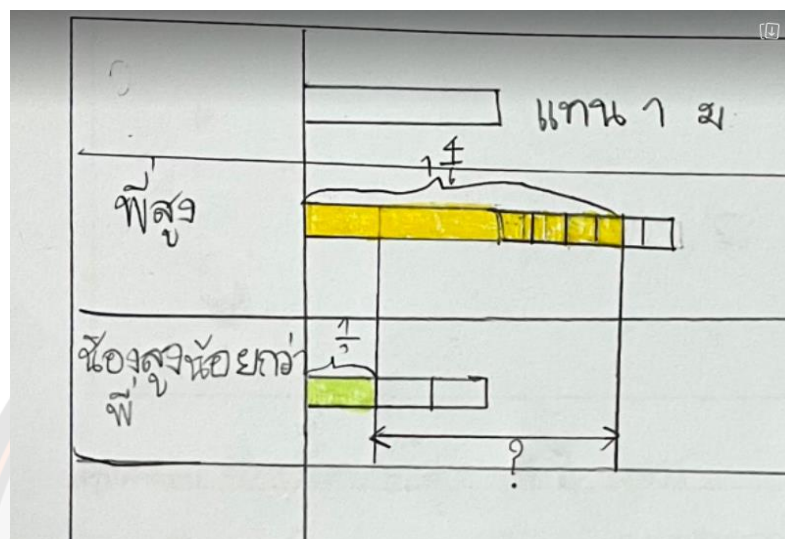
ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
	จำนวนคณะได้ จึงทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ผิด หรือไม่สามารถเขียนคำตอบตามเงื่อนไข สถานการณ์ปัญหาได้	จำนวนคณะ อีกทั้งจะเปิดโอกาสให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นร่วมในการดำเนินการหา คำตอบ
ขั้นการสรุป	-	-



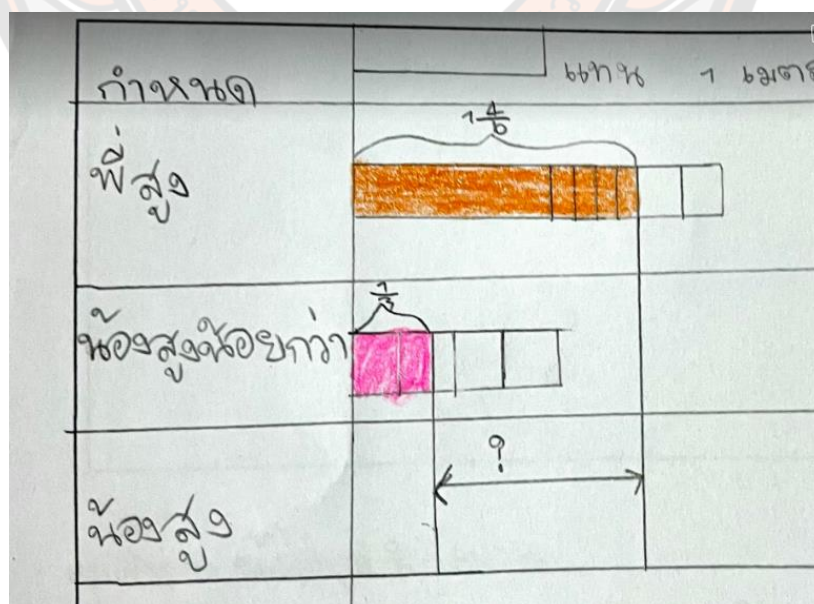
ภาพ 10 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล วงจรที่ 2

จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยวิเคราะห์จากผลคะแนนแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล วงจรที่2 ซึ่งแสดงดังภาพ10 จากคะแนนเต็ม 3 คะแนนในแต่ละประเด็น นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดดังภาพ 11 อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง สามารถใช้โมเดลเมธอดในการอธิบายสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้ดังภาพ 12 แต่ยังคงพบว่ามีบางคนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการในการแก้ปัญหาได้อย่าง

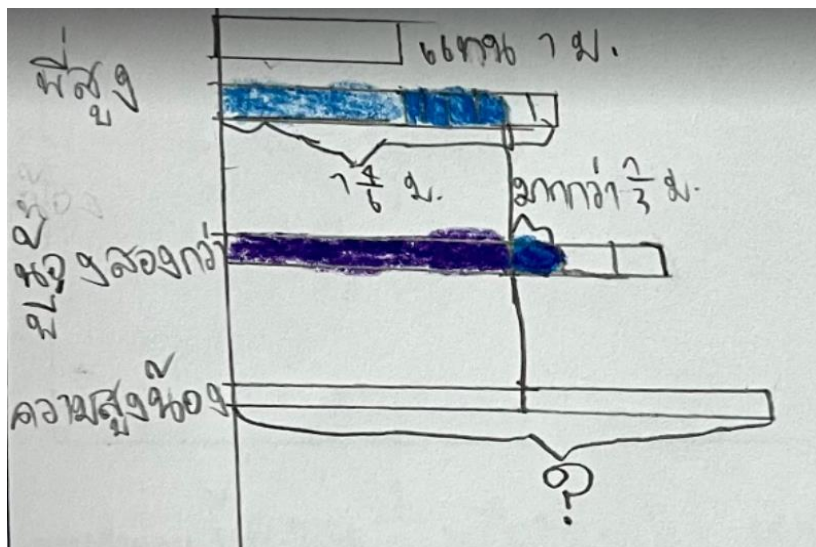
สมเหตุสมผล นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายและสร้างแบบจำลองได้ดังภาพ 13 แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล



ภาพ 11 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง



ภาพ 12 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง



ภาพ 13 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล หลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 2 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ

3. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

การดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้นำผลจากการสะท้อนการดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning)

1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ปัญหาที่เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) และเตรียมคำถามโดยเรียงลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด เพื่อใช้สำหรับให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และเพิ่มประเด็นคำถามเกี่ยวกับการอธิบายความหมายเชิงปริมาณของแบบจำลอง และคำถามของแต่ละช่วงความสัมพันธ์ของแบบจำลองว่าเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาอย่างไร นอกจากนี้ผู้วิจัยจะทำการทบทวนการดำเนินการหาคำตอบเกี่ยวกับการบวก การลบเศษส่วน การแปลงเศษส่วนเป็นจำนวนคละ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ทั้งนี้ยังวางแผนการเกี่ยวกับการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยจะใช้วิธีเจาะจงเลือกนักเรียนผสมกับการขออาสาสมัคร เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนทุกระดับความสามารถได้แสดงความคิดเห็นตอบคำถามได้ทั่วถึง และจะใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยจะแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้วิจัยเตรียมใบกิจกรรมกลุ่มให้กลุ่มละ 1 ชุด และกระดาษปรีฟ เพื่อให้นักเรียนสร้างชิ้นงานเพื่อนำมาใช้นำเสนอหน้าชั้นเรียน เตรียมคำถามเพื่อใช้สำหรับถามนักเรียนในชิ้นนำเสนอเพื่อให้เด็กนักเรียนในห้องเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อีกทั้งสร้างข้อตกลงว่านักเรียนทุกคนจะได้รับโอกาสในการตอบคำถามในชิ้นนำเสนอและอภิปราย โดยผู้วิจัยจะเลือกผู้ตอบคำถามและเสนอข้อคิดเห็นว่าเป็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไรกับคำตอบของเพื่อน โดยใช้วิธีขออาสาสมัครผสมกับเลือกแบบเจาะจง เพื่อให้ทั่วถึงนักเรียนทุกคนและทั่วถึงนักเรียนทุกระดับความสามารถ และจะใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่มเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น

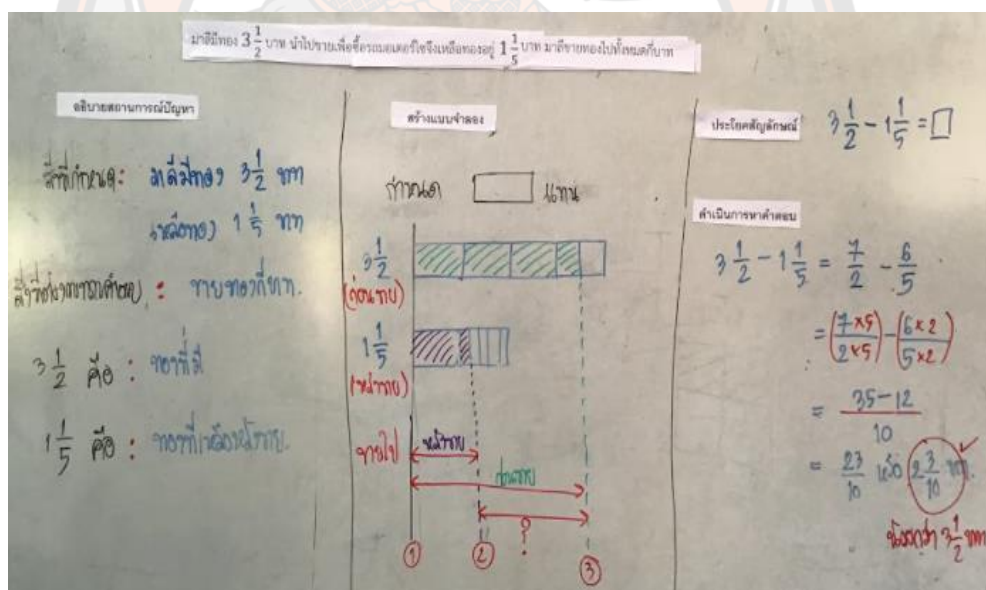
3) ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล ผู้วิจัยเตรียมแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) โดยจะใช้เวลาในการทำความเข้าใจแบบฝึกทักษะ 20 นาที และใช้เวลา 40 นาทีสำหรับการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนรายบุคคลตามระดับความสามารถ และผู้วิจัยทำหน้าที่ตรวจแบบฝึกทักษะ เพื่อให้เด็กนักเรียนได้รับความช่วยเหลือประเด็นที่ต้องการ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อนักเรียนได้รับความช่วยเหลือเรียบร้อยแล้วจะทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) โดยใช้เวลา 30 นาที

4) ขั้นการสรุป ผู้วิจัยเตรียมสถานการณ์ปัญหา 3 สถานการณ์ ทั้งสถานการณ์ปัญหาที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The changed model) สถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูล(The comparison model) และสถานการณ์เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน(Part whole model) อีกทั้งเตรียมคำถามเพื่อใช้สำหรับให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด และสมุดสะสมดาวเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยหลังจากสรุปการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดทั้ง 3 รูปแบบสถานการณ์ จะให้นักเรียนทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลักหลังการจัดการเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนตามระดับความสามารถของแต่ละบุคคล

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ(Action)

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) จำนวน 5 ชั่วโมง ที่ทำการพัฒนาแก้ไขเกี่ยวกับปัญหาที่พบจากการดำเนินการในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนตามการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ดังนี้

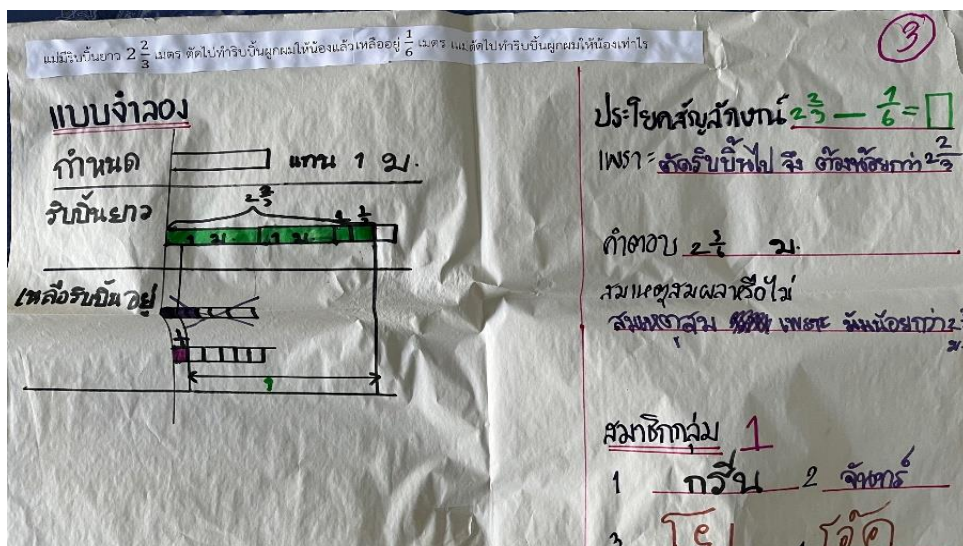
1) ขั้นเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยเตรียมกระดานโดยติดสถานการณ์ และแบ่งพื้นที่กระดานตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด นักเรียนนั่งตามกลุ่มของตนเอง และผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2 สถานการณ์ปัญหาที่เป็นรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล(The changed model) และเนื่องจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการใช้แนวคิดโมเดลเมธอดจากวงจรที่ 1และ2 ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในการอธิบายสถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองเพื่อแทนปริมาณดังแสดงในภาพ14 โดยสอบถามถึงความหมายของแบบจำลองที่วาดแทนปริมาณของข้อมูลว่าแต่ละช่องมีปริมาณเท่าไร ทำไมต้องแบ่งบาร์ บาร์ส่วนที่แบ่งมีปริมาณเท่าใด ถามเกี่ยวกับแต่ละช่วงความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นจากเส้นประว่ามีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่อย่างไร การดำเนินการหาคำตอบเกี่ยวกับการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้วิธีเจาะจงเลือกนักเรียนผสมกับการขออาสาสมัครโดยจะเลือกนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าตอบก่อน และใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม



ภาพ 14 แสดงกระดานในขั้นการเตรียมความพร้อม สถานการณ์ปัญหาแบบจำลองแสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

2) ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม เตรียมใบกิจกรรมกลุ่มให้กลุ่มละ 1 ชุด และกระดาษปรูฟ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อสรุปคำตอบ และสร้างชิ้นงานเพื่อนำมาใช้นำเสนอหน้าชั้นเรียน อีกทั้งในขั้นนำเสนอและอภิปราย ครูได้สร้างข้อตกลงว่านักเรียนทุกคนจะได้รับโอกาสในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น อีกทั้งใช้คำถามในการถาม

นักเรียนเพื่อให้ให้นักเรียนในห้องเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยผู้วิจัยใช้วิธีขออาสาสมัคร ผสมกับเลือกแบบเจาะจงในการเลือกนักเรียนเพื่อตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น และใช้ตัวเสริมแรงทางบวก โดยการแจกสมุดเก็บสะสมดาวเพื่อแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม



ภาพ 15 แสดงชิ้นงานที่นักเรียนใช้สำหรับนำเสนอในวงจรที่2

3) ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล ผู้วิจัยอธิบายหลักการช่วยเหลือให้นักเรียนทราบ โดยบอกว่าการช่วยเหลือเพื่อนคือการอธิบายสิ่งที่ถูกหรืออธิบายในส่วนที่เพื่อนยังเข้าใจผิดไม่ใช่การบอกคำตอบ และชี้แจงเกี่ยวกับการใช้เวลาในการทำแบบฝึกทักษะ 20 นาที เวลาในช่วงให้ความช่วยเหลืออธิบาย 40 นาที และเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่ แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) 20 นาที โดยระหว่างที่นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ หรือทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้คอยบอกเวลาที่เหลือทุก 5-10 นาที เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังสอบถามนักเรียนเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่เขียนคำตอบไม่ชัดเจน เพื่อให้ให้นักเรียนอธิบายคำตอบที่ไม่ชัดเจนและให้นักเรียนแก้ไขเพิ่มเติม

4) ขั้นการสรุป ผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหารูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล รูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบของข้อมูล และรูปแบบสถานการณ์แบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน อีกทั้งใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด โดยผู้วิจัยทำการสรุปอธิบายคำตอบที่ถูกต้องและแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาด ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีขออาสาสมัครผสม

กับการเลือกแบบเจาะจงในการเลือกนักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น และกระตุ้นการมีส่วนร่วมด้วยการใช้ตัวเสริมแรงทางบวกหรือการให้ดาว

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observation)

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตร่วมกันสังเกตการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกเลขส่วนและจำนวนคละ ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม ผู้วิจัยเตรียมกระดานและเรียงลำดับการใช้คำถามตามลำดับการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด ทั้งนี้ นักเรียนมีประสบการณ์ และมีความคุ้นเคยเกี่ยวกับการใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการวิเคราะห์แก้ปัญหาจึงทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเป็นอย่างดี อีกทั้งเนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างข้อตกลงในการตอบคำถามที่ให้นักเรียนในกลุ่มตอบซ้ำได้ก็ต่อเมื่อเพื่อนในกลุ่มตอบครบ และใช้วิธีการเลือกนักเรียนในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นแบบเจาะจงผสมกับการขออาสาสมัครจึงทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ตอบคำถามแสดงความคิดเห็นได้อย่างทั่วถึง และครอบคลุมทุกระดับความสามารถ

2. ขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาสถานการณ์ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อสรุปคำตอบ และทำชิ้นงานกลุ่มเพื่อใช้นำเสนอในกระดานสรุปด้วยตนเอง ให้นิเวศนักเรียนในการฝึกฝนเพื่อนำเสนอชิ้นงานโดยกำหนดให้นักเรียนทุกคนต้องได้รับการตอบคำถาม จึงทำให้เกิดการอภิปรายขึ้นภายในกลุ่มและเกิดการฝึกซ้อมการนำเสนอ อธิบายช่วยเหลือเกี่ยวกับการเตรียมตัวเพื่อตอบคำถาม หลังจากนักเรียนทำงานกลุ่มเสร็จแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอชิ้นงานของตน โดยมีผู้วิจัยคอยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนกลุ่มนำเสนอได้อธิบายทุกคนซึ่งนักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเป็นอย่างดี และนักเรียนในห้องก็ให้ความร่วมมือในการอภิปรายแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไร เนื่องจากผู้วิจัยใช้วิธีเลือกนักเรียนในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นด้วยการเลือกแบบเจาะจงผสมกับการขออาสาสมัคร และใช้ตัวเสริมแรงทางบวกหรือการให้ดาวแทนคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมและได้ตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงและทุกระดับความสามารถ



ภาพ 16 แสดงขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่มของนักเรียน



ภาพ 17 แสดงการนำเสนอชิ้นงานและอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นตอนการฝึกทักษะเดี่ยวและประเมินผล นักเรียนแต่ละคนได้ลงมือทำแบบฝึกทักษะด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ตรวจแบบฝึกทักษะเพื่อระบุประเด็นที่นักเรียนแต่ละคน

จำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือตามความแตกต่างและเหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล และคอยบอกเวลาทุก 5 นาที โดยในวงจรนี้นักเรียนใช้เวลาในขั้นรับการช่วยเหลือเสร็จก่อนเวลาที่วางไว้ ซึ่งเห็นได้จากจำนวนประเด็นและความต้องการการได้รับความช่วยเหลือมีจำนวนลดลงน้อยกว่าวงจรก่อนหน้านี้ และสำหรับนักเรียนคนใดที่ตอบคำถามไม่ชัดเจนครูจะเรียกให้นักเรียนมาสอบถามเพื่อให้อธิบายเพิ่มเติมและให้นักเรียนทำการแก้ไขให้ถูกต้อง ทั้งนี้ นักเรียนแต่ละคนได้รับความช่วยเหลือเรียบร้อย นักเรียนได้ทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model)



ภาพ 18 แสดงการให้ความช่วยเหลือระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

4. ขั้นตอนการสรุป ผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล และรูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและใช้คำถามเพื่อสอบถามนักเรียนโดยเรียงลำดับคำถามตามขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด โดยสรุปอธิบายคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายแก้ไขประเด็นที่นักเรียนยังเข้าใจผิดพลาด อีกทั้งไม่ละส่วนที่แสดงแบบจำลองของทั้ง 3 สถานการณ์ เพื่อใช้อธิบายความแตกต่างของรูปแบบสถานการณ์ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบว่าแตกต่างกันอย่างไร โดยนักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี แต่เนื่องจากผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบมาใช้ในขั้นสรุป เพื่อให้ นักเรียนเห็นความแตกต่างของความสัมพันธ์ในแต่ละ

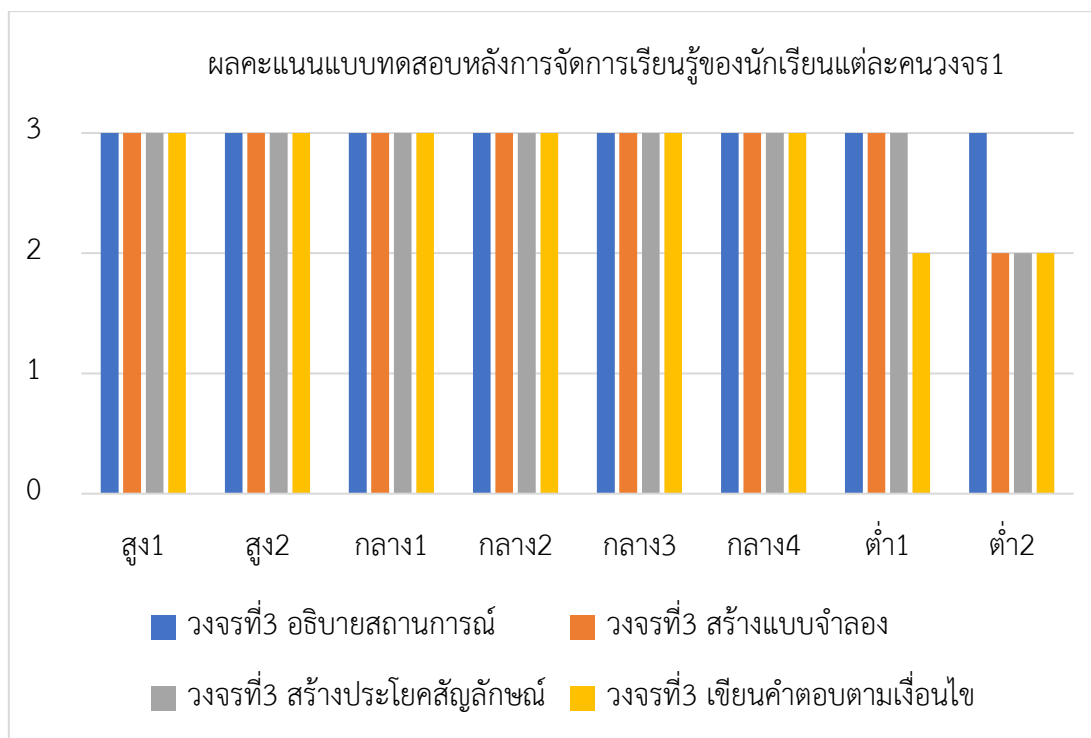
รูปแบบสถานการณ์ ทำให้พบว่านักเรียนบางคนยังไม่สามารถแยกความแตกต่างของทั้ง 3 รูปแบบสถานการณ์ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล(Reflection)

ผู้วิจัยสรุปปัญหาที่พบระหว่างการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไขในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการ3 ดังที่แสดงในตารางที่3

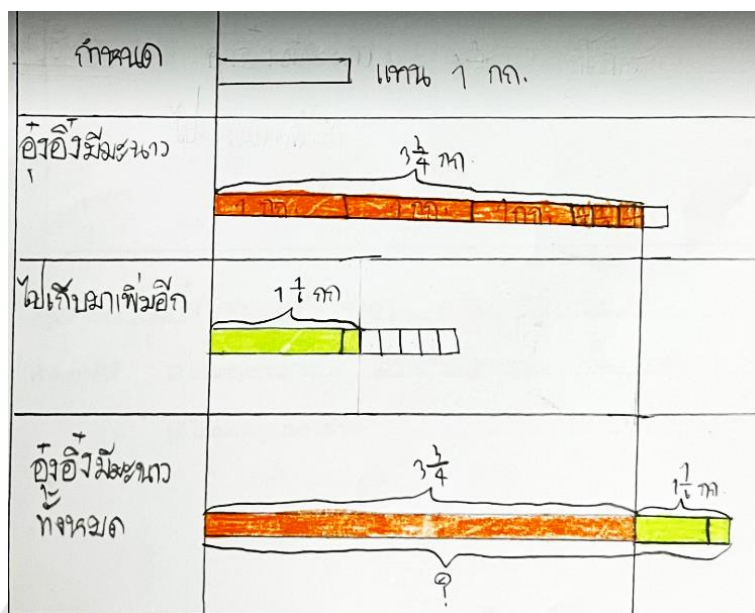
ตาราง 7 แสดงสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงตามแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม	-	-
2. ขั้นร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม	- พบว่าในการตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำยังขาดความมั่นใจ ไม่กล้าตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น	- ครูให้เวลานักเรียนคิด หรือปรึกษาเพื่อน ให้โอกาสนักเรียนในการอธิบาย โดยอาจแบ่งคำถามเป็นคำถามย่อย เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบของตัวเองได้ง่ายขึ้น
3. ขั้นการฝึกทักษะรายบุคคลและประเมินผล	-	-
ขั้นการสรุป	- เนื่องจากผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหาทั้ง 3 รูปแบบมาใช้ในขั้นสรุป เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของความสัมพันธ์ในแต่ละรูปแบบสถานการณ์ ทั้งนี้พบว่านักเรียนบางคนยังไม่สามารถแยกความแตกต่างของทั้ง 3 รูปแบบสถานการณ์ได้	-ผู้วิจัยทำการอธิบายความแตกต่างของแต่ละรูปแบบสถานการณ์ปัญหา และความแตกต่างของแต่ละแบบจำลองของแต่ละรูปแบบสถานการณ์ปัญหา -ผู้วิจัยวางแผนในการเพิ่มโอกาสในการฝึกฝนด้วยการให้การบ้านที่เป็นการฝึกการวิเคราะห์สถานการณ์และสร้างแบบจำลองเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล และนำการบ้านมาใช้ในการรวมอภิปรายเพื่อสรุปแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้โมเดล เมธอดก่อนที่จะทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

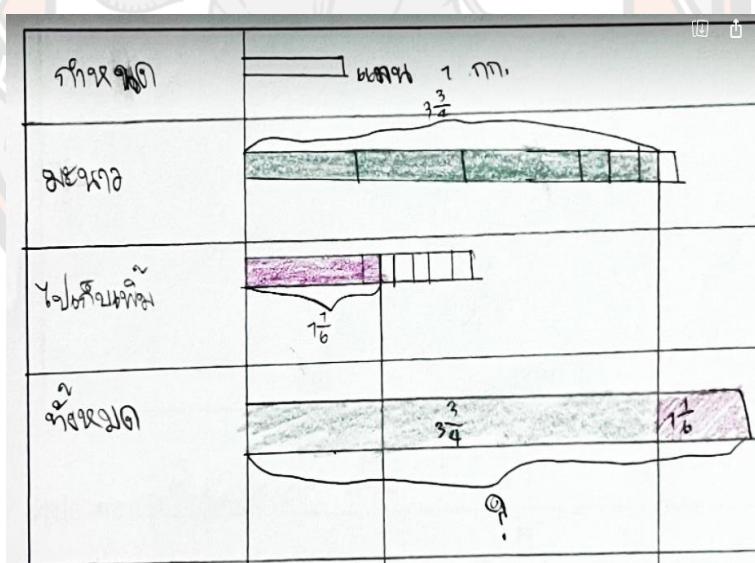


ภาพ 19 แสดงคะแนนผลทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วงจรที่ 3

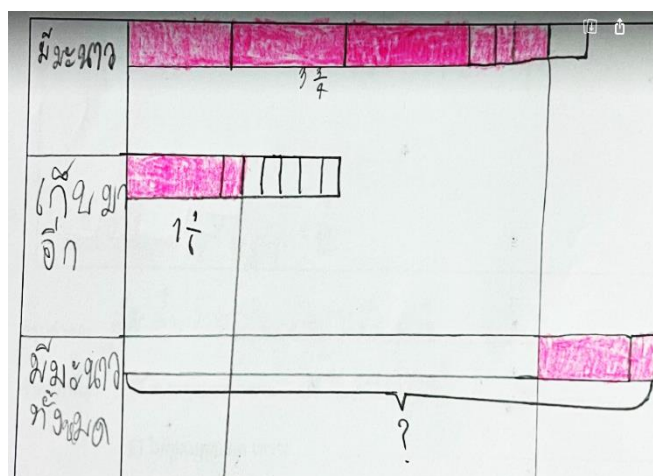
จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่3 โดยวิเคราะห์จากผลคะแนนแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้สถานการณ์รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล วงจรที่ 3 จากคะแนนเต็ม 3 คะแนนในแต่ละประเด็น นักเรียนที่มีความสามารถสูง และปานกลางสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถใช้โมเดลเมธอดในการอธิบายสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้ แต่ยังพบว่ามีบางคนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล



ภาพ 20 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง



ภาพ 21 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลาง



ภาพ 22 แสดงแบบจำลองรูปแบบสถานการณ์ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ วงจรที่ 3 ของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ

สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อม เป็นขั้นในการเตรียมความพร้อมโดยการนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาด้วยแนวคิดโมเดลเมธอด ทั้งนี้ก่อนนำเสนอผู้วิจัยต้องแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยความสามารถให้ทุกกลุ่มมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลักก่อนการจัดการเรียนรู้และผลการเรียนจากเทอมที่ผ่านมา โดยนำเสนอแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาการบวกเลขส่วนและจำนวนคละโดยใช้โมเดลเมธอด จะนำเสนอทั้งหมด 3 รูปแบบสถานการณ์ปัญหาได้แก่ รูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วน (Part whole model), รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบ (The comparison model), รูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The Changed model) วงจรละ 1 รูปแบบ รูปแบบละ 2 สถานการณ์ มีผู้วิจัยเป็นผู้สาธิตในสถานการณ์แรก และให้นักเรียนร่วมแก้ปัญหาโดยมีผู้วิจัยคอยใช้คำถามในสถานการณ์ที่ 2 โดยขั้นตอนและแนวทางปฏิบัติมีดังนี้

1. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยควรให้เวลานักเรียนในการอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาก่อนจะเริ่มนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

2. การอธิบายสถานการณ์ ผู้วิจัยสาธิตโดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น และสรุปสิ่งที่ถูกต้องด้วยการอธิบาย ซึ่งประเด็นการอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้แก่ สิ่งที่เกี่ยวข้อง กำหนด สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ และปริมาณแต่ละอย่างแสดงถึงข้อมูลอะไร

3. สร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด

3.1 ในชั้นสาธิต(สถานการณ์ที่1)ผู้วิจัยเริ่มจากการกำหนดบาร์ต้นแบบเพื่อแทนจำนวนเต็ม 1 และนำบาร์ต้นแบบมาสร้างแทนปริมาณเศษส่วนโดยการแบ่งส่วนและระบายสีส่วนที่ต้องการ โดยสีที่ใช้ควรแตกต่างกันเนื่องจากปริมาณที่นำมาสร้างแทนข้อมูลต่างกัน อีกทั้งควรสร้างเส้นแสดงความสัมพันธ์ของระยะบนช่วงของแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่เป็นรูปธรรมชัดเจนยิ่งขึ้น

3.2 ชั้นที่ใช้คำถาม(สถานการณ์ที่2)เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วม ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในการสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงปริมาณแทนข้อมูล และใช้คำถามเพื่อถามเกี่ยวกับการแบ่งส่วน การระบายสี สีที่ใช้ และความหมายแต่ละช่วงของเส้นแสดงความสัมพันธ์

4. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ผู้วิจัยควรใช้คำถามเพื่อถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คืออะไร เกี่ยวข้องกับแบบจำลองอย่างไร และช่วงระหว่างเส้นแสดงความสัมพันธ์หมายถึงอะไร จำเป็นหรือเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบหรือไม่ แล้วจึงสรุปการเลือกใช้ตัวดำเนินการเพื่อสร้างเป็นประโยคสัญลักษณ์ และสรุปเหตุผลของตัวดำเนินการที่เลือกใช้ว่าสมเหตุสมผลอย่างไร โดยผู้วิจัยควรให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นให้ได้มากที่สุดแล้วจึงอธิบายคำตอบที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าทำไมคำตอบถึงผิดและผิดเพราะอะไร

5. ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันดำเนินการหาคำตอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเชื่อมโยงกับแบบจำลองที่สร้าง เพื่อระบุความสมเหตุสมผลและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา

ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องคอยสังเกตพฤติกรรม และใช้คำถามกับนักเรียนให้ทั่วถึง โดยใช้วิธีขออาสาสมัครและเลือกนักเรียนแบบจำเพาะเจาะจง ซึ่งการถามแต่ละครั้งควรถามให้ได้คำตอบที่หลากหลาย และในวงจรแรกพบว่านักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วยการใช้ตัวเสริมแรงทางบวกหรือรางวัลสำหรับกลุ่มที่แสดงความคิดเห็นมากที่สุด และกำหนดว่าสมาชิกในกลุ่มจะตอบคำถามหรือเสนอความคิดเห็นอีกได้หากสมาชิกในกลุ่มแสดงความคิดเห็นครบแล้ว โดยตัวอย่างการใช้คำถามของผู้วิจัย

2. ขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ลงมือแก้ไขปัญหาร่วมกันภายในกลุ่มด้วยตนเอง โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตน และนักเรียนกลุ่มนำเสนอตอบคำถาม โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ตั้งคำถามเพิ่มเติมหลังจากนักเรียนนำเสนอชิ้นงานเสร็จ ซึ่งคำถามที่ใช้มี 4 ประเด็นหลัก ตามลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอด และให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มได้มีโอกาสตอบคำถามโดยการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง ทั้งยังขอความร่วมมือนักเรียนในห้องในการแสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไรเพื่อเกิดการอภิปรายในชั้นเรียน ระหว่างที่นักเรียนร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่มในวงจรปฏิบัติการแรก พบว่านักเรียนบางคนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม และนักเรียนใช้เวลาเกินกำหนด เนื่องจาก

การขาดประสบการณ์ในการทำงานกลุ่มและหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาแต่ละประเด็นไม่ได้ ดังนั้นผู้วิจัยควรอธิบายว่าการทำงานกลุ่มนักเรียนทุกคนต้องเสนอความคิดและร่วมกันสรุปคำตอบ ชี้แจงว่าหลังจากการดำเนินงานจะมีการนำเสนอและทุกคนต้องตอบคำถาม และก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอผู้วิจัยจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มซักซ้อมการนำเสนอ ให้สมาชิกกลุ่มแต่ละกลุ่มสอนและอธิบายเพื่อในกลุ่มแต่ละประเด็นเพื่อเตรียมตัวตอบคำถาม อีกทั้งผู้วิจัยควรเดินสำรวจ คอยกระตุ้นและบอกเวลาที่เหลือในการทำกิจกรรมเป็นระยะ ทั้งนี้ควรเผื่อเวลาในการเตรียมการนำเสนอและอภิปรายอย่างน้อย 20 นาที

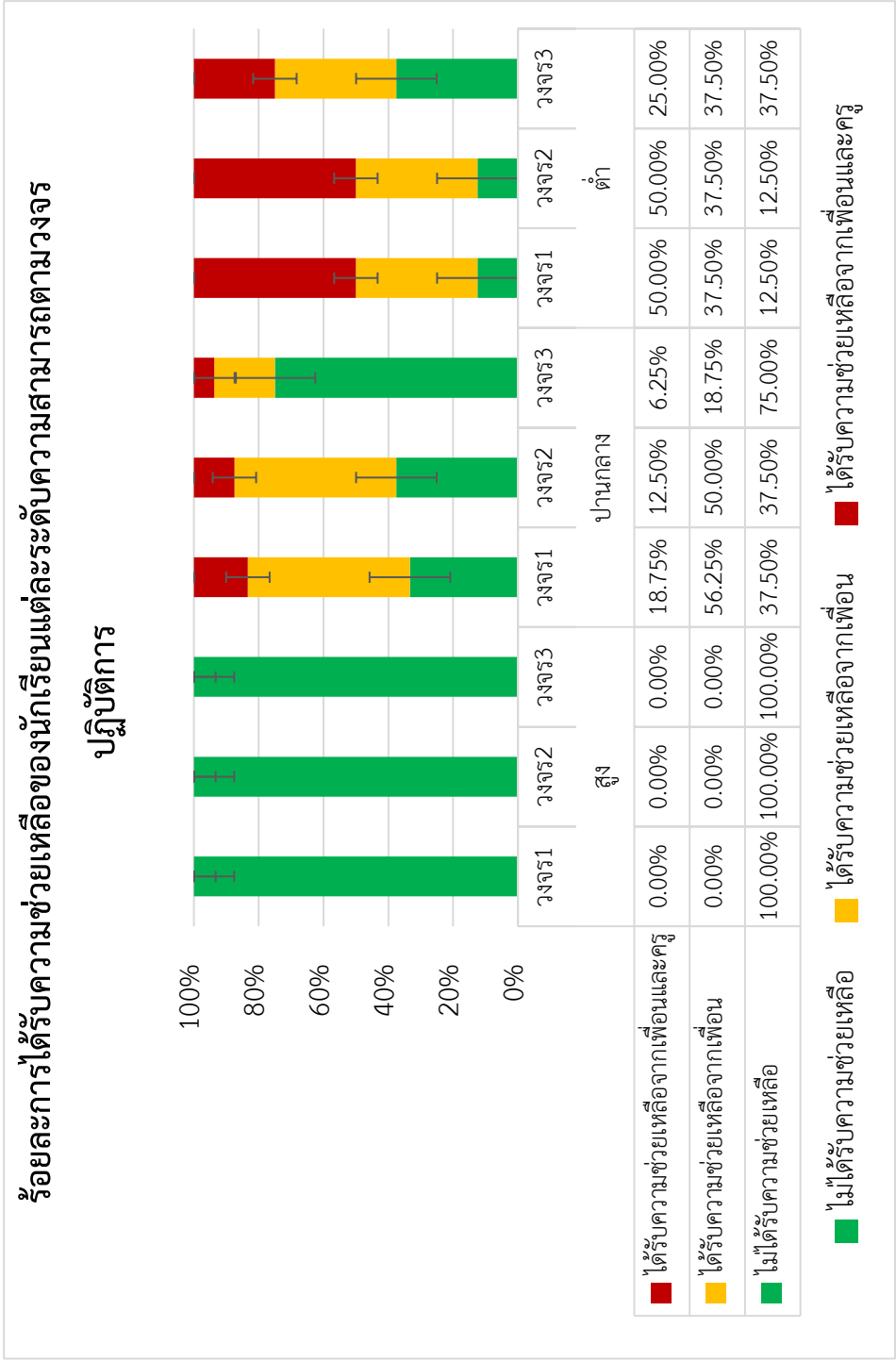
3. ขั้นการฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคนลงมือทำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตด้วยตนเอง โดยการประเมินมี 4 ประเด็นตามลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต คือ

- ข้อ 1 อธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา
- ข้อ 2 สร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด
- ข้อ 3 แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
- ข้อ 4 เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาและตรวจสอบความสมเหตุสมผล

ซึ่งหากนักเรียนคนใดทำแบบฝึกทักษะไม่ผ่าน 2 คะแนน ในประเด็นใดเพื่อนในกลุ่มจะให้ความช่วยเหลือตามประเด็นที่ไม่ผ่านและทำข้อที่ไม่ผ่านอีกครั้ง และหากไม่ผ่านอีกผู้วิจัยจึงจะเข้าไปให้ความช่วยเหลือ ส่วนนักเรียนที่ได้ 2 คะแนน จะให้กลับไปถามเพื่อนในกลุ่มที่ได้ 3 คะแนน เพื่อให้เพื่อนอธิบายแต่ไม่ต้องทำแบบฝึกทักษะซ้ำ จากนั้นให้นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต (ย่อย) โดยระดับการได้รับความช่วยเหลือของนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

- ระดับ 0 คือ ไม่ได้รับความช่วยเหลือ
- ระดับ 1 คือ ได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม
- ระดับ 2 คือ ได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มและจากผู้วิจัย

ทั้งนี้จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรแรก ทำให้ทราบว่านักเรียนบางคนอธิบายให้ความช่วยเหลือเพื่อนโดยการบอกคำตอบ ไม่ใช่การอธิบายแก้ไขข้อผิดพลาด ดังนั้นผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยการอธิบายการช่วยเหลือที่ถูกต้อง และให้แบบฝึกทักษะเดิมที่นักเรียนไม่ผ่าน 2 คะแนนไปให้เพื่อนในกลุ่มช่วยเหลือก่อน เมื่อนักเรียนอธิบายให้ความช่วยเหลือเรียบร้อยแล้วจึงให้แบบฝึกทักษะฉบับใหม่ให้นักเรียนลงมือทำแก้ไขตามประเด็นข้อคำถามที่ไม่ผ่าน และเมื่อนักเรียนทุกคนทำแบบฝึกทักษะเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตย่อย ตามรูปแบบสถานการณ์ปัญหาที่ได้เรียนในแต่ละวงจร



ภาพ 23 แสดงร้อยละการได้รับความช่วยเหลือของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ

ร้อยละคะแนนในแต่ละประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ



ภาพ 24 แสดงร้อยละคะแนนในแต่ละประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ

จากแผนภูมิแสดงร้อยละการได้รับความช่วยเหลือของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถตามวงจรปฏิบัติการ โดยนับจำนวนความถี่ที่นักเรียนได้รับความช่วยเหลือ แบบแยกตามประเด็น ซึ่งจำนวนการได้รับความช่วยเหลือแต่ละประเด็นสูงสุดเท่ากับ 2 (ความถี่ 0 คือ นักเรียนไม่ได้รับความช่วยเหลือ ความถี่ 1 คือนักเรียนได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม และความถี่ 2 คือนักเรียนได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่มและครู) ทั้งนี้จำนวนการได้รับความช่วยเหลือทั้งหมดหรือทุกประเด็นของนักเรียนแต่ละคนสูงสุดเท่ากับ 8 ซึ่งจากภาพ 23 และภาพ 24 จะเห็นว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงทุกคน หรือร้อยละ 100 ไม่ต้องการความช่วยเหลือทุกประเด็นและทุกวงจรเนื่องจากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดจากขั้นตอนการเตรียมความพร้อมและขั้นตอนการร่วมกันศึกษาและทำงานกลุ่ม ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางและระดับต่ำมีระดับการได้รับความช่วยเหลือลดลง อีกทั้งระดับการไม่ได้รับความช่วยเหลือยังเพิ่มขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเห็นได้จากร้อยละในส่วนที่ได้รับความช่วยเหลือลดลง และร้อยละที่ไม่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสามารถอ้างอิงได้จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบย่อยแต่ละประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต จะเห็นว่านักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงมีคะแนนคงที่ที่ร้อยละ 100 ทุกประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตทั้ง 3 วงจรซึ่งสอดคล้องกับระดับการได้รับความช่วยเหลือที่ไม่ได้รับความช่วยเหลือ อีกทั้งได้ฝึกฝนทบทวนจากการให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่ทำแบบฝึกทักษะไม่ผ่าน 2 คะแนนในประเด็นต่าง ๆ อีกด้วย ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางและระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกประเด็นลักษณะ อีกทั้งเพิ่มขึ้นตามลำดับวงจร ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนได้รับความช่วยเหลือที่ตรงตามประเด็นที่ต้องการความช่วยเหลือตามระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล

4. ขั้นตอนการสรุป เป็นขั้นที่ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อธิบาย และสร้างแบบจำลองในการแก้ปัญหาตามรูปแบบสถานการณ์ปัญหาในแต่ละวงจร และผู้วิจัยนำสถานการณ์ปัญหารูปแบบที่นักเรียนเคยเรียนมาในวงจรก่อนหน้ามาร่วมด้วย เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างในแต่ละรูปแบบสถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้ผู้วิจัยให้โอกาสนักเรียนในการร่วมกันนำเสนอและสรุปแนวทางในการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้คอยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำเสนอข้อคิดเห็นและสรุปประเด็น อีกทั้งอธิบายในประเด็นที่นักเรียนยังมีความเข้าใจผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อน และในระหว่างกิจกรรมพบว่าส่วนใหญ่ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถสูงจะตอบคำถามก่อนและนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางและต่ำจะตอบตาม ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนยกมือ และเลือกตามระดับความสามารถจากต่ำไปสูงตามลำดับเพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและทำการอธิบายแก้ไขได้ครอบคลุมทุกระดับความสามารถของนักเรียน อีกทั้งบางครั้งควรใช้วิธีเลือกแบบจำเพาะเจาะจงหากพบนักเรียนที่ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอด ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยนำการนำคะแนนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มาแยกตามประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต 4 ข้อ ได้แก่ การอธิบายสถานการณ์ปัญหา การสร้างแบบจำลองแทนความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์พร้อมระบุเหตุผลของตัวดำเนินการที่เลือกใช้ และการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของคำตอบ อีกทั้งนำคะแนนแต่ละประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนมาจัดกลุ่มและหาค่าเฉลี่ยตามระดับความสามารถ เพื่อที่จะวิเคราะห์เปรียบเทียบ และอธิบายการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ได้อย่างครอบคลุมทุกประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตและทั่วถึงทุกระดับความสามารถของนักเรียน ซึ่งแสดงดังตาราง 8 และตาราง 9

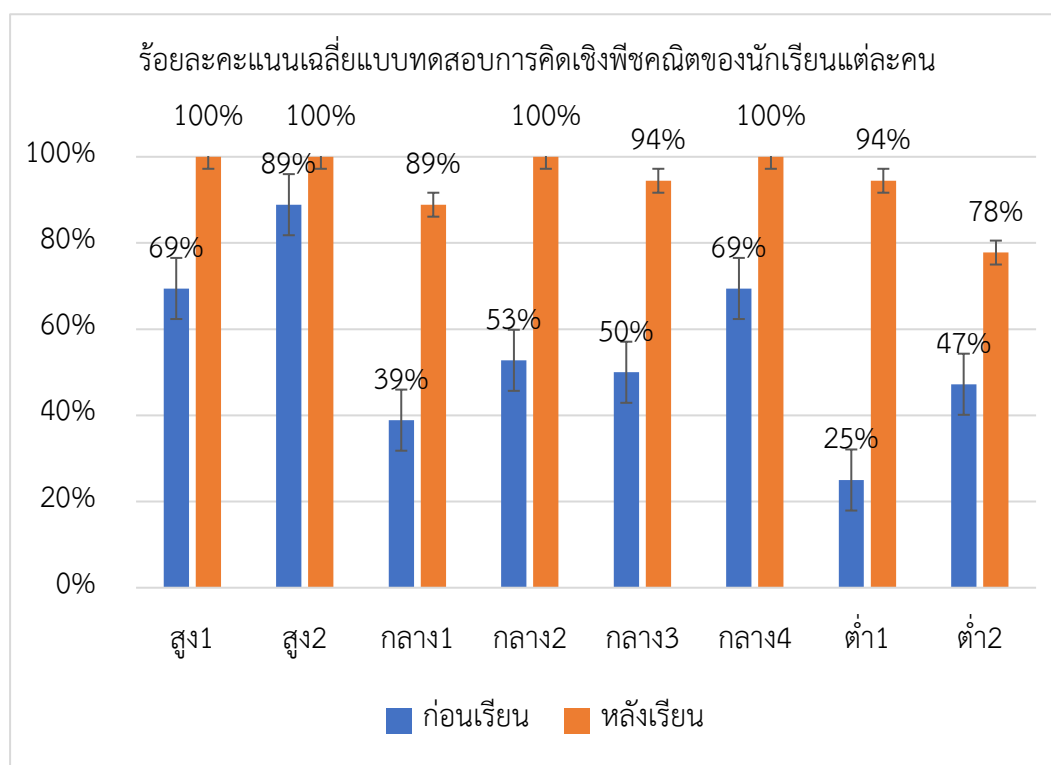
ตาราง 8 แสดงคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละคนก่อนการจัดการเรียนรู้

โดย สถานการณ์ที่1 คือสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ

สถานการณ์ที่2 คือสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

สถานการณ์ที่3 คือสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

นักเรียน สถานการณ์	อธิบาย			สร้างแบบจำลอง			เขียนประโยค สัญลักษณ์			เขียนคำตอบตาม เงื่อนไข			รวม
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
สูง1	3	2	3	2	2	2	3	1	3	2	1	1	25
สูง2	3	3	3	2	2	1	3	3	3	3	3	3	32
กลาง1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	14
กลาง2	3	2	3	2	1	1	1	1	2	1	1	1	19
กลาง3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	18
กลาง4	3	2	3	2	1	1	3	3	3	2	1	1	25



ภาพ 25 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จากภาพ 25 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน พบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนสูงขึ้นหลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI โดยค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน คือ 19.86 คะแนน หรือคิดเป็น 55.21% และค่าเฉลี่ยคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน คือ 34 คะแนน หรือคิดเป็น 94.44% จึงสามารถสรุปได้ว่าการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนทุกคนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สูงขึ้น หรือมากกว่าก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสูงขึ้นเฉลี่ย 14.74 คะแนน หรือคิดเป็น 40.94%

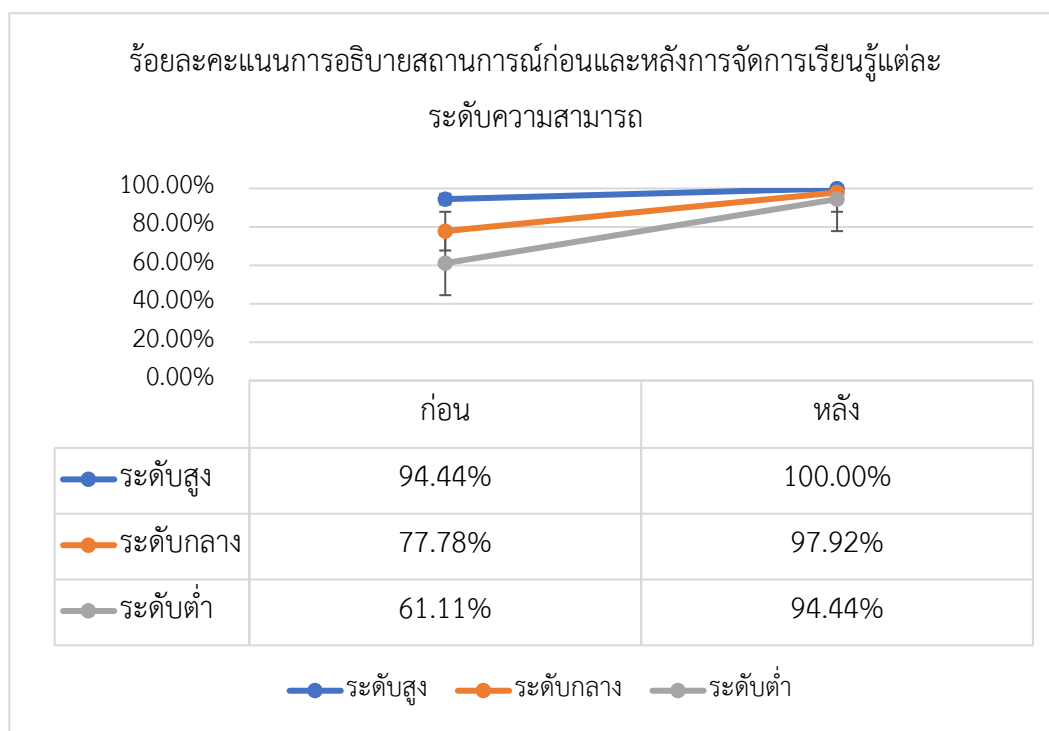
ทั้งนี้เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ และอธิบายเปรียบเทียบพัฒนาการของการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนทุกระดับความสามารถหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI จึงวิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ยร้อยละแต่ละกลุ่มระดับความสามารถตามประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต ดังตาราง 10 และตาราง 11

ตาราง 10 แสดงร้อยละเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยแยกตามระดับความสามารถก่อนการจัดการเรียนรู้

เฉลี่ย	การอธิบาย	สร้างแบบจำลอง	เขียนประโยคสัญลักษณ์	เขียนคำตอบตามเงื่อนไข
ระดับสูง	94.44	61.11	88.89	72.22
ระดับกลาง	77.78	50.00	50.00	36.11
ระดับต่ำ	61.11	16.67	22.22	33.33

ตาราง 11 แสดงร้อยละเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตที่แยกตามประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนโดยแยกตามระดับความสามารถหลังการจัดการเรียนรู้

เฉลี่ย	การอธิบาย	สร้างแบบจำลอง	เขียนประโยคสัญลักษณ์	เขียนคำตอบตามเงื่อนไข
ระดับสูง	100.00	100.00	100.00	100.00
ระดับกลาง	97.92	97.22	100.00	88.89
ระดับต่ำ	94.44	83.33	94.44	72.22



ภาพ 26 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการอธิบายสถานการณ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ

จากภาพ 26 แสดงร้อยละค่าเฉลี่ยคะแนนการอธิบายสถานการณ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละระดับความสามารถ จะเห็นว่านักเรียนทุกระดับความสามารถมีคะแนนเฉลี่ยด้านการอธิบายคำตอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 94.44% หลังเรียน 100.00% ซึ่งสูงขึ้น 5.56% นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.78% หลังเรียน 97.92% ซึ่งสูงขึ้น 20.14% และนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 61.11% หลังเรียน 94.44% ซึ่งสูงขึ้น 33.33% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สามารถส่งเสริมนักเรียนทุกระดับความสามารถให้มีพัฒนาการด้านการอธิบายสถานการณ์ที่เป็นการแยกประเด็นสิ่งที่สถานการณ์กำหนด สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ และอธิบายเกี่ยวกับข้อมูล

10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

ภาพ 27 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

ภาพ 28 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลังการจัดการเรียนรู้

10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

ภาพ 29 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... กัลป์มีโรค 12 ล. ดินสอถูกทำในทักไป 5 ล. 12

ภาพ 30 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางหลังการจัดการเรียนรู้

10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... 1. วิธีการเดิมที่เคยทำไม่ได้ก่อนมาฝึก ร.ค.ค.

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... วิธีคิด (ก)

ภาพ 31 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

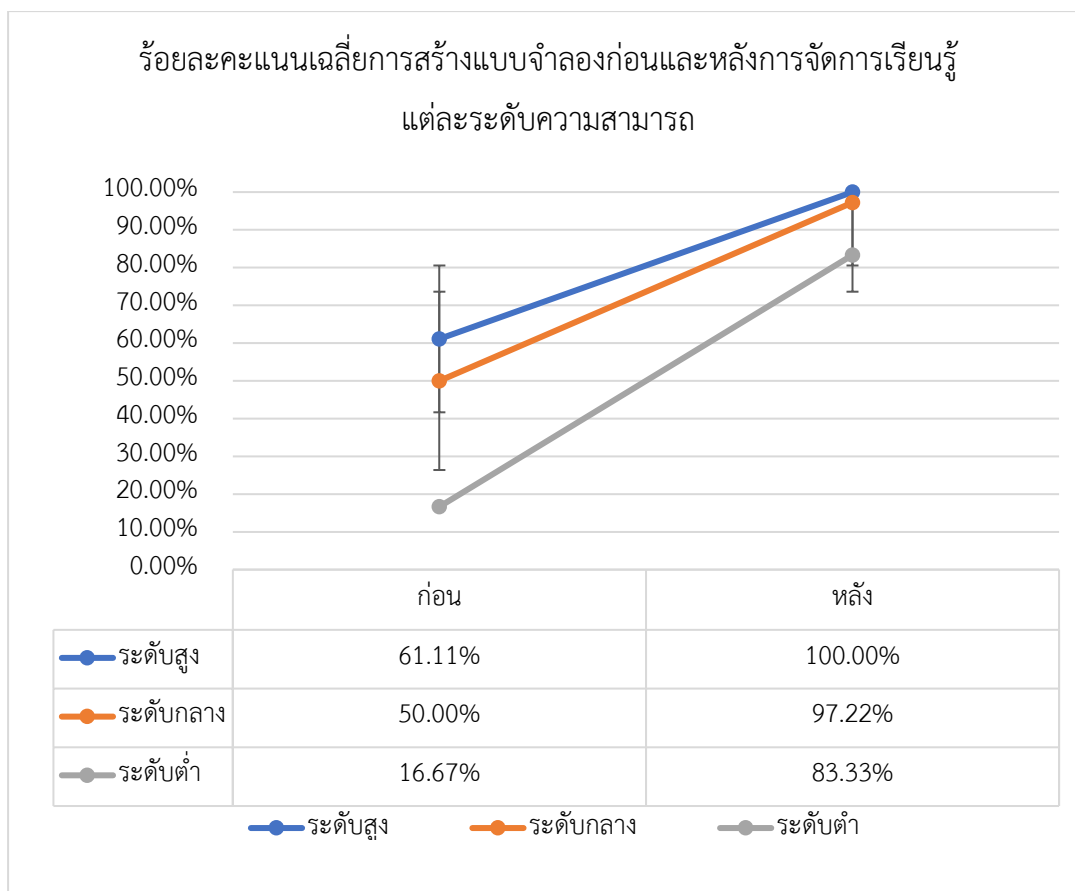
10. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

10.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ... วิธีการเดิมที่เคยทำไม่ได้ก่อนมาฝึก ร.ค.ค.

10.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ... วิธีคิด

ภาพ 32 แสดงการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลังการจัดการเรียนรู้

ซึ่งสามารถอธิบายเปรียบเทียบลักษณะการอธิบายสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหาโดยแยกประเด็นสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบได้ และอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลได้ นักเรียนปานกลางก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้สามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหา แยกแยะประเด็นสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการคำตอบ และอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลได้แต่คำตอบยังตกล้นหรือไม่ถูกต้องทั้งหมด ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ไม่สามารถแยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน อีกทั้งยังไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลได้ ทั้งนี้หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สามารถแยกแยะประเด็นสิ่งที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการที่คำตอบ และอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น



**ภาพ 33 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดก่อนและ
หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ**

จากภาพ 33 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยในประเด็นการสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละระดับความสามารถ จะเห็นว่านักเรียนทุกระดับความสามารถมีคะแนนด้านการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 61.11% หลังเรียน 100.00% ซึ่งสูงขึ้น 38.89% นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 50.00% หลังเรียน 97.22% ซึ่งสูงขึ้น 47.22% และนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 16.67% หลังเรียน 83.33% ซึ่งสูงขึ้น 66.66% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สามารถส่งเสริมนักเรียนทุกระดับความสามารถให้มีพัฒนาการด้านการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด ที่เป็นการนำข้อมูลที่สถานการณ์กำหนดมาสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดด้วยการสร้างบาร์แทนปริมาณของข้อมูล และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสถานการณ์ปัญหา

แม่มีเงินขึ้น

2

7. ประโยคสัญลักษณ์ $2\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \square$ (3)

เลือกใช้ตัวดำเนินการ $\oplus$ เพราะ ต้องการหาผลรวมให้มากกว่า แม่มีเงิน

8. คาดการณ์คำตอบ

สิ่งที่ต้องการทราบคือ แม่ต้องการหาผลรวมให้มากกว่า

ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า) น้อยกว่า) มากกว่า $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ ต้องการหาผลรวมให้มากกว่า แม่มีเงิน

ภาพ 34 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้และการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

กำหนด	แม่มี 1 ลิ.	
แม่มีเงิน	$2\frac{1}{4}$ ลิ.	3
ต้องการหาผลรวมให้มากกว่าแม่มีเงิน	$\frac{1}{2}$ ลิ.	
แม่ต้องการหาผลรวม	$2\frac{1}{4}$ ลิ. $\frac{1}{2}$ ลิ.	

7. ประโยคสัญลักษณ์ $2\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \square$

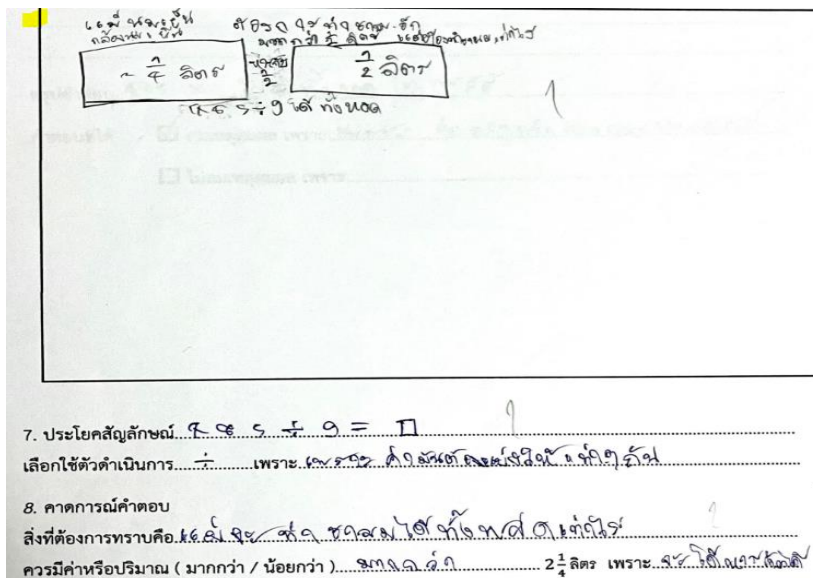
เลือกใช้ตัวดำเนินการ $\oplus$ เพราะ ต้องการหาผลรวมให้มากกว่า แม่มีเงิน 3

8. คาดการณ์คำตอบ

สิ่งที่ต้องการทราบคือ ต้องการหาผลรวมให้มากกว่าแม่มีเงิน

ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า) น้อยกว่า) มากกว่า $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ ต้องการหาผลรวมให้มากกว่า แม่มีเงิน

ภาพ 35 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้



7. ประโยคสัญลักษณ์: $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

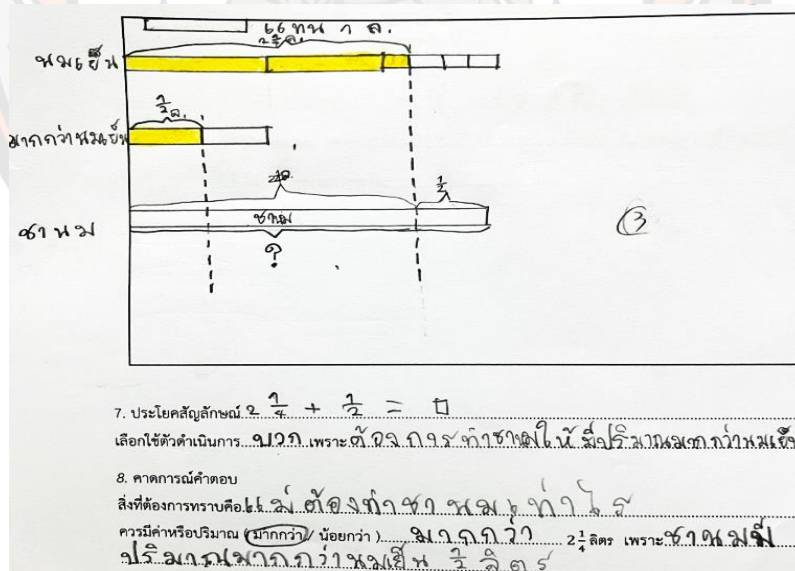
เลือกใช้ตัวดำเนินการ: $+$ เพราะ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

8. คาดการณ์คำตอบ

สิ่งที่ต้องการทราบคือ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ ลิตร

ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า) $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

ภาพ 36 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้



7. ประโยคสัญลักษณ์: $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

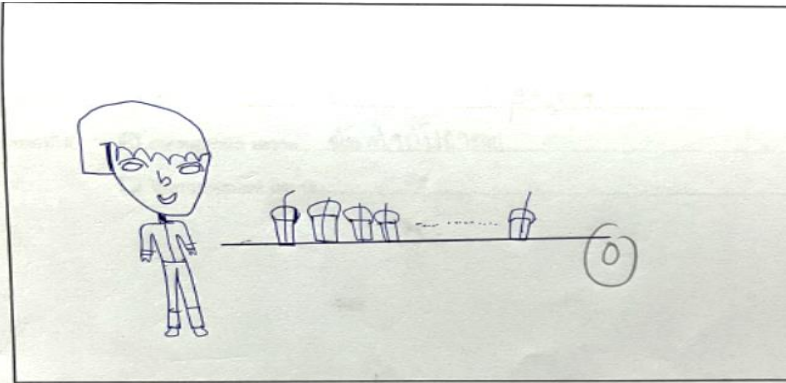
เลือกใช้ตัวดำเนินการ: $+$ เพราะ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

8. คาดการณ์คำตอบ

สิ่งที่ต้องการทราบคือ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$ ลิตร

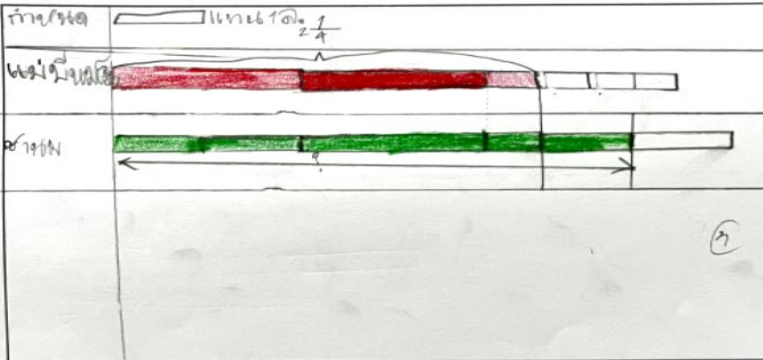
ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า) $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ $\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

ภาพ 37 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางหลังได้รับการจัดการเรียนรู้



7. ประโยคสัญลักษณ์ $2.110414 + 888.1467$ (1)
 เลือกใช้ตัวดำเนินการ (๐) เพราะ 2.110414
 8. คาดการณ์คำตอบ (0)
 สิ่งที่ต้องการทราบคือ $1.000.000.000$
 ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า) ...มากกว่า... $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ 2.110414

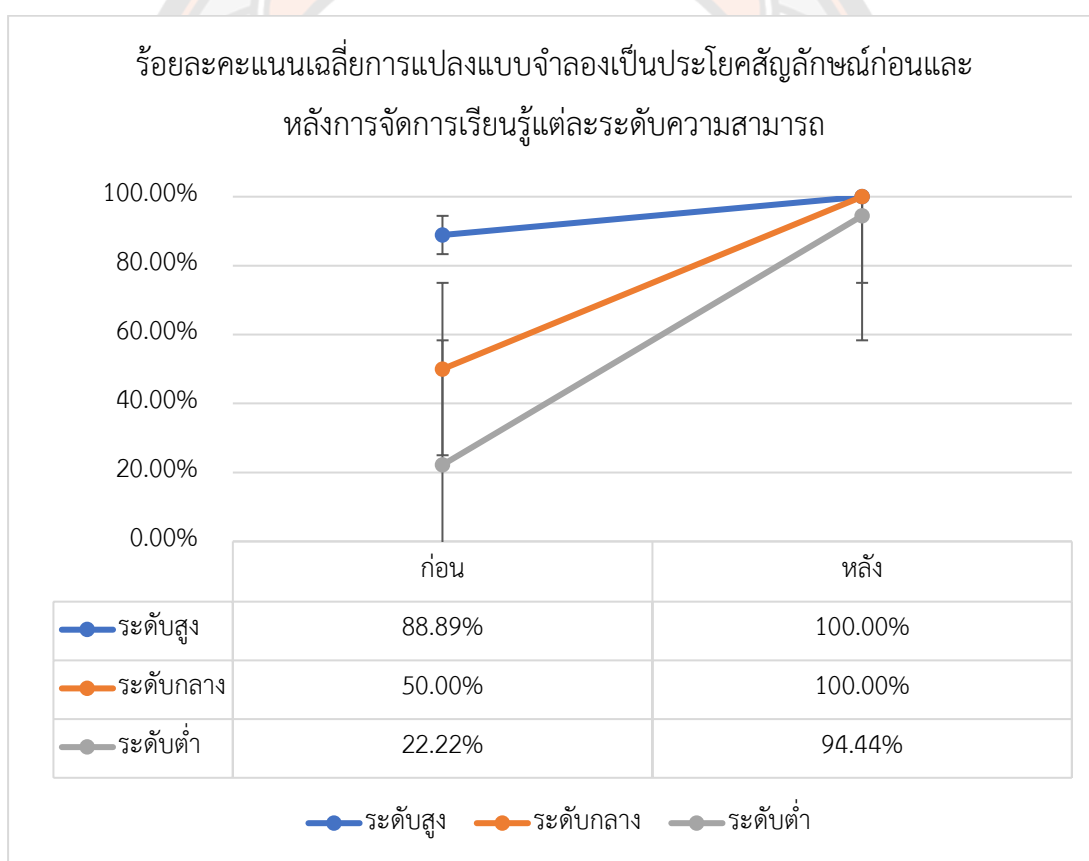
ภาพ 38 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธและการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้



7. ประโยคสัญลักษณ์ $2\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$ 3
 เลือกใช้ตัวดำเนินการ + เพราะ $2\frac{1}{4}$ และ $\frac{1}{4}$ เป็นเศษส่วน
 8. คาดการณ์คำตอบ
 สิ่งที่ต้องการทราบคือ $2\frac{1}{4}$ ลิตร
 ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า) ... $2\frac{1}{4}$... $2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะ $2\frac{1}{4}$ และ $\frac{1}{4}$

ภาพ 39 แสดงการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดและการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

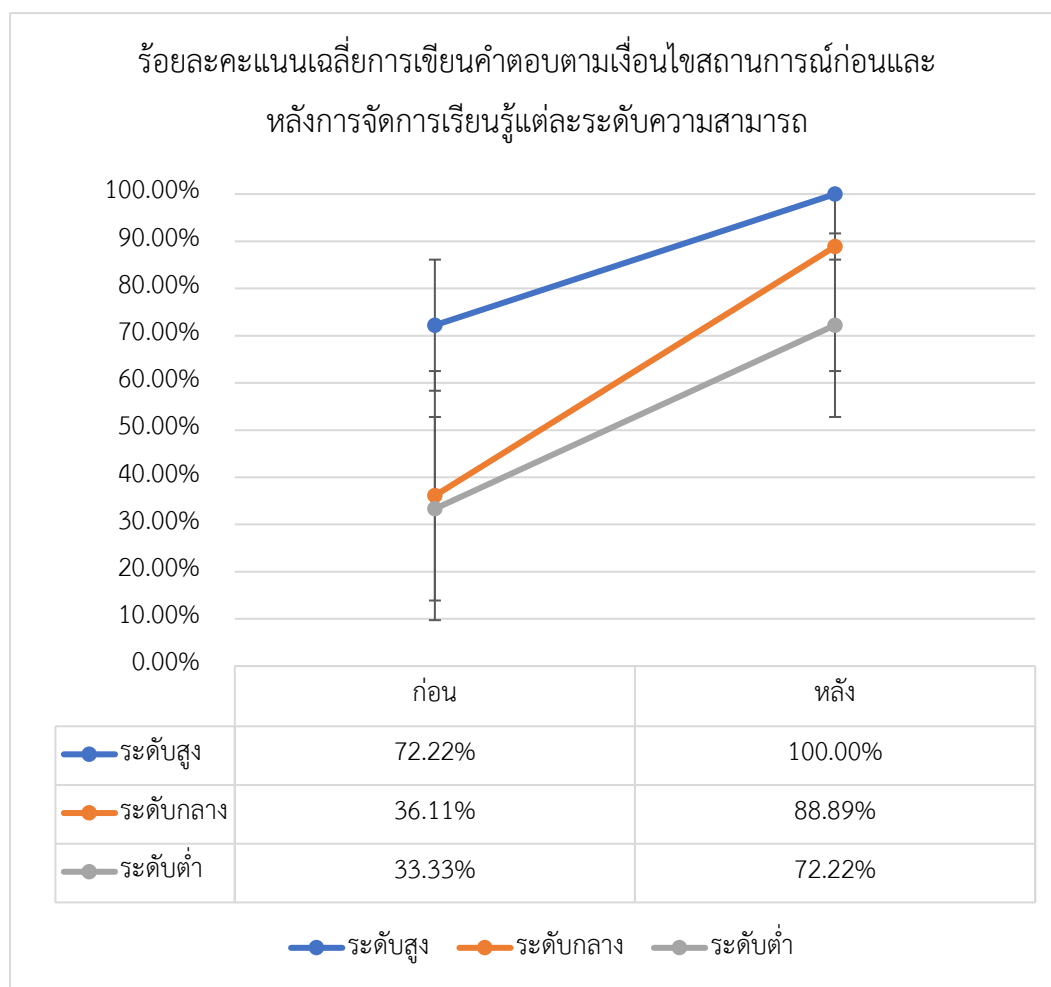
ซึ่งสามารถอธิบายเปรียบเทียบลักษณะการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมรอตเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนการจัดการเรียนรู้สามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปริมาณเศษส่วนของข้อมูลได้แต่ไม่ทั้งหมดและยังไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของสถานการณ์ผ่านแบบจำลองได้ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายทั้งปริมาณของข้อมูลและความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสถานการณ์ปัญหาได้ แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงและปานกลางสามารถสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปริมาณของข้อมูล และความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสถานการณ์ปัญหาได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถสร้างแบบจำลองเพื่อแทนปริมาณของข้อมูลได้ แต่การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสถานการณ์ปัญหายังไม่ถูกต้องหรือครอบคลุมสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด



ภาพ 40 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตประเด็นการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ แลตรวจสอบความสมเหตุสมผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ

จากภาพ 40 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตในประเด็นการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ ทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละระดับความสามารถ จะเห็นว่านักเรียนทุกระดับความสามารถมีผลคะแนนด้านการสร้างแบบจำลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 88.89% หลังเรียน 100.00% ซึ่งสูงขึ้น 11.11% นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 50.00% หลังเรียน 100.00% ซึ่งสูงขึ้น 50.00% และนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 22.22% หลังเรียน 94.44% ซึ่งสูงขึ้น 72.22% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สามารถส่งเสริมนักเรียนทุกระดับความสามารถให้มีพัฒนาการด้านการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยการเชื่อมโยงแบบจำลองที่แทนความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาในการวางแผนเลือกใช้ตัวดำเนินการในการหาคำตอบ

ซึ่งสามารถอธิบายเปรียบเทียบลักษณะการแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ พร้อมทั้งระบุความสมเหตุสมผล ของนักเรียนได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง ก่อนการจัดการเรียนรู้สามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถอธิบายให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่สามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง อีกทั้งยังไม่สามารถระบุเหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนทุกระดับความสามารถ สามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์ และระบุเหตุผลของตัวดำเนินการที่เลือกใช้ได้ถูกต้อง



**ภาพ 41 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และ
ตรวจสอบความสมเหตุสมผลจัดการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ**

จากภาพ 41 แสดงร้อยละคะแนนเฉลี่ยการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละระดับความสามารถ จะเห็นว่านักเรียนทุกระดับความสามารถมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยด้านการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 72.22% หลังเรียน 100.00% ซึ่งสูงขึ้น 27.80% นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 36.11% หลังเรียน 88.89% ซึ่งสูงขึ้น 52.78% และนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ย 33.33% หลังเรียน 72.22% ซึ่งสูงขึ้น 38.89% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สามารถส่งเสริมนักเรียนทุกระดับให้มีความรู้ความสามารถ

เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมทั้งตรวจสอบความสมเหตุสมผล โดยการดำเนินการหาคำตอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ อีกทั้งเชื่อมโยงแบบจำลองที่แทนความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหากับผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ระบุความสมเหตุสมผลของคำตอบ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของการคิดเชิงพีชคณิต

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

วิธีทำ	ข้อปลา	$1\frac{3}{4}$	กิโลกรัม
	ข้อเฉลย	$\frac{3}{4}$	กิโลกรัม
	รวมกันได้	$\frac{4}{4}$	กิโลกรัม 2

สรุปคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล $1\frac{3}{4}$ กิโลกรัม

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ... น้ำหนักกันได้

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 42 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

วิธีทำ $\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$ กก.

ของปลา $\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$ กก.

ของปลา $\frac{3}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4} + \frac{2}{4}$

$= \frac{5}{4}$ หรือ 2

สรุปคำตอบได้ $\frac{3}{4}$ กก. และ ปลาทั้งหมด $\frac{5}{4}$ หรือ 2 กิโลกรัม

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ $\frac{3}{4}$ กก. และ ปลา $\frac{3}{4}$ กก. และ $\frac{1}{2}$ กก.

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 43 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

ไข่..... 9 0 + นก

ปลา..... 1 9 0 นก

ทั้งหมด..... 2 8 0 นก

สรุปคำตอบ... 2.80

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ ไข่และปลาบวกกันได้

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 44 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

วิธีทำ $\frac{3}{4}$ จก.

แปลง $\frac{1}{14}$ จก.

ทั้งหมด $= \frac{1}{14} + \frac{3}{4} = \frac{2}{28} + \frac{21}{28} = \frac{23}{28}$

$= \frac{23}{28} = 2$ จก.

สรุปคำตอบ $\frac{23}{28}$ จก. หรือ 2 จก.

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ $\frac{23}{28}$ ไม่ได้ออกค่าทางลบและค่า

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 45 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

วิธีทำ $\frac{2}{4}$

$\frac{205}{299}$ ①

สรุปคำตอบ $\frac{205}{299}$

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ $\frac{205}{299}$ ไม่ได้ออกค่าทางลบและค่า

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 46 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสัมพันธ์

วิธีทำ

ผลบวกของเศษส่วนที่มีตัวส่วนต่างกัน ให้หาตัวคูณร่วมน้อย แล้วนำเศษส่วนนั้นไปคูณด้วยจำนวนที่ทำให้ตัวส่วนเป็นเท่ากัน

เช่น

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$

พจน์แรก คูณด้วย 3 ได้ $\frac{3}{6}$

พจน์ที่สอง คูณด้วย 2 ได้ $\frac{2}{6}$

$$\frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

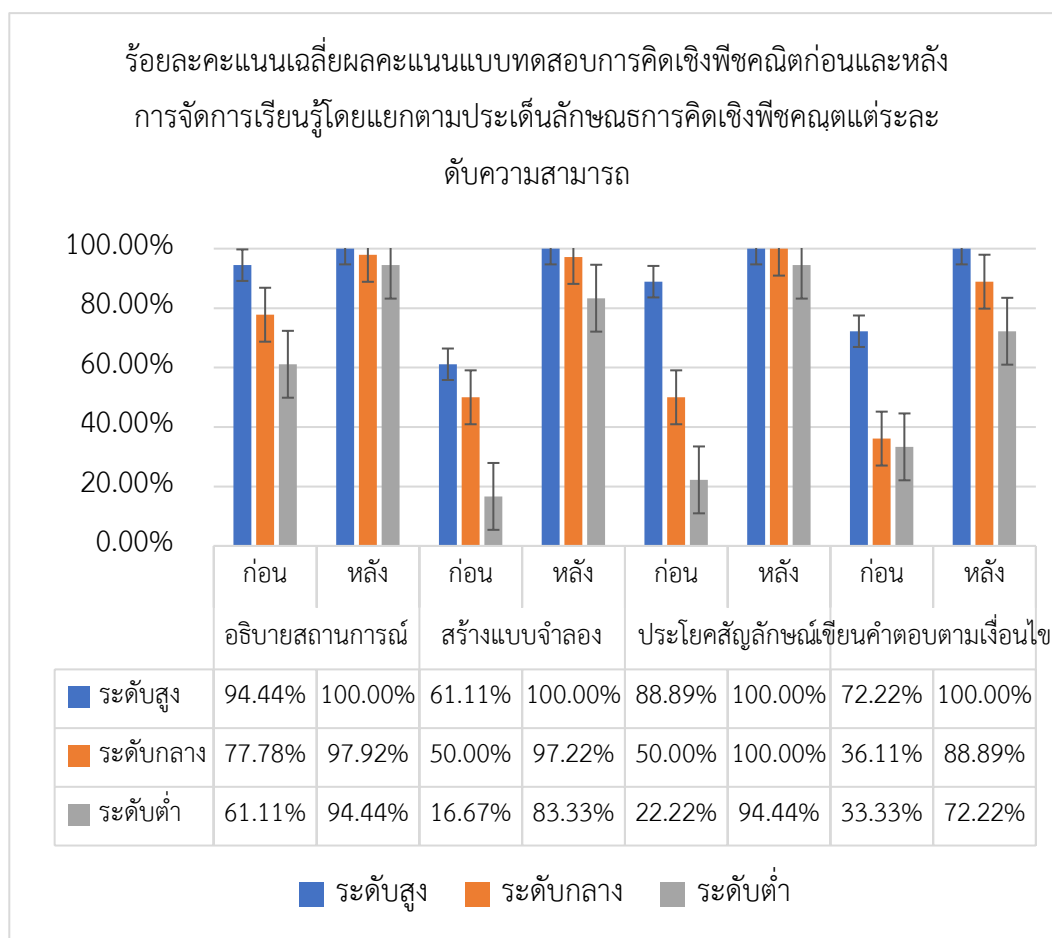
สรุปคำตอบ... $\frac{5}{6}$ หรือ $1\frac{1}{6}$

คำตอบที่ได้ ☒ สมเหตุสมผล เพราะ.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ภาพ 47 แสดงการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ พร้อมระบุความสมเหตุสมผลของนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำหลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ซึ่งสามารถอธิบายเปรียบเทียบการเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูง ก่อนการจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินการหาคำตอบและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถระบุความสมเหตุสมผลหรือให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบคำตอบได้ นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำก่อนการจัดการเรียนรู้ไม่สามารถสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้ถูกต้อง อีกไม่สามารถดำเนินการหาคำตอบและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ได้ อีกทั้งยังไม่สามารถระบุความสมเหตุสมผลหรือเหตุผลของคำตอบได้ แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงและปานกลางสามารถดำเนินการหาคำตอบและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขได้ แต่นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำยังพบว่ายังเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด และบางคนที่ไม่สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล



ภาพ 48 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตในแต่ละ
ประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตของนักเรียนแต่ละระดับความสามารถ

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทั้ง 4 ลักษณะจากแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ดังที่แสดงในภาพ 48 สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิด โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สามารถส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตของ นักเรียนได้ทุกระดับความสามารถ และครอบคลุมทุกลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต โดยก่อน การจัดการเรียนรู้นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงสามารถอธิบายสถานการณ์และหาคำตอบได้ แต่ ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลอง และให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการและคำตอบได้ นักเรียนที่มี ความสามารถระดับปานกลางสามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลอง เลือกใช้ตัวดำเนินการและหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล แต่หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงและปานกลาง สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการ อธิบาย สร้างแบบจำลองเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล อีกทั้งยังสามารถประยุกต์สัญลักษณ์และหา

คำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำได้เพียงอธิบายสถานการณ์แต่คำตอบก็ยังไม่ถูกต้องชัดเจนทั้งหมด ทั้งนี้หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ปัญหา สร้างแบบจำลองเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล อีกทั้งสร้างประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ในส่วนของการหาคำตอบ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบเพื่อเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินการที่นักเรียนยังขาดทักษะทำให้นักเรียนได้คำตอบไม่ถูกต้อง จึงไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองได้ ทั้งนี้เรียนอาจจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการฝึกฝนเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง



บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่4 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ซึ่งใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา2564 จำนวน 8 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แบ่งข้อมูลเป็นส่วน ๆ (Part whole model) แผนการจัดการเรียนรู้ที่2 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล (The comparison model) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่3 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละสถานการณ์ปัญหารูปแบบแบบจำลองที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล (The changed model) ใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังการเรียนรู้แต่ละวงจร แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต(ย่อย) จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้

แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีพัฒนาการด้านการคิดเชิงพีชคณิตอย่างทั่วถึงทุกระดับความสามารถ โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นเตรียมความพร้อม เป็นขั้นที่เตรียมให้นักเรียนรู้จักแนวคิดโมเดลเมธอด เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนนำไปใช้ในการฝึกฝนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตในขั้นถัดไป มีจุดเน้นดังนี้

1.1.1 เตรียมสถานการณ์ที่ครอบคลุมทั้งการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละตรงตามรูปแบบสถานการณ์ในแต่ละวงจร

1.1.2 สาธิตการแก้ปัญหาและใช้คำถาม โดยเรียงลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดโมเดลเมธอด คือ การอธิบายสถานการณ์ปัญหา การสร้างแบบจำลอง การแปลงแบบจำลองเป็นประโยคสัญลักษณ์ และการดำเนินการแก้ปัญหา อีกทั้งต้องเน้นคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง การอธิบายความหมายเกี่ยวกับปริมาณของเศษส่วนที่แสดงในแต่ละส่วนของแบบจำลอง การอธิบายความหมายหรือความสัมพันธ์ของแต่ละช่วงความสัมพันธ์ของแบบจำลองกับสถานการณ์ปัญหา โดยทำการแตกประเด็นปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความคุ้นเคย สามารถคิดวิเคราะห์และสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้

1.1.3 การสาธิตและแนะนำให้นักเรียนสร้างควรใช้สิ่งที่ต่างกันในการสร้างแบบจำลองแทนข้อมูลแต่ละตัว และสร้างเส้นแบ่งช่วงความสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของข้อมูล เข้าใจและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น

1.1.4 ในการเลือกนักเรียนสำหรับตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นควรเลือกแบบเจาะจงผสมกับการขออาสาสมัคร เพื่อสร้างโอกาสและประสบการณ์แก่นักเรียนอย่างทั่วถึง อีกทั้งใช้ตัวเสริมแรงทางบวก เช่น การให้ดาวแทนความสำเร็จ หรือรางวัล เพื่อเป็นสิ่งเร้าความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม

1.2 ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญ ด้วยการร่วมมือกันในการนำความรู้เรื่องโมเดลเมธอดมาใช้ในการสร้างชิ้นงานโดยมีครูทำหน้าที่อำนวยความสะดวกมีจุดเน้นดังนี้

1.2.1 คอยตรวจสอบ และกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนให้ความร่วมมือในการอภิปรายภายในกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็น มีโอกาสได้ลงมือทำชิ้นงานทุกคน ได้ร่วมกันฝึกซ้อมการนำเสนอชิ้นงานและตอบคำถาม ทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองและอธิบายช่วยเหลือกันและกัน เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอด

1.2.2 สร้างการอภิปรายทั้งชั้นเรียนด้วยการใช้คำถามที่ครอบคลุมประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต ให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอชิ้นงานตอบคำถาม และให้นักเรียนใน

ห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบของเพื่อน ทำให้นักเรียนพัฒนาการคิดเชิงพีชคณิตของตนได้ เพราะได้ตรวจสอบคำตอบและความเข้าใจของตน

1.3 ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง และได้รับการช่วยเหลือเป็นรายบุคคล มีครูและเพื่อนในกลุ่มให้ความช่วยเหลือตามประเด็นและระดับที่ต้องการมีจุดเน้นดังนี้

1.3.1 เตรียมแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบที่คำถามครอบคลุมทุกประเด็น ลักษณะการคิดเชิงพีชคณิตเพื่อทำการวิเคราะห์และให้ความช่วยเหลือได้ตรงตามประเด็น

1.3.2 ให้ความสำคัญกับขั้นตอนการให้ความช่วยเหลือ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ช่วยแก้ไขและพัฒนาการเรียนได้ตรงตามประเด็น และเหมาะสมตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล อีกทั้งนักเรียนที่ให้ความช่วยเหลือยังได้ทบทวนความรู้ ฝึกประสบการณ์ไปในตัว

1.3.3 ให้ความช่วยเหลือและให้นักเรียนลงมือทำแก้ไข เฉพาะข้อตามประเด็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยมีครูเป็นผู้ตรวจและใช้เกณฑ์การประเมินตามที่ออกแบบไว้ เพื่อที่จะสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงตามประเด็นที่ต้องการ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล อีกทั้งยังสามารถกระชับเวลาในการให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้เสร็จตามเวลาที่กำหนด

1.4 ขั้นสรุปทบทวน

1.4.1 ใช้สถานการณ์ที่รูปแบบสถานการณ์สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ที่เรียน และที่เคยเรียน เพื่อเป็นการทบทวนให้นักเรียนเข้าใจ ทำให้นักเรียนตระหนักและเห็นถึงรูปแบบสถานการณ์ที่มีความแตกต่างกัน

1.4.2 ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมตอบถามและแสดงความคิดเห็น โดยครูทำการสรุปคำตอบ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการวิเคราะห์ตรวจสอบเกี่ยวกับความคิดเห็นที่หลากหลายทั้งยังได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับคำตอบที่ถูกและได้รับการแก้ไขสำหรับความคิดเห็นที่แสดงถึงความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อน

1.4.3 เลือกนักเรียนเพื่อตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นจากการเลือกแบบเจาะจง ผสมกับการขออาสาสมัคร ทั้งนี้ในการเลือกแบบเจาะจงควรเลือกนักเรียนตามระดับการได้รับการช่วยเหลือจากมากไปน้อย ทำให้นักเรียนที่ยังต้องการเวลาฝึกฝนมีประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดเพื่อวิเคราะห์ตอบคำถามมากขึ้นตามระดับความสามารถ และใช้ตัวเสริมแรงทางบวกเพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม

2. เปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต พบว่านักเรียนทุกคนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีคะแนน

เฉลี่ยจากแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้ ดังจะเห็นได้ในภาพ 25

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ สามารถสรุปได้ว่า นักเรียนทุกระดับความสามารถมีพัฒนาการการคิดเชิงพีชคณิตสูงขึ้นหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคน และทุกกลุ่มระดับความสามารถสูงขึ้นทุกประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิตซึ่งเมื่อนำคะแนนมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายเปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงสามารถอธิบายสถานการณ์และหาคำตอบได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลอง และให้เหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการและคำตอบได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับปานกลางสามารถอธิบายสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างแบบจำลอง เลือกใช้ตัวดำเนินการและหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล แต่หลังจากการได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับสูงและปานกลาง สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบาย สร้างแบบจำลองเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้สัญลักษณ์และหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำก่อนการได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำได้เพียงอธิบายสถานการณ์แต่คำตอบก็ยังไม่ถูกต้องชัดเจนทั้งหมด ทั้งนี้หลังจากการจัดการเรียนรู้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ปัญหา สร้างแบบจำลองเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล อีกทั้งสร้างประยุกต์สัญลักษณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ในส่วนของการหาคำตอบ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถหาคำตอบเพื่อเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด เนื่องจากปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินการที่นักเรียนยังขาดทักษะทำให้นักเรียนได้คำตอบไม่ถูกต้อง จึงไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของตนเองได้ ทั้งนี้นักเรียนอาจจำเป็นต้องได้รับโอกาสในการฝึกฝนเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการหาคำตอบได้ถูกต้อง

อภิปรายผล

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถ โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดรวมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิตหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร พบว่า นักเรียนทุกระดับ

ความสามารถที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI มีพัฒนาการด้านการคิดเชิงพีชคณิต โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1.1 แนวทางการจัดการเรียนรู้ในขั้นเตรียมความพร้อม

การเตรียมสถานการณ์ที่ครอบคลุมทั้งการบวกการลบและตรงตามรูปแบบสถานการณ์ เพื่อสาธิตการแก้ปัญหาและใช้คำถามโดยเรียงลำดับตามขั้นตอนการแก้ปัญหาตามแนวคิดโมเดลเมธอด อีกทั้งต้องเน้นคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลอง การอธิบายความหมายของแบบจำลอง โดยทำการแตกประเด็นปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ทำให้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคุ้นเคยและสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ปริณิษฐ์ จันทรหอม(2555) ที่พบว่าแนวคิดโมเดลเมธอด เป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนสามารถตีความจากโจทย์ปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น มองเห็นปัญหาและมีวิธีการคิดที่หลากหลาย อีกทั้ง ทิศนา แคมณี(2559) ยังกล่าวอีกว่า ผู้สอนจำเป็นต้องใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และควรพัฒนาทักษะการคิดที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม จึงจะสามารถพัฒนาส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคิดสูงขึ้น

นอกจากนี้ในการสาธิตและแนะนำให้นักเรียนสร้างใช้สิ่งที่ต่างกันในการสร้างแบบจำลองแทนข้อมูลแต่ละตัว และสร้างเส้นแบ่งช่วงความสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของข้อมูล เข้าใจและสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสถานการณ์ได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM(2000) ได้กล่าวว่า การจัดเรียง การลำดับ ใช้สิ่งที่แตกต่างเช่นสี ขนาด สามารถช่วยให้นักเรียนจัดระเบียบความคิด สามารถสังเกตเห็นและเข้าใจความแตกต่างได้ง่าย และยังสอดคล้องกับพิรดา วิชามุข(2562) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ของการสอนด้วยวิธีปกติควบคู่กับการใช้บาร์โมเดล ซึ่งพบว่า การใช้บาร์โมเดลเป็นการทำความเข้าใจในลักษณะของรูปธรรม และการใช้บาร์โมเดลจะช่วยลดความซับซ้อนของสมการ ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้นนอกจากนี้ การเลือกนักเรียนสำหรับตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นควรเลือกแบบเจาะจงผสมกับการขออาสาสมัคร เพื่อสร้างโอกาสและประสบการณ์แก่นักเรียนอย่างทั่วถึง อีกทั้งใช้ตัวเสริมแรงทางบวก เช่น การให้ดาวแทนความสำเร็จ หรือรางวัล เป็นสิ่งเร้าความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยครูควรจะสามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ด้วยการใช้คำถามที่ให้นักเรียนอธิบาย หรือแสดงความคิดเห็น และกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจและสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์

1.2 ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม

คอยตรวจสอบ กระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มระหว่างร่วมกันศึกษา สร้างชิ้นงานนำเสนอ อีกทั้งต้องสร้างการอภิปรายให้เกิดขึ้นในชั้นเรียนด้วยการใช้คำถามที่ครอบคลุมประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต ให้นักเรียนกลุ่มที่นำเสนอชิ้นงานตอบคำถาม และให้นักเรียนในห้องร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ

คำตอบของเพื่อน เนื่องจากอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบ แก้ไขเกี่ยวกับความเข้าใจของตนเองและเพื่อน ซึ่งสอดคล้องกับชนกนันท์ จันทรอร่าม (2561) ที่กล่าวว่า การอภิปรายร่วมกันทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการที่มีความแตกต่างกันออกไป ทำให้เกิดการเปรียบเทียบและยอมรับฟังแนวคิดของกลุ่มอื่น ที่มีเหตุผลที่ดีและสมเหตุสมผล และยังสอดคล้องกับพิชากร ปริญากาญจน์ (2561) ที่กล่าวว่านักเรียนส่วนใหญ่สนใจ และกระตือรือร้นต่อการเรียน และการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม อีกทั้งยังมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ และเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์

1.3 ขั้นฝึกทักษะและประเมินผลรายบุคคล

เตรียมแบบฝึกทักษะ และแบบทดสอบที่คำถามครอบคลุมทุกประเด็นลักษณะการคิดเชิงพีชคณิต และให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองเพื่อทำการวิเคราะห์และให้ความช่วยเหลือได้ตรงตามประเด็น อีกทั้งให้ความสำคัญในขั้นตอนการให้ความช่วยเหลือ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ช่วยแก้ไขและพัฒนาให้นักเรียนได้ตรงตามประเด็น และเหมาะสมตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล อีกทั้งให้นักเรียนที่ให้ความช่วยเหลือยังได้ทบทวนความรู้สึกระบบการนำไปในตัว ให้ความช่วยเหลือและให้นักเรียนลงมือทำแก้ไข เฉพาะข้อตามประเด็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์ โดยมีครูเป็นผู้ตรวจและใช้เกณฑ์การประเมินตามที่ยกแบบไว้ เพื่อที่จะสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงตามประเด็นที่ต้องการ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับเต็มดวง ปากวิเศษ (2562) ที่วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบร่วมมือเทคนิค TAI โดยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ปฏิบัติตามกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ ปรีวี อ่อนสะอาด (2556) ที่กล่าวว่าการแบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถ TAI ทำให้นักเรียนสามารถอธิบายให้ความช่วยเหลือจนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ เนื่องจากนักเรียนอยู่ในวัยเดียวกันจึงทำให้ภาษาที่ใช้ระหว่างกันเข้าใจง่ายขึ้น และสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล จิระประภา คำภาเกะ (2563) ได้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิดที่ให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนเพราะเป็นทางที่ช่วยส่งเสริมนักเรียน โดยนักเรียนที่เรียนอ่อนได้รับการเอาใจใส่จากครูหรือเพื่อน และช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนตลอดเวลาเนื่องจากนักเรียนได้ฝึกทักษะด้วยตนเอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ อรรวรรณ อยู่แท้กุล (2563) ที่กล่าวว่าการทำให้นักเรียนเกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่ม สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้เนื่องจากนักเรียนเข้าใจในบทเรียนนั้นได้ดียิ่งขึ้น

1.4 ขั้นสรุปบทเรียน

ใช้สถานการณ์ที่รูปแบบสถานการณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคย ประกอบกับใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็น โดยครูทำการสรุปอธิบายคำตอบที่ถูกและแก้ไขสำหรับความคิดเห็นที่แสดงถึงความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อน ทำให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหา

ได้ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนได้แลกเปลี่ยน และเห็นความเชื่อมโยงของการแก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลองชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ ชนกนันท์ จันทอร่าม(2561) ที่กล่าวว่าขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของผู้เรียนทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่แตกต่างจากเดิมและส่งผลให้เกิดความรู้ใหม่ที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่มีเหตุผล เพื่อประกอบการตัดสินใจที่เป็นไปได้และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2. เพื่อเปรียบเทียบการคิดเชิงพีชคณิตก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลจากการวิเคราะห์แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีการคิดเชิงพีชคณิตสูงขึ้นทุกระดับความสามารถ และสูงขึ้นทุกประเด็นลักษณะที่แสดงถึงการคิดเชิงพีชคณิต โดยนักเรียนที่มีความสามารถสูง และปานกลางสามารถประยุกต์ใช้แนวคิดโมเดลเมธอดในการอธิบายสถานการณ์ นำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเลือกใช้ตัวดำเนินการและเขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์โดยคำนึงถึงความสะดวกสมเหตุสมผลได้ นักเรียนที่มีความสามารถระดับต่ำ สามารถใช้โมเดลเมธอดในการอธิบายสร้างแบบจำลองโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอด และแปลงแบบจำลองเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล เนื่องจากนักเรียนสามารถอธิบาย วิเคราะห์ ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายขึ้นจากการที่นักเรียนได้ฝึกฝนสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดเพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล มีโอกาสได้รับการสนับสนุน อธิบายช่วยเหลือ และฝึกฝนเพิ่มเติมในการสร้างแบบจำลองและใช้ประโยชน์จากแบบจำลองในการเชื่อมโยงสู่การเลือกใช้ตัวดำเนินการและหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลตามความแตกต่างของแต่ละบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบของ วันวิสา พุทธิระ (2557) และ Kevin Mahoney (2012) ทั้งนี้เพราะโมเดลเมธอดทำให้นักเรียนได้ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมแล้วเขียน แสดงความสัมพันธ์เป็นภาพ หรือเส้นจำนวน หรือรูปภาพ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจปัญหายากมากขึ้น สามารถเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนการแสดงปัญหา และขั้นตอนการแก้ปัญหา ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและตัวแปรในปัญหา ซึ่งทำให้สามารถเลือกการดำเนินการที่ถูกต้องเพื่อดำเนินการได้ ซึ่งทักษะเหล่านี้พัฒนาผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI ที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีความสามารถที่แตกต่างและต้องทำงานแบบรายบุคคลซึ่งเป็นช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนประเมินพัฒนาการของผู้เรียนและเข้าช่วยเหลือในประเด็นที่ต้องการความช่วยเหลือ ในรูปแบบที่เหมาะสม การกำหนดรูปแบบการช่วยเหลือตามระดับความต้องการความช่วยเหลือ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยกัน และส่งผลให้นักเรียนทุกระดับความสามารถเกิดการพัฒนา (Hasbi, 2018) และเนื่องจากการคิดเชิงพีชคณิตเกี่ยวกับการสื่อสาร การที่นักเรียนได้ช่วยเหลือกันทำให้เกิดการสื่อสารระหว่างนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา (Tinungki, 2015) ซึ่งอาจเป็นผลส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตมากขึ้น

แต่อย่างไรก็พบ งานวิจัยนี้พบว่ามึนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงแบบจำลองในการเขียนคำตอบในการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล จากการสังเกตพบว่านักเรียนไม่นำแบบจำลองมาร่วมพิจารณา เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการไม่ถูกต้อง นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงหาเหตุผลที่สอดคล้องกับแบบจำลองได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจร ซึ่งทำการศึกษาในกลุ่มเป้าหมายกลุ่มเล็ก ทำให้ผลการวิจัยจึงอาจจะยังไม่สามารถสรุปเป็นหลักการทั่วไปได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยเชื่อว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ค้นพบจะเป็นประโยชน์ต่อคุณครูที่ต้องการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดเชิงพีชคณิตได้อย่างทั่วถึงทุกระดับความสามารถ ดังนั้นการนำผลวิจัยไปใช้ควรพิจารณาถึงความแตกต่างและปรับปรุงแก้ไขให้ตรงตามบริบทของชั้นเรียน

2. เนื่องจากผู้วิจัยใช้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาตามแนวคิดโมเดลเมธอด 3 รูปแบบ สถานการณ์ และสอนทีละรูปแบบสถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์อาจจะมีความยากง่ายแตกต่างกันสำหรับผู้เรียนแต่ละระดับความสามารถ ผู้สอนควรคำนึงถึงการจัดสรรเวลาในการเรียนรู้ในแต่ละสถานการณ์ปัญหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. จากการศึกษาครั้งนี้ ใช้สถานการณ์ปัญหาที่เป็นการบวก และลบเท่านั้น ดังนั้นข้อค้นพบอาจจะไม่ครอบคลุมทุกสถานการณ์ปัญหา ทั้งนี้ในการส่งเสริมให้นักเรียนมีการคิดเชิงพีชคณิตที่สูงขึ้น ควรศึกษาโดยใช้สถานการณ์ปัญหาการคูณ การหาร หรือโจทย์ปัญหาระคน

2. จากข้อค้นพบของงานวิจัยในครั้งนี้พบว่า การคิดเชิงพีชคณิตด้านการเขียนคำตอบจากเงื่อนไขในสถานการณ์เป็นด้านที่ผู้เรียนได้คะแนนก่อนเรียนต่ำที่สุด และ การคะแนนหลังเรียนมีการพัฒนาแต่ในระดับที่ต่ำกว่าการพัฒนาในด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการศึกษาวิจัยปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตด้านการเขียนคำตอบจากเงื่อนไขในสถานการณ์และศึกษากระบวนการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านดังกล่าว



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จินตวีพร เขมะจารีย์กุล. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้และการประเมินแฟ้มงานในวิชาแนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 16(2), 59-71.
- จิระประภา คำภาเกะ. (2021). *THE DEVELOPMENT OF PROBLEM SOLVING SKILL IN MATHEMATICS ON PRISM AND CYLINDER USING THINK-PAIR-SHARE WITH MATHEMATICS GAME OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS*. Silpakorn University, Chonburi.
- ชนกนันท์ จันทร อร่าม. (2019). การพัฒนา กิจกรรมการ เรียนรู้ โดยวิธี การแบบเปิดเพื่อ ส่งเสริม ความสามารถในการ ให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 2. *Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University*, 6(1), 118-133.
- ฒิชากร ปริญญากาญจน์. (2020). การ พัฒนา ชุด กิจกรรม การ เรียน รู้ ร่วม กับ การ จัดการ เรียน รู้ แบบ ร่วมมือ ด้วย เทคนิค TAI เพื่อ พัฒนา ผล การ เรียน รู้ เรื่อง การ บวก และ การ ลบ เลข ของ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 2. วารสาร ศึกษา ศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปการ, 17(2), 115-128.
- ณัชชา กมล. (2015). ตัว แบบ ของ โซ โล: กรอบ แนวคิด ใน การ วิเคราะห์ การ คิด เชิง คณิตศาสตร์ (SOLO MODEL: A FRAMEWORK FOR ANALYZING MATHEMATICAL THINKING). *Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences)*, 7(14), 218-227.
- เต็มดวง ปาก วิเศษ, ภูษิตบุญ ทอง เถิง, & ธัญญลักษณ์ เขจรภักดี. (2019). การ พัฒนา กิจกรรม การ เรียน รู้ คณิตศาสตร์ แบบ ร่วมมือ เทคนิค TAI ร่วม กับ ชุด การ เรียน เรื่อง ความ น่า จะ เป็น กลุ่ม สาระ การ เรียน รู้ คณิตศาสตร์ ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 5. *Rajabhat Maha Sarakham University Journal*, 13(1), 119-127.
- ทิตนา แหมมณี. (2545). รูปแบบการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.
- ทิตนา แหมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แหมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นาคยา ปิณฑานนท์. (2543). การเรียนแบบร่วมมือ. บริษัท จูนพับลิชชิง จำกัด.
- ประวี อ่อนสะอาด. (2014). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษา ปี ที่ 2 หลังการ จัดการเรียนการสอนแบบ กลุ่มช่วย ราย บุคคล(TAI) กับ การสอนตาม ปกติ.
- ประทีนรัตน์ นิยมสิน (2554). การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดการเรียนรูปแบบร่วมมือเทคนิค TAI และ เทคนิค TGT กับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสาร มทร.อีสาน, 4 ครั้งที่2.
- ปริณัฏร์ จันท์หอม. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ และโมเดลเมธอดที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงพีชคณิตและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย., กรุงเทพมหานคร.
- พริดา วิชามุข. (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วน และร้อยละด้วยวิธีการสอนปกติควบคู่กับวิธีบาร์โมเดลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม, ปีที่ 18 ฉบับ 2 เดือน พ.ค. -ส.ค. 62.
- รัชณี จงกศิริ. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นรายบุคคล(TAI) และการเรียนรู้ตามคู่มือครู. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2546). แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- วันวิสา พุทจิระ. (2016). การ จัดการ เรียน รู้ ตาม แนวคิด โมเดลเมธอดเพื่อ พัฒนาการ คิด เชิงพีชคณิต ของ นักเรียน ชั้น ประถม ศึกษา ปี ที่ 5. มหาวิทยาลัย ศิลปากร,
- ศิริวรรณ วณิชวัฒนารชัย. (2559). วิธีสอนทั่วไป (*Method of Teaching*) (พิมพ์ครั้งที่2). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2551(ฉบับปรับปรุง2560). กรุงเทพฯ: สสวท.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ไสว พักขาว. (2544). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.

- อรรวรรณ อยู่แท้กุล. (2021). ผลการจัดการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ ปัญหาของคนโดย ใช้การเรียนรู้ เทคนิค การจัด กลุ่มแบบ าย บุคคลร่วมกับ กระบวนการแก้ ปัญหาของโพลยาที่มีต่อผล สัมฤทธิ์ทางการ เรียน และความสามารถในการ คิดแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3. มนุษย สังคม สาร (ม ส ส.) คณะ มนุษยศาสตร์ และ สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏ บุรีรัมย์, 19(1), 97-116.
- Artzt, Alice F, & Newman, Claire M. (1990). Implementing the standards: Cooperative learning. *The mathematics teacher*, 83(6), 448-452.
- Booker, George, & Windsor, Will. (2010). Developing algebraic thinking: Using problem-solving to build from number and geometry in the primary school to the ideas that underpin algebra in high school and beyond. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 8, 411-419.
- Cai, Jinfa, Lew, Hee Chan, Morris, Anne, Moyer, John C, Fong Ng, Swee, & Schmittau, Jean. (2005). The development of students' algebraic thinking in earlier grades. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(1), 5-15.
- Cai, Jinfa, Ng, Swee Fong, & Moyer, John C. (2011). Developing students' algebraic thinking in earlier grades: Lessons from China and Singapore. In *Early algebraization* (pp. 25-41): Springer.
- Englard, Lisa. (2010). Raise the bar on problem solving. *Teaching children mathematics*, 17(3), 156-163.
- Har, Ban, & Yeap. (2008). Using a model approach to enhance algebraic thinking in the elementary school mathematics classroom. In *Algebra and algebraic thinking in school mathematics (70th yearbook)*. Reston Virginia: NCTM.
- Hasbi, M, & Putri, Febriyani. (2018). Improvement Mathematics Problem Solving Ability of the Students Taught by Using Team Assisted Individualization Cooperative Learning Model. *Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 6(2), 125-133.
- Johnson, David W, & Johnson, Roger T. (2004). Cooperation and the use of technology.
- Kieran, Carolyn. (2004). The core of algebra: Reflections on its main activities. In *The Future of the Teaching and Learning of Algebra The 12thICMI Study* (pp. 21-33): Springer.

- Mahoney, Kevin. (2012). *Effects of Singapore's โมเดลเมธอด on elementary student problem solving performance: Single subject research*. Northeastern University,
- Mahoney, Kevin T. (2012). Individual differences and emotional labor: An experiment on positive display rules. *Personality and Individual Differences*, 53(3), 251-256.
- Mathematics, National Council of Teacher of. (2000). *Understand patterns, relations, and functions*. Reston: VA: Author.
- Matos, Ana, & Ponte, João Pedro da. (2009). Exploring functional relationships to foster algebraic thinking in grade 8. *Quaderni di Ricerca in Didattica (Matematica)*, 1-9.
- Slavin, Robert E. (1990). Research on cooperative learning: Consensus and controversy. *Educational leadership*, 47(4), 52-54.
- Tinungki, Georgina Maria. (2015). The Role of Cooperative Learning Type Team Assisted Individualization to Improve the Students' Mathematics Communication Ability in the Subject of Probability Theory. *Journal of Education and Practice*, 6(32), 27-31.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคTAI สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่4 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนิต พูนไฟบูลย์พิพัฒน์

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร

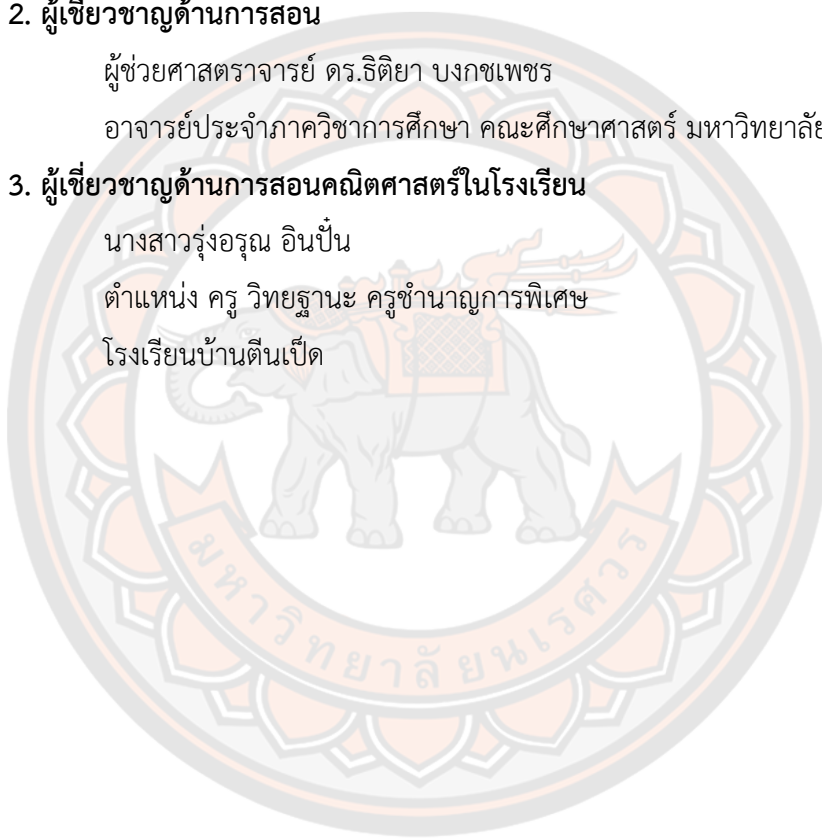
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

นางสาวรุ่งอรุณ อินปัน

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนบ้านดินเปิด



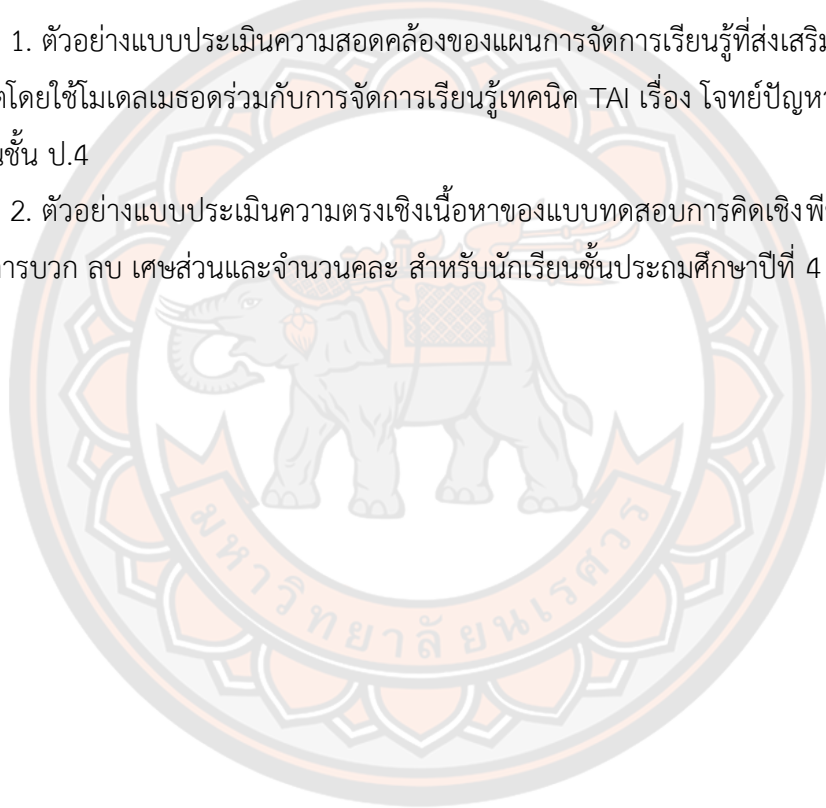
**ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้องของเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมทักษะ
การคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI เรื่อง
โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ป.4**

1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิง
พีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับ
นักเรียนชั้น ป.4

2. ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต เรื่อง โจทย์ปัญหา
การบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิง
พีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับ
นักเรียนชั้น ป.4

2. ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต เรื่อง โจทย์
ปัญหาการบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิคTAI เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ป.4

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		
	คนที่	คนที่	คนที่	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
	1	2	3			เหมาะสม
1. สารและมาตรฐานการเรียนรู้						
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สารสำคัญ						
2.1 สารสำคัญสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ตัวชี้วัด						
3.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับสารและมาตรฐานการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้						
4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการคิดเชิงพีชคณิต	4	4	4	4.00	0.00	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้						
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	3	5	4.00	1.00	มาก
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการวัดและการประเมิน	4	4	5	4.33	0.58	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		
	คนที่	คนที่	คนที่	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ
	1	2	3			เหมาะสม
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับ การส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิต	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6. สื่อการเรียนรู้						
6.1 แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.2 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับ มาตรฐานและตัวชี้วัด	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.3 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
6.4 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความ สอดคล้องกับการคิดเชิงพีชคณิต	4	4	5	4.33	0.58	มาก
7. การวัดและประเมินผล						
7.1 เกณฑ์การวัดมีความชัดเจน สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2 เกณฑ์การวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.3 เกณฑ์การวัดสอดคล้องกับสื่อการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
7.4 เกณฑ์การวัดครอบคลุมการประเมินการ คิดเชิงพีชคณิต	4	4	4	4.00	0.00	มาก
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด				4.35	0.33	มาก

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต เรื่อง
 โจทย์ปัญหาการบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิง
 พิชณนิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้เทคนิค TAI เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน
 สำหรับนักเรียนชั้น ป.4

ระดับประเมิน	5	หมายถึง	มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/เหมาะสมมากที่สุด
	4	หมายถึง	มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/เหมาะสมมาก
	3	หมายถึง	มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/เหมาะสมปานกลาง
	2	หมายถึง	มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/เหมาะสมน้อย
	1	หมายถึง	มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. สารและมาตรฐานการเรียนรู้					
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
2. สารสำคัญ					
2.1 สารสำคัญสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. ตัวชี้วัด					
3.1 ตัวชี้วัดสอดคล้องกับสารและมาตรฐานการเรียนรู้					
4. จุดประสงค์การเรียนรู้					
4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด					
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการคิดเชิง พิชณนิต					
5. กิจกรรมการเรียนรู้					
5.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
5.2 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด					
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับการวัดและการประเมิน					
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมการคิด เชิงพิชณนิต					

รายการประเมิน	ระดับประเมิน				
	5	5	5	5	5
6. สื่อการเรียนรู้					
6.1 แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.2 แบบทดสอบมีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด					
6.3 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6.4 แบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับการคิดเชิงพีชคณิต					
7. การวัดและประเมินผล					
7.1 เกณฑ์การวัดมีความชัดเจน สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
7.2 เกณฑ์การวัดสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.3 เกณฑ์การวัดสอดคล้องสื่อการเรียนรู้					
7.4 เกณฑ์การวัดครอบคลุมการประเมินการคิดเชิงพีชคณิต					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ตัวอย่าง แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต เรื่องโจทย์ปัญหา

การบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

+1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.1. เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.4/13 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วน และจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์ และอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ

2. สร้างและนำเสนอแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดรูปแบบ

3. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

4. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

5. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม

รายการประเมิน	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ค่าดัชนี			ความสอดคล้อง
		+1	0	-1	
สถานการณ์ปัญหาที่1 : แม่ไปตลาดซื้อหมู $\frac{3}{4}$ กิโลกรัม ซื้อปลา $1\frac{1}{4}$ กิโลกรัม แม่ซื้อหมูและปลาทั้งหมดกี่กิโลกรัม					
1. จงวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา	ข้อที่ 1.				
1.1. สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่องใด					
1.2. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คืออะไร					
1.3. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คืออะไร					
2. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทน	ข้อที่ 2.				
สถานการณ์ปัญหาที่1					
3. ประโยคสัญลักษณ์ และบอกเหตุผลของ ตัวดำเนินการ	ข้อที่ 3.				
4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุ ความสมเหตุสมผลของคำตอบ					
สถานการณ์ปัญหาที่2 : แม่มีนมเย็น $2\frac{1}{4}$ ลิตร ต้องการทำชาวมให้มีปริมาณมากกว่านมเย็น $\frac{1}{2}$ ลิตร แม่ต้องทำชาวมเท่าไร					
5. จงอธิบายปริมาณของข้อมูลจาก	ข้อที่ 1.				
สถานการณ์ปัญหา					
5.1. $2\frac{1}{4}$ ลิตร คืออะไร					
5.2. $\frac{1}{2}$ ลิตร คืออะไร					
6. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทน	ข้อที่ 2.				
สถานการณ์ปัญหาที่2					
7. ประโยคสัญลักษณ์ และบอกเหตุผลของ ตัวดำเนินการ	ข้อที่ 3.				

รายการประเมิน	ลักษณะ การคิดเชิง พีชคณิต	ค่าดัชนี			ความสอดคล้อง
		+1	0	-1	
8. เขียนคำตอบตามเงื่อนไข	ข้อที่ 4.				
8.1 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร และควรมีค่า หรือปริมาณมากกว่าหรือน้อยกว่า					
$2\frac{1}{4}$ ลิตร เพราะอะไร					
8.2 จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุ ความสมเหตุสมผล					
สถานการณ์ปัญหาที่ 3 : แม่มีนมเย็น $2\frac{1}{4}$ ลิตร ต้องการทำขนมให้มีปริมาณมากกว่านมเย็น $\frac{1}{2}$ ลิตร แม่ต้องทำขนมเท่าไร					
9. จงวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา	ข้อที่ 1.				
9.1. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คืออะไร					
9.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คืออะไร					
10. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทน	ข้อที่ 2.				
สถานการณ์ปัญหาที่ 3					
11. ประโยคสัญลักษณ์ และบอกเหตุผลของ	ข้อที่ 3.				
ตัวดำเนินการ					
12. เขียนคำตอบตามเงื่อนไข	ข้อที่ 4.				
12.1 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร.					
ควรมีค่าหรือปริมาณมากกว่าหรือน้อยกว่า					
$1\frac{3}{4}$ ลิตร เพราะอะไร					
12.2 14. จงดำเนินการหาคำตอบและ พร้อมระบุความสมเหตุสมผล					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ เศษส่วนและจำนวนคละ

2. ตัวอย่างใบกิจกรรมกลุ่ม

3. ตัวอย่างแบบฝึกทักษะ

4. ตัวอย่างแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้รายบุคคล

5. ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต

6. ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตตามระดับความสามารถโดยใช้แนวคิด

โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI

สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้ จำนวนและพีชคณิต ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

รหัสวิชา ค14101

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เศษส่วน จำนวน 4 คาบ

เวลา 240 นาที

สาระการเรียนรู้

โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.1. เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.4/13 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวกและโจทย์ปัญหาการลบเศษส่วนและจำนวนคละที่ตัวส่วนตัวหนึ่งเป็นพหุคูณของอีกตัวหนึ่ง

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน

3. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
2. สร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด รูปแบบ The comparison model
3. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
4. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
5. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ ต้องเริ่มจากการอ่านทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหาเพื่อระบุสิ่งที่โจทย์ปัญหาระบุมาให้ นำมาวิเคราะห์หาคืออะไร จากนั้นจึงสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด รูปแบบ The comparison model ในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบหรือข้อมูลที่มีความแตกต่างกัน ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อแทนความสัมพันธ์ของข้อมูล ตรวจสอบประเด็นเงื่อนไขสำคัญเพื่อใช้วางแผน โดยการเขียนออกมาให้อยู่ในรูปแบบประโยคสัญลักษณ์ และดำเนินการหาคำตอบ อีกทั้งยังให้ความสำคัญเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลของการดำเนินการและคำตอบ

เครื่องมือ

1. ใบกิจกรรมกลุ่ม
2. แบบฝึกทักษะ
3. แบบทดสอบหลังการเรียนรู้รูปแบบสถานการณ์ปัญหาแบบจำลองที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล

คาบที่1 (ชั้นการสอน)

โดยครูผู้สอนแจ้งวัตถุประสงค์ ขั้นตอนในการจัดกิจกรรม

ครูแจ้งคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบที่ผ่านมา
ครูนำเสนอเหตุการณ์

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เรื่องเศษส่วน (แบบที่1)

แพนเค้กชื่อน้ำผลไม้ 2 ขวด ขวดแรกเป็นน้ำแอปเปิล $1\frac{2}{5}$ ลิตร ขวดที่2 ขวดที่สองเป็นน้ำแตงโม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าน้ำแอปเปิล $2\frac{4}{10}$ ลิตร แพนเค้กชื่อน้ำแตงโมมาเท่าไร

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 เรื่องเศษส่วน (แบบที่1)

พ่อตัดเชือกแบ่งให้น้องกับพี่ น้องได้น้อยกว่าพี่ $\frac{5}{6}$ เมตร พี่ได้เชือก $2\frac{2}{3}$ เมตร พ่อตัดเชือกแบ่งให้น้องกี่เมตร

และดำเนินการสอนตามขั้นตอนของแนวคิดโมเดลเมธอด(NCTM, 2009, หน้า 4) มี ดังนี้

3.1. อ่านโจทย์ปัญหาให้เข้าใจ

3.2. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

คำถาม : จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่ต้องหาคำตอบคืออะไร?

(สถานการณ์ที่ 1 : แพนเค้กชื่อน้ำแดงโมเท่าไร)

(สถานการณ์ที่ 2 : พोटัดเชือกให้น้องกี่เมตร)

คำถาม : จากสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มีอะไรบ้าง?

(สถานการณ์ที่1 : ปริมาณน้ำแอปเปิล , ปริมาณน้ำแดงโมที่มากกว่าน้ำแอปเปิล)

(สถานการณ์ที่2 : เชือกของน้องที่น้อยกว่าพี่ , ความยาวเชือกของพี่)

3.3. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้?

ปัญหาที่ 1

คำถาม : สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบคืออะไร?

คำถาม : $1\frac{2}{5}$ ลิตร คืออะไร? (ปริมาณน้ำแอปเปิล)

คำถาม : $2\frac{4}{10}$ ลิตร คืออะไร? (ปริมาณน้ำแดงโมที่มากกว่าน้ำแอปเปิล)

คำถาม : $2\frac{4}{10}$ ลิตร คือปริมาณน้ำของแดงโมที่ซื้อมาใช้หรือไม่? (ไม่ใช่)

คำถาม : นักเรียนคิดว่าแพนเค้กชื่อน้ำผลไม้ชนิดใดมากกว่ากัน? (น้ำแดงโม)

ปัญหาที่2

คำถาม : สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบคืออะไร? (พोटัดเชือกให้น้องกี่เมตร)

คำถาม : $\frac{5}{6}$ คืออะไร? (ความยาวเชือกของน้องที่ได้น้อยกว่าพี่)

คำถาม : $2\frac{2}{3}$ คืออะไร? (ความยาวเชือกของพี่)

คำถาม : $\frac{5}{6}$ คือความยาวเชือกของน้องหรือไม่? (ไม่ใช่)

คำถาม : นักเรียนคิดว่าพ่อแบ่งเชือกให้ใครมากกว่ากัน? (พี่)

3.4. การสร้างแบบจำลองตามแนวคิดโมเดลเมธอดตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมา

โดยครูอธิบายการสร้างแบบจำลองโดยใช้แถบสีเหลี่ยมหรือบาร์ในการแทนข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาทั้งสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการคำตอบ เพื่อเขียนแสดงความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นในการสร้างแบบจำลองโดยครูใช้คำถามกระตุ้น

คำถาม : แบบจำลองที่จะสร้างนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องใด?

(สถานการณ์ที่1 : น้ำผลไม้(แอปเปิลและแดงโม)

(สถานการณ์ที่2 : ความยาวเชือก(ของพี่และน้อง))

คำถาม : นักเรียนคิดว่าเราควรจะวาดแบบจำลองหรือบาร์แทนปริมาณกี่อัน และแทนอะไรบ้าง?

(สถานการณ์ที่1 : 2 อัน คือ แทนปริมาณน้ำแอปเปิล และน้ำแดงโม)

(สถานการณ์ที่2 : 2 อัน คือ แทนความยาวเชือกของน้องและความยาวเชือกของพี่)

คำถาม : นักเรียนคิดว่าเราจะแทนปริมาณหรือความหมายลงในแบบจำลองอย่างไรบ้าง?

3.5. ให้นักเรียนเรียนในการทำความเข้าใจแบบจำลอง และให้นักเรียนร่วมกันอธิบายสถานการณ์ปัญหาจากแบบจำลอง

3.6. ปรับเปลี่ยนแบบจำลองให้สอดคล้องกับข้อมูลในโจทย์ปัญหา

สอบถามนักเรียนว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับแบบจำลองสถานการณ์ปัญหาที่สร้าง พร้อมเหตุผล

คำถาม : นักเรียนเห็นด้วยกับแบบจำลองที่เราร่วมกันสร้างหรือไม่? (เห็นด้วย/ไม่เห็นด้วย)

คำถาม : นักเรียนคิดแบบจำลองที่เราร่วมกันสร้างสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่?

(สอดคล้อง/ไม่สอดคล้อง)

คำถาม: นักเรียนคนใดอยากแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับแบบจำลองที่เราร่วมกันสร้างหรือไม่?

3.7. คำนวนและแก้สมการ

ครูให้นักเรียนเรียนในการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อสร้างภาษาสัญลักษณ์ และดำเนินการหาคำตอบ โดยครูจะใช้คำถามเพื่อถามเกี่ยวกับเหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการที่นักเรียนเลือกใช้แก้ปัญหาละและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่นักเรียนหาได้?

คำถาม : ประโยคสัญลักษณ์ที่นักเรียนสร้างขึ้นเป็นอย่างไร?

สถานการณ์ที่1 : ประโยคสัญลักษณ์ $1\frac{1}{5} + 2\frac{4}{10} = \square$

สถานการณ์ที่2 : ประโยคสัญลักษณ์ $2\frac{2}{3} - \frac{5}{6} = \square$

คำถาม : ทำไมนักเรียนถึงเลือกตัวดำเนินการนี้ในการหาคำตอบ?

สถานการณ์ที่1 : บวก เพราะ ปริมาณน้ำแดงโมคือผลรวมของน้ำแอปเปิลและปริมาณของน้ำแดงโมที่มากกว่าน้ำแอปเปิล

สถานการณ์ที่2 : ลบ เพราะ ความยาวเชือกของน้อง คือปริมาณความยาวเชือกของพี่ที่หักล้างความยาวเชือกของน้องที่น้อยกว่า

คำถาม: คำตอบที่ได้ควรเป็นอย่างไร

สถานการณ์ที่1 : ปริมาณน้ำแดงโมต้องมีค่ามากกว่า $1\frac{2}{5}$ ลิตร และ $2\frac{4}{10}$ ลิตร

สถานการณ์ที่2 : ความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้น้องต้องน้อยกว่าความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้พี่ หรือน้อยกว่า $2\frac{2}{3}$ เมตร

3.8. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขของคำถาม

สถานการณ์ที่1 : แม่ซื้อแดงโม $3\frac{6}{10}$ ลิตร

สถานการณ์ที่2 : พ่อแบ่งเชือกให้น้อง $1\frac{3}{6}$ เมตร

คำถาม: คำตอบที่นักเรียนได้มีความสมเหตุสมผลกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่อย่างไร?

สถานการณ์ที่ 1 : สมเหตุสมผล เพราะ ปริมาณน้ำแตงโมที่แพนเค้กซื้อต้องมีปริมาณมากกว่าปริมาณน้ำส้ม หรือมากกว่า $1\frac{2}{5}$ ลิตร และต้องมากกว่าส่วนที่มีปริมาณมากกว่าน้ำส้มหรือ $2\frac{4}{10}$ ลิตร

สถานการณ์ที่ 2 : สมเหตุสมผล เพราะ ความยาวของเชือกที่พี่แบ่งให้น้องมีค่าน้อยกว่าความยาวเชือกของพ่อที่แบ่งให้พี่ หรือน้อยกว่า $2\frac{2}{3}$ เมตร

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 เรื่องเศษส่วน (สถานการณ์ปัญหาแบบจำลองแสดงการเปรียบเทียบข้อมูล)

แพนเค้กซื้อผลไม้มา 2 ชนิด ชนิดแรกเป็นน้ำแอปเปิล $1\frac{2}{5}$ ลิตร ชนิดที่ 2 ชนิดที่สองเป็นน้ำแตงโม ซึ่งมีปริมาณมากกว่าน้ำแอปเปิล $2\frac{4}{10}$ ลิตร แพนเค้กซื้อน้ำแตงโมมาปริมาณกี่ลิตร

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สถานการณ์

สถานการณ์ปัญหา เรื่อง การซื้อผลไม้

สิ่งที่ต้องหาคำตอบ คือ แพนเค้กซื้อน้ำแตงโมมาเท่าไร

สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ 1. ปริมาณน้ำแอปเปิล 2. ปริมาณน้ำแตงโมที่มากกว่าน้ำแอปเปิล

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายความหมายของข้อมูล

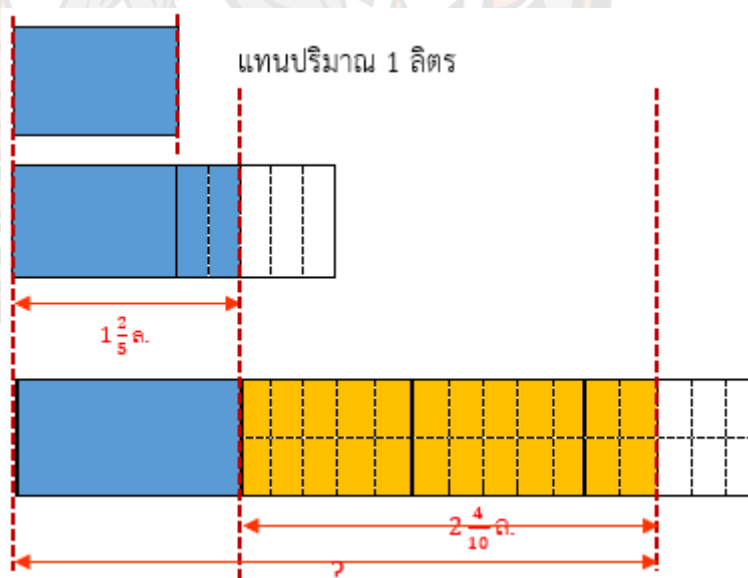
กำหนดให้ ขนาดแถบ
สีเหลี่ยม

$1\frac{2}{5}$ ลิตร

คือ ปริมาณน้ำแอปเปิล

$2\frac{4}{10}$ ลิตร

คือ ส่วนของปริมาณที่
มากกว่าน้ำแอปเปิล



พิจารณาถึงส่วนที่ต้องหาคำตอบ : น้ำแอปเปิล

ขั้นที่3 วิเคราะห์แบบจำลองและสร้างประโยคสัญลักษณ์

สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ คือ ปริมาณน้ำแดงโม

ประโยคสัญลักษณ์ $1\frac{1}{5} + 2\frac{4}{10} = \square$

บวก เพราะ ปริมาณน้ำแดงโมคือผลรวมของน้ำแอปเปิลและปริมาณของน้ำแดงโมที่มากกว่าน้ำแอปเปิล

คาดการณ์คำตอบ : ปริมาณน้ำแดงโมต้องมีค่ามากกว่า $1\frac{2}{5}$ ลิตร และ $2\frac{4}{10}$ ลิตร

ขั้นที่4 ดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

ตอบ แม่ซื้อแดงโม $3\frac{6}{10}$ ลิตร

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 เรื่องเศษส่วน (แบบที่2)

พ่อตัดเชือกแบ่งให้น้องกับพี่ น้องได้น้อยกว่าพี่ $\frac{5}{6}$ เมตร พี่ได้เชือก $2\frac{2}{3}$ เมตร พ่อตัดเชือกแบ่งให้น้องกี่เมตร

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สถานการณ์

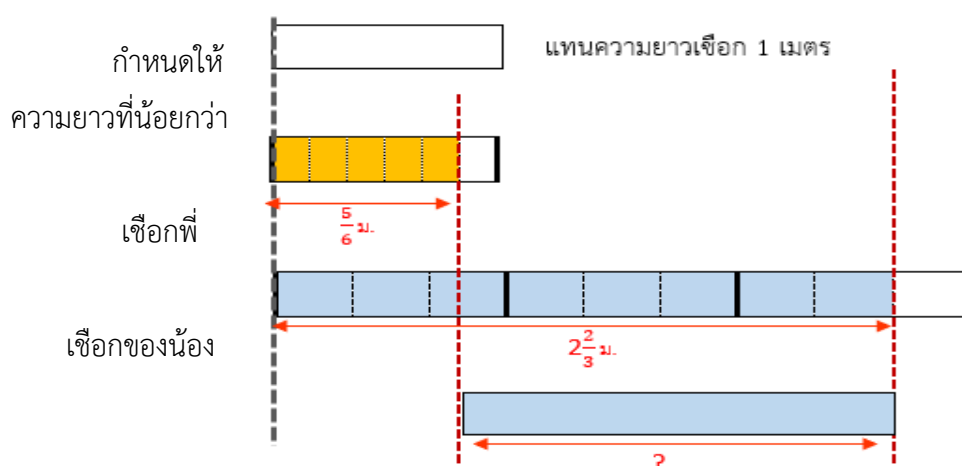
สถานการณ์ปัญหา เรื่อง การแบ่งเชือก

สิ่งที่ต้องการหาคำตอบ คือ ความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้น้อง

สิ่งที่โจทย์กำหนด คือ 1.ความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้พี่ 2.ความยาวเชือกที่น้องได้น้อยกว่าพี่

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล และอธิบายความหมายของข้อมูล

- $\frac{5}{6}$ เมตร คือ ความยาวเชือกของน้องที่น้อยกว่าพี่ หรือความยาวเชือกของพี่ที่มากกว่าน้อง (ไม่ใช่ความยาวเชือกของน้อง)
- $2\frac{2}{3}$ เมตร คือความยาวเชือกของพี่



ขั้นที่ 3 วิเคราะห์แบบจำลองและสร้างประโยคสัญลักษณ์

สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ ความยาวเชือกของน้อง

ประโยคสัญลักษณ์ $2\frac{2}{3} - \frac{5}{6} = \square$

ลบ เพราะ ความยาวเชือกของน้อง คือปริมาณความยาวเชือกของพี่ที่หักล้างความยาวเชือกของน้องที่น้อยกว่า

คาดการณ์คำตอบ : ความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้น้องต้องน้อยกว่าความยาวเชือกที่พ่อแบ่งให้พี่ หรือน้อยกว่า $2\frac{2}{3}$ ม.

ขั้นที่4 ดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

ตอบ พ่อแบ่งเชือกให้น้อง $1\frac{3}{6}$ เมตร

คาบที่2 (ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม)

1. ให้นักเรียนเข้ากลุ่มของตนเอง
2. ครูชี้แจงกิจกรรม
3. ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหา และตอบคำถาม
 - 3.1. นักเรียนร่วมกันศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และตอบคำถามในกิจกรรม
 - 3.2. นักเรียนระดมความคิดและร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ และสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา
 - 3.3. นักเรียนร่วมกันสรุปความสัมพันธ์ และสามารถนำเสนออธิบายความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาที่ได้จากแบบจำลอง
 - 3.4. นักเรียนร่วมกันสร้างประโยคสัญลักษณ์ และดำเนินการแก้ปัญหาคำตอบ
 - 3.5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์คำตอบ และสรุปคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน และอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง
4. ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับชิ้นงานของเพื่อน ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบของเพื่อน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา แบบจำลอง การดำเนินการ และคำตอบ
6. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถาม และตอบคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือข้อสงสัย

คาบที่ 3 (ขั้นการฝึกทักษะและประเมิน)

1. ครูผู้แจกแบบฝึกหัดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา ทำความเข้าใจเกี่ยวแบบฝึกหัด
2. ให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองของตนเอง
3. ให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่เพื่อตรวจสอบคำตอบ
 - หากสมาชิกกลุ่มใดได้คะแนนผ่านคะแนน2 ให้ทำแบบทดสอบย่อย
 - หากกลุ่มใดมีสมาชิกได้คะแนนไม่ผ่านคะแนน2 ให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันช่วยเหลืออธิบายและทำแบบฝึกหัดซ่อม
 - หากนักเรียนทำแบบฝึกหัดครั้งที่2 ได้คะแนนไม่ผ่าน2 คะแนนครูจะทำหน้าที่ช่วยเหลือ และอธิบายและให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมอีกครั้ง
 - ส่วนนักเรียนที่ได้ 2 คะแนนจะให้กลับไปให้เพื่อนในกลุ่มที่ได้ 3 คะแนนอธิบาย แต่ไม่ต้องแก้ไข

คาบที่ 4 (คาบประเมินผลรายบุคคล และสรุปบทเรียน)

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงพีชคณิต เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ (ย่อย) 30 นาที
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปสิ่งที่เรียน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาในแบบทดสอบ
 - 2.1. ครูให้นักเรียนอ่านและทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหด้วยตนเอง
 - 2.2. ครูให้นักเรียนร่วมกันอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา โดยมีครูคอยตั้งคำถาม
 - 2.3. ครูให้นักเรียนเสนอความคิดเกี่ยวกับการนำข้อมูลจากสถานการณ์มาสร้างแบบจำลองแทน

สถานการณ์ปัญหา: ฟีสี่ส่วนสูง $1\frac{4}{6}$ เมตร และน้องสูงน้อยกว่าฟีสี่ $\frac{1}{3}$ เมตร น้องมีความสูงเท่าไร

สถานการณ์ปัญหา: พลุโตเก็บมะม่วงมาแบ่งเพื่อน ๆ ที่โรงเรียนเป็นมะม่วงสุก $\frac{5}{6}$ กิโลกรัม เป็นมะม่วงเปรี้ยว $1\frac{2}{3}$ กิโลกรัม พลุโตเก็บมะม่วงมาทั้งหมดกี่กิโลกรัม

- 2.4. ครูและนักเรียนร่วมกันนำแบบจำลองมาใช้อธิบายสถานการณ์ปัญหา และวิเคราะห์ความสอดคล้อง
- 2.5. ครูและนักเรียนร่วมกันแปลงแบบจำลองที่สร้างเป็นประโยคสัญลักษณ์ พร้อมให้เหตุผล
- 2.6. ครูและนักเรียนร่วมกันดำเนินการหาคำตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา
- 2.7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปคำตอบ และให้เหตุผลเกี่ยวกับความสมเหตุสมผล

**เกณฑ์การประเมินการคิดเชิงพีชคณิต เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4**

ลักษณะที่แสดงว่ามีการคิดเชิงพีชคณิต มีดังนี้

1. การอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
2. การสร้างแบบจำลองแทนสถานการณ์ปัญหาโดยใช้โมเดลเมธอด
3. การแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
4. การดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

การอธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา

3	2	1	0
- นักเรียนระบุข้อมูล โจทย์ที่กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการ คำตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน	- นักเรียนระบุข้อมูลที่ โจทย์กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการ คำตอบ ได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบ ครบถ้วน หรือถูกต้อง บางส่วน	- นักเรียนระบุข้อมูลที่ โจทย์กำหนด และสิ่งที่ โจทย์ต้องการ คำตอบ ได้ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่ระบุ

การสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด

3	2	1	0
- นักเรียนเลือกใช้ รูปแบบของ แบบจำลองได้ ถูกต้อง	- นักเรียนเลือกใช้ รูปแบบของ แบบจำลองได้ถูกต้อง	- นักเรียนเลือกใช้ รูปแบบของ แบบจำลองไม่ถูกต้อง	
- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อ แทนสถานการณ์ ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง	- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อแทน สถานการณ์ปัญหาไม่ ถูกต้อง	- นักเรียนสร้าง แบบจำลองเพื่อแทน สถานการณ์ปัญหาไม่ ถูกต้อง	-ไม่มีการสร้าง แบบจำลอง

การแปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล			
3	2	1	0
- นักเรียนสร้าง ประโยคสัญลักษณ์ ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับ แบบจำลอง - นักเรียนให้เหตุผล	- นักเรียนสร้างประโยค สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับ แบบจำลอง - นักเรียนให้เหตุผล	- นักเรียนสร้างประโยค สัญลักษณ์ได้ไม่ถูกต้อง สอดคล้องกับ แบบจำลอง - นักเรียนให้เหตุผล	- นักเรียนไม่สร้าง ประโยคสัญลักษณ์ - นักเรียนให้ เหตุผล
เกี่ยวกับตัว ดำเนินการเลือกใช้ ได้อย่างถูกต้อง	เกี่ยวกับตัวดำเนินการ เลือกใช้ไม่ได้หรือไม่ ถูกต้อง	เกี่ยวกับตัวดำเนินการ เลือกใช้ไม่ได้หรือไม่ ถูกต้อง	เกี่ยวกับตัว ดำเนินการเลือกใช้ ไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง
การดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล			
3	2	1	0
- นักเรียน ดำเนินการหา คำตอบ และเขียน คำตอบตามเงื่อนไข สถานการณ์ปัญหา ได้ถูกต้อง	- นักเรียนดำเนินการ หาคำตอบ และเขียน คำตอบตามเงื่อนไข สถานการณ์ปัญหาได้ ถูกต้อง	- นักเรียนดำเนินการ หาคำตอบ และเขียน คำตอบตามเงื่อนไข สถานการณ์ปัญหาไม่ ถูกต้อง	- นักเรียนไม่แสดง วิธีการดำเนินการ หาคำตอบหรือไม่ เขียนคำตอบ
- นักเรียน ตรวจสอบความ สมเหตุสมผล หรือ ให้เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับคำตอบได้ ถูกต้อง	- นักเรียนตรวจสอบ ความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับคำตอบได้ไม่ ถูกต้อง	- นักเรียนตรวจสอบ ความสมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับคำตอบได้ไม่ ถูกต้อง	- นักเรียน ตรวจสอบความ สมเหตุสมผล หรือ ให้เหตุผลประกอบ เกี่ยวกับคำตอบได้ ไม่ถูกต้อง

ตัวอย่าง ใบกิจกรรมกลุ่ม

เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ (ส้มของแม่)

สมาชิกกลุ่ม..... นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

.....เลขที่..... 2.เลขที่
.....เลขที่..... 4.เลขที่

คำชี้แจง จงวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามและสร้างแบบจำลอง

สถานการณ์ปัญหา : แม่ไปตลาดซื้อส้มเขียวหวาน $\frac{3}{5}$ กิโลกรัม และซื้อส้มโชกุนมากกว่า
ส้มเขียวหวาน $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม แม่ซื้อส้มโชกุนกี่กิโลกรัม

1. วิเคราะห์สถานการณ์

1.1. สถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องใด

.....

1.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบคืออะไร

.....

1.3. ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหะบุนามืออะไรบ้าง

.....

1.4 $\frac{3}{5}$ กิโลกรัม คือปริมาณของ

.....

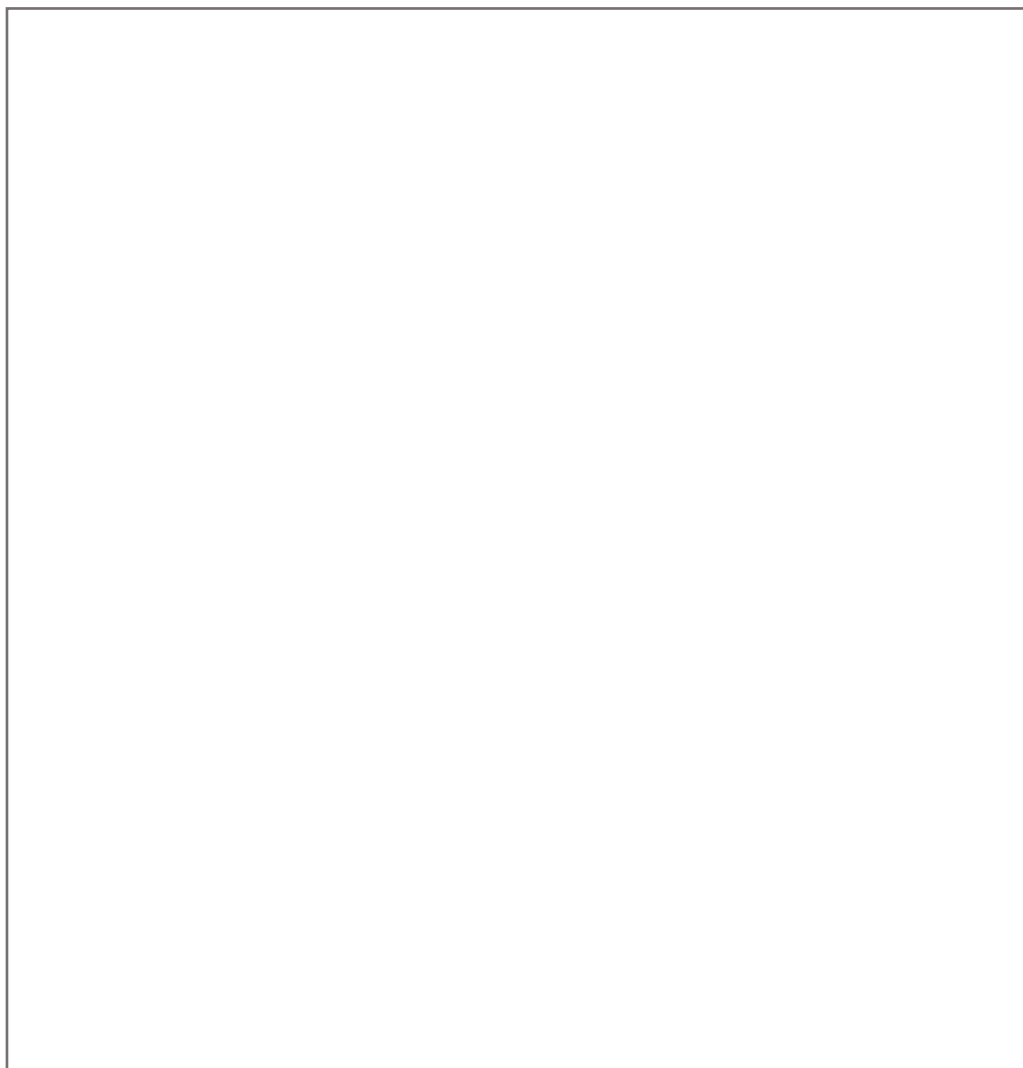
1.5 $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม คือปริมาณของ.....

1.6 $\frac{1}{2}$ กิโลกรัม คือปริมาณของส้มโชกุนหรือไม่.....

1.7. ปริมาณของส้มชนิดใดมีปริมาณมากกว่ากัน เพราะอะไร.....

.....

2. จงสร้างแบบจำลองแทนความสัมพันธ์ของข้อมูลสถานการณ์ปัญหา



3. ประโยคสัญลักษณ์และคาดการณ์คำตอบ

3.1. ประโยคสัญลักษณ์.....

3.2. ตัวดำเนินการที่เลือกใช้คือ.....

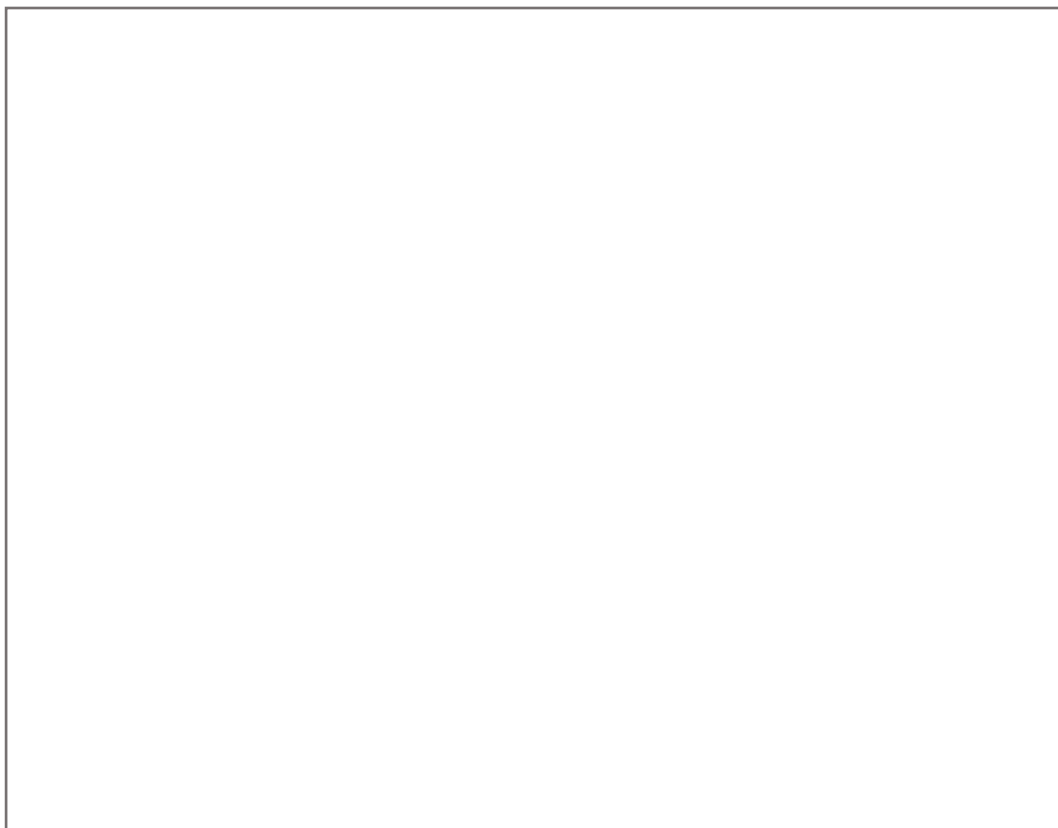
เพราะ.....

3.3. สิ่งที่ต้องการคำตอบคือ.....

ควรมีปริมาณ(มากกว่า/ น้อยกว่า).....

เพราะ.....

4. ดำเนินการหาคำตอบและสรุปคำตอบ



สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ตัวอย่าง แบบฝึกทักษะการคิดเชิงพีชคณิต

เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ (พาจิบแจงไปเติมน้ำ)

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามและสร้างแบบจำลอง

สถานการณ์ปัญหา: จิบแจงเติมน้ำใส่ถัง 2 ถัง ถังใบแรกมีความจุ $5\frac{1}{2}$ ลิตร ถังใบที่ 2 ความจุน้อยกว่าถังใบแรก $2\frac{2}{6}$ ลิตร จิบแจงเติมน้ำลงในถังใบที่ 2 เท่าไร

1. วิเคราะห์สถานการณ์

1.1. สถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวกับเรื่องใด

.....

1.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบคืออะไร

.....

1.3. ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหาระบุมาคืออะไรบ้าง

.....

.....

1.4 $5\frac{1}{2}$ ลิตร คือปริมาณของ.....

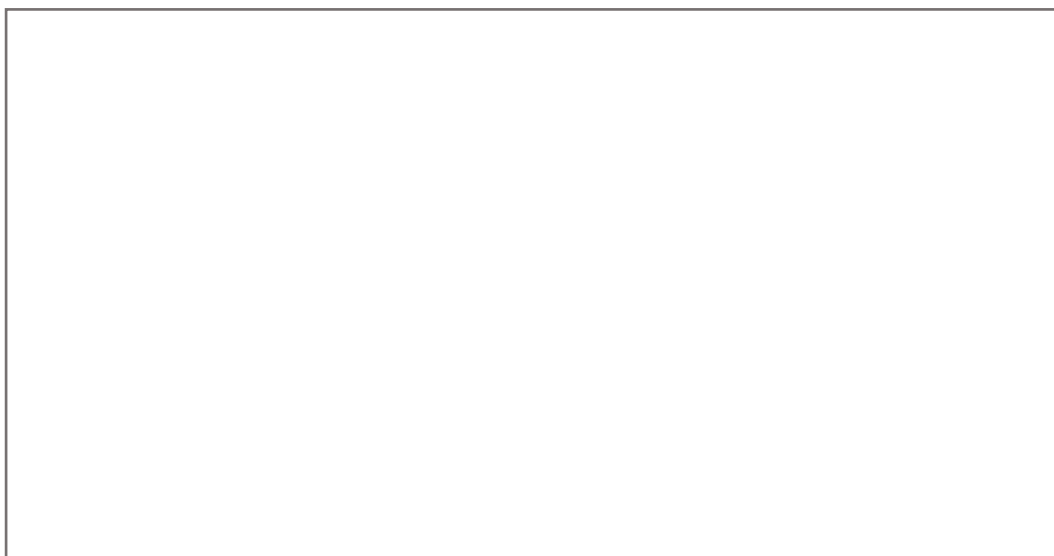
1.5 $2\frac{2}{6}$ ลิตร คือปริมาณของ.....

1.6 $2\frac{2}{6}$ ลิตร คือปริมาณน้ำของถังใบที่ 2 ใช่หรือไม่.....

1.7. ความจุของน้ำถังใดมีปริมาณมากกว่า เพราะอะไร.....

.....

3. จงสร้างแบบจำลองแทนความสัมพันธ์ของข้อมูลสถานการณ์ปัญหา



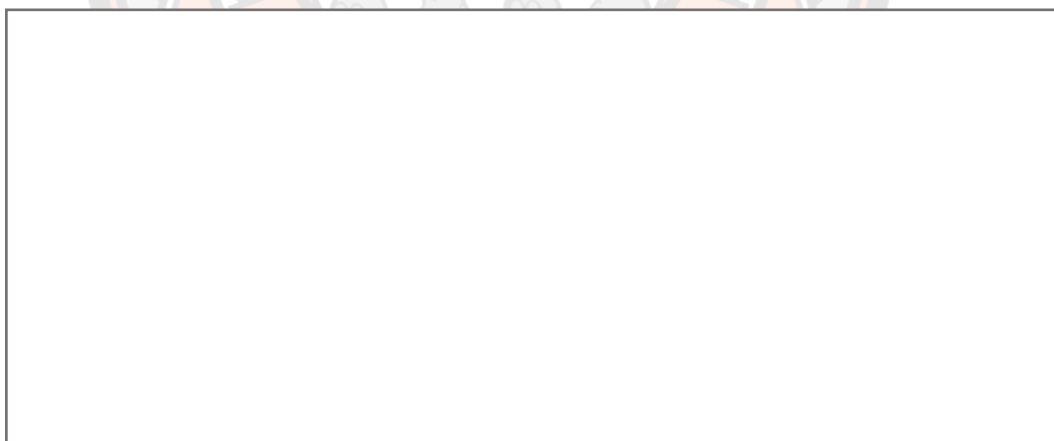
4. ประโยคสัญลักษณ์และคาดการณ์คำตอบ

4.1. ประโยคสัญลักษณ์.....

4.3. สิ่งที่ต้องการคำตอบคือ.....

ควรมีปริมาณ(มากกว่า/ น้อยกว่า).....เพราะ.....

5. ดำเนินการหาคำตอบและสรุปคำตอบ"



สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ตัวอย่าง แบบทดสอบหลังการเรียนรู้แต่ละรูปแบบสถานการณ์ปัญหา

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามและสร้างแบบจำลอง

สถานการณ์ปัญหา: ฟาร์มสวนสูง $1\frac{4}{6}$ เมตร และน้องสูงน้อยกว่าฟาร์ม $\frac{1}{3}$ เมตร น้องมีความสูงเท่าไร

1. วิเคราะห์สถานการณ์และตอบคำถามให้ถูกต้อง

1.1. สิ่งที่ต้องหาคำตอบคือ.....

1.2. สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดคือ.....

3. จงสร้างแบบจำลองเพื่อแทนสถานการณ์ดังกล่าว



คาดการณ์คำตอบ สิ่งที่ต้องการทราบคือ.....

ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า) เพราะ.....

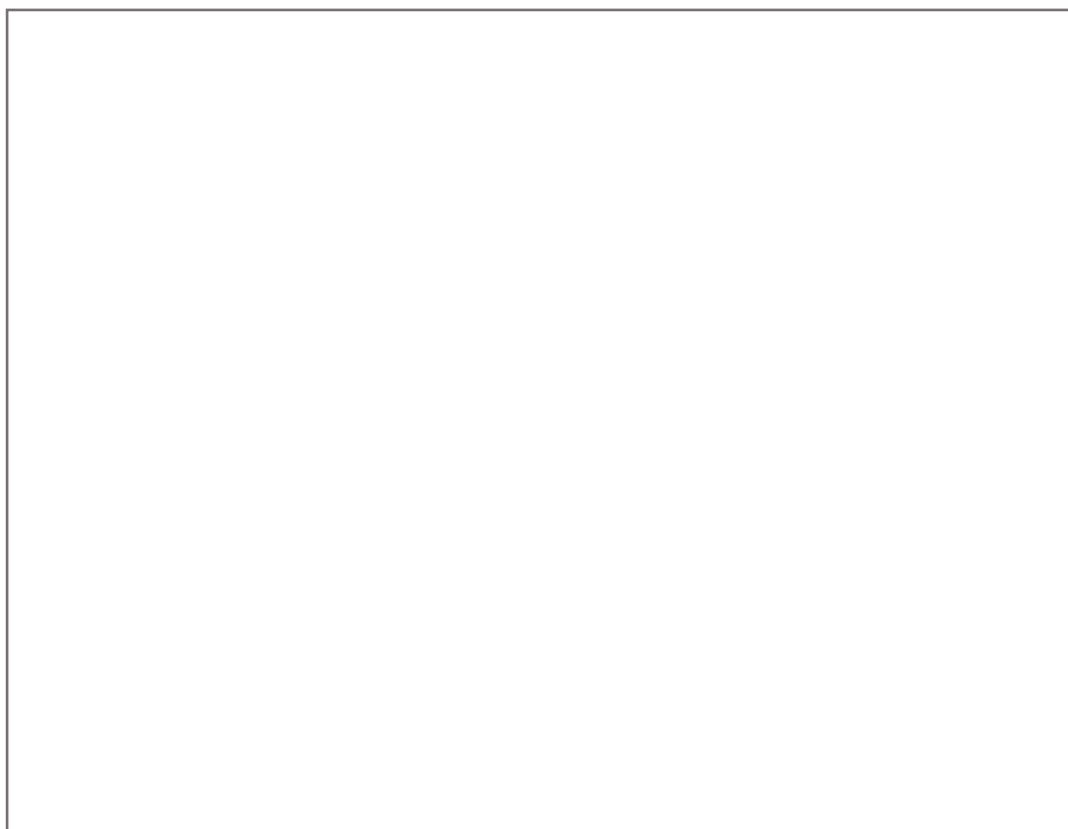
4. จงสร้างประโยคสัญลักษณ์ และบอกเหตุผลเกี่ยวกับตัวดำเนินการที่เลือกใช้

ประโยคสัญลักษณ์.....

ตัวดำเนินการที่เลือกใช้หาคำตอบคือ.....

เพราะ.....

5. ดำเนินการหาคำตอบและสรุปคำตอบ



สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

ตัวอย่าง แบบทดสอบการคิดเชิงพีชคณิต

วิชา คณิตศาสตร์

เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและ

จำนวนคละ

ระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่4

เวลา 60 นาที

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง จงพิจารณาสถานการณ์ปัญหาและตอบคำถาม

สถานการณ์ปัญหาที่1 สำหรับข้อที่ 1-3

แม่ไปตลาดซื้อหมู $\frac{3}{4}$ กิโลกรัม ซื้อปลา $1\frac{1}{4}$ กิโลกรัม แม่ซื้อหมูและปลาทั้งหมดกี่กิโลกรัม

1. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

1.1. สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง.....

1.2. สิ่ง โจทย์กำหนด คือ.....

1.3. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ.....

2. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทนสถานการณ์ปัญหาที่1

3. ประโยคสัญลักษณ์.....

เลือกใช้ (+ , - , × , ÷) เพราะ.....

.....

4. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ

.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ

.....

สถานการณ์ปัญหาที่ 2 สำหรับข้อที่ 4-7

แม่มีนมเย็น $2\frac{1}{4}$ ลิตร ต้องการทำชานมให้มีปริมาณมากกว่านมเย็น $\frac{1}{2}$ ลิตร แม่ต้องทำชานม
เท่าไร

5. จงวิเคราะห์ปริมาณของข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหา

5.1. $2\frac{1}{4}$ ลิตร คือปริมาณของ.....

5.2. $\frac{1}{2}$ ลิตร คือปริมาณของ.....

6. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทนสถานการณ์ปัญหาที่2



7. ประโยคสัญลักษณ์.....

เลือกใช้ตัวดำเนินการ.....เพราะ.....

8. เขียนคำตอบตามเงื่อนไข

8.1 สิ่งที่ต้องการทราบคือ.....

ควรมีค่าหรือปริมาณ (มากกว่า / น้อยกว่า)..... $2\frac{1}{4}$ ลิตร

เพราะ.....

8.2 จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

.....

.....

.....

สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ.....

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ.....

สถานการณ์ปัญหาที่3 สำหรับข้อที่ 8-12

กี้มีโกโก้ $1\frac{3}{4}$ ลิตร เติ่นสะดุดทำให้โกโก้หกเหลือ $\frac{5}{2}$ ลิตร กี้เหลือโกโก้กี่ลิตร

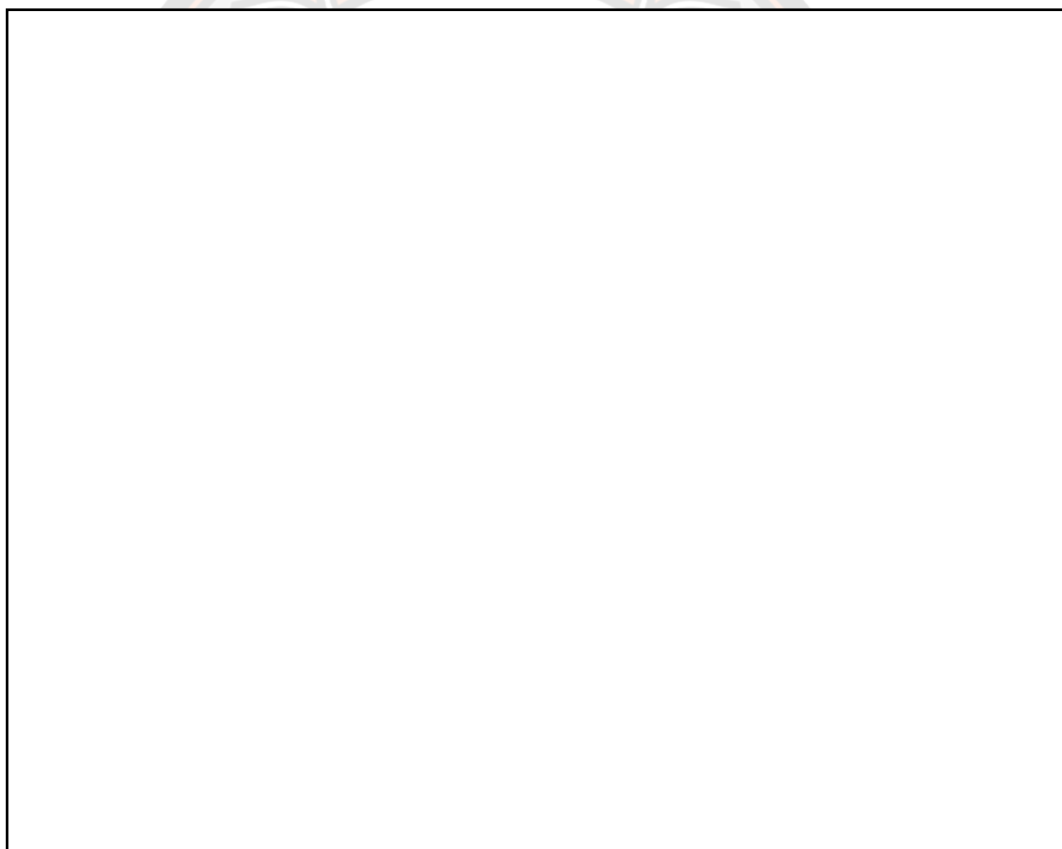
9. จงวิเคราะห์ข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา

9.1 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนด คือ.....

9.2. สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ คือ

.....

10. จงสร้างแบบจำลองแสดงแทนสถานการณ์ปัญหาที่3



11. ประโยชน์สัญลักษณ์.....
เลือกใช้ตัวดำเนินการ..... เพราะ.....

12.เขียนคำตอบตามเงื่อนไข

12.1 สิ่งที่ต้องการทราบคือ.....
 ควรมีค่าหรือปริมาณมากกว่าหรือน้อยกว่า $1\frac{3}{4}$ ลิตร (มากกว่า / น้อยกว่า) เพราะ.....

14. จงดำเนินการหาคำตอบและพร้อมระบุความสมเหตุสมผล

สรุปคำตอบ.....

คำตอบที่ได้ ☐ สมเหตุสมผล เพราะ

☐ ไม่สมเหตุสมผล เพราะ

ตัวอย่าง แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สะท้อนผลครั้งที่ 1

วันที่

รหัสวิชา ค14101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปี

การศึกษา 2564

หน่วยการเรียนรู้ที่ เรื่อง เศษส่วนและจำนวนคละ

เวลา 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นายชินภพ หาแก้ว

ผู้สะท้อน.....

คำชี้แจง

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่ออุปกรณ์เสมือนร่วมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตโดยใช้โมเดลเมธอดร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคTAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกลบเศษส่วนและจำนวนคละ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมความพร้อม คือขั้นที่ครูนำเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด ดังนี้

1.1. วิเคราะห์ข้อมูลที่สถานการณ์ปัญหากำหนดเพื่อระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด สิ่งที่ต้องการทราบคำตอบ และเงื่อนไขประเด็นสำคัญ

1.2. นำข้อมูลที่วิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงสู่ความคิดรวบยอดของแบบจำลองการสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด ได้แก่ Part whole model, The comparison model, The Changed model

1.3. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

1.4. ดำเนินการหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

2. ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม คือขั้นที่ครูให้โอกาสนักเรียนร่วมกันศึกษา นำขั้นตอนการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดเพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบ

3. ขั้นฝึกทักษะรายบุคคลและขั้นประเมินผล คือขั้นที่นักเรียนลงมือวิเคราะห์ นำขั้นตอนการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอดเพื่อแก้ปัญหาและหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อเป็นการตรวจสอบนักเรียนรายบุคคลและให้ความช่วยเหลือตามระดับความสามารถ

4) ขั้นสรุปบทเรียน คือขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการใช้โมเดลเธอดในการอธิบายและแก้ปัญหา โดยครูนำสถานการณ์ปัญหาในชั้นประเมินผลมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายและแก้ไขเกี่ยวกับสิ่งที่เข้าใจคลาดเคลื่อน

2. การคิดเชิงพีชคณิต คือ การพิจารณาเกี่ยวกับความสามารถในด้านการใช้ตัวแทนความคิดหรือบาร์โมเดลแทนข้อมูลเชิงปริมาณของสถานการณ์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรให้มีความชัดเจนหรือเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยลักษณะที่แสดงว่ามีการคิดเชิงพีชคณิต มีดังนี้

1. อธิบายข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเรื่องการบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ
2. สร้างแบบจำลองโดยใช้โมเดลเมธอด
3. แปลงแบบจำลองให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ และตรวจสอบความสมเหตุสมผล
4. เขียนคำตอบตามเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผล

ขั้นที่1 ขั้นเตรียมความพร้อม

1.1. ขั้นตอนนี้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับการใช้โมเดลเมธอด เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ อธิบายและหาคำตอบของสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่พบ

.....

.....

1.3. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

1.4. แนวทางแก้ไข

.....

.....

ขั้นที่ 2 ขั้นร่วมกันศึกษาและทำกิจกรรมกลุ่ม

2.1. กิจกรรมสามารถเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนในการนำโมเดลเมธอดมาใช้ในการหาคำตอบ
ตรวจสอบความสมเหตุสมผล ได้อย่างเหมาะสมหรือไม่

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่พบ

.....

.....

.....

2.3. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

2.4. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 ขั้นฝึกทักษะรายบุคคลและขั้นประเมินผล

3.1. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะรายบุคคล โดยที่นักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการให้
ความช่วยเหลือ และครูสามารถตรวจสอบและส่งเสริมการคิดเชิงพีชคณิตแก่นักเรียนได้ทั่วถึงทุก
นักเรียนแต่ละบุคคลและทุกระดับความสามารถได้อย่างเหมาะสมหรือไม่

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่พบ

.....

.....

.....

3.3. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3.4. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ขั้นที่4 สรุปทเรียน

4.1. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้เข้าใจ และแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการนำโมเดล
เมธอดไปใช้ในการอธิบาย วางแผนแก้ไขปัญหาและทักษะการคิดเชิงพีชคณิตหรือไม่

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม ☐ ไม่แน่ใจ ☐ ไม่พบ

.....

.....

.....

4.2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3.4. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อน

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....