



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ
โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน
และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ฐิติารีย์ สำริ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ
โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน
และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

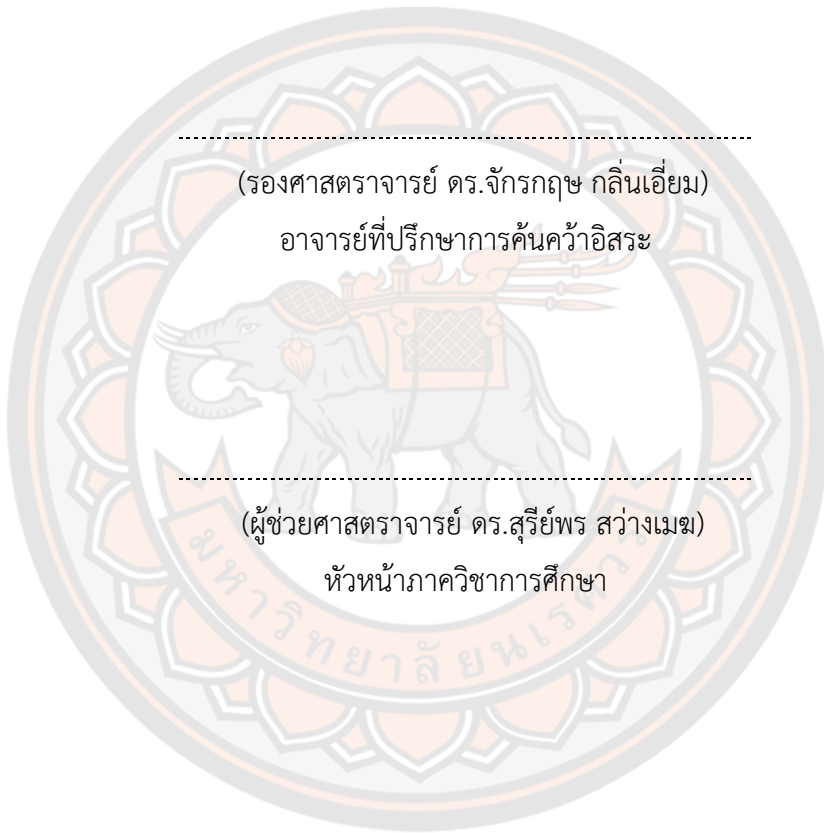
การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial
Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง
อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1"
ของ ฐิตารีย์ สำรี
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	จิตตารีย์ สำรี
ประธานที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	กระบวนการ CPA, โปรแกรม Mathigon, อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ

บทคัดย่อ

ทักษะและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนควรได้รับ การพัฒนา ผู้วิจัยจึงมุ่งหาวิธีพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะดังกล่าว โดยการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon และ 2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัยที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน เครื่องมือ วิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ 3 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาและการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล และการวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ การให้คะแนนแบบแยกประเด็น ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เริ่มต้นด้วยการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้ แล้วเปลี่ยนไปเป็นภาพเพื่อช่วยให้ได้แสดงแนวคิด จากนั้นจึงพัฒนาไปสู่การนำเสนอแนวคิดเชิงนามธรรม โดยมีการ ประเมินอย่างต่อเนื่อง มีการสร้างการเชื่อมโยง และการใช้เทคโนโลยี 2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon พบว่าผู้เรียนมี ความสามารถในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและอยู่ในระดับดี โดยด้านความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหามีระดับสูง ที่สุด รองลงมาคือการดำเนินการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหาและการตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ



Title	LEARNING IMPLEMENTATION USING ACTIVITIES ON CONCRETE PICTORIAL ABSTRACT : CPA WITH MATHIGON PROGRAM TO ENHANCE MATHEMATICAL PROBLEM SKILLS ABILITY ON RATIO PROPORTION AND PERCENTAGE OF STUDENTS IN GRADE 7
Author	Thitaree Sumree
Advisor	Associate Professor Chakkrid Klin-eam, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2024
Keywords	CPA Process, Mathigon Program, Ratio Proportion and Percentage



ABSTRACT

The skills and processes of mathematical problem-solving are important components of 21st century skills that learners should be developed. Therefore, researchers aim to find ways to develop learners to have such skills. The research aimed to 1) study the appropriate learning implementation and the effects of learning through CPA process with Mathigon program. and 2) study the results of the integration of the CPA process with Mathigon program to promote the ability to solve mathematical problems on ratio proportion and percentage of students in grade 7. The target group was 20 students in grade 7 of a secondary school in Sukhothai Province, who is studying in the second semester of the 2023 academic year. The research instruments consisted of three learning management plans, a learning management reflection form, activity sheets, and a mathematics problem-solving ability test. Data was analyzed using content analysis and triangulation of data sources, and analysis using separate scoring criteria. The research results found that 1) study the appropriate learning implementation and the effects of learning through CPA process with Mathigon program started with using tangible media and changed to images to help illustrate concepts. It then developed into the presentation of abstract concepts including continuous assessment, creation of connections, and the

use of technology. 2) study the results of the integration of the CPA process with Mathigon program found that learners had increased ability to solve mathematical problems and were at a good level. The ability to understand problems was at the highest level, followed by problem-solving operations, problemsolving planning, and answer checking, respectively.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินทร พูนไพบุลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร จังหวัดพิษณุโลก ดร.อาทร นกแก้ว อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัตนนคร จังหวัดพิษณุโลก และนางสาว ปุณยวีร์ ศศิจักร์สว่าง ศรุวิทย์ฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนลิไทพิทยาคม จังหวัดสุโขทัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นอย่างดี และกราบขอบพระคุณนางสาวปุณยวีร์ ศศิจักร์สว่าง ที่ท่านได้กรุณาเป็นผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนลิไทพิทยาคม ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และเพื่อน ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาคการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

ฐิตารีย์ สำลี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	8
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon.....	10
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	17
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
4.1 งานวิจัยในประเทศ.....	24
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	29
รูปแบบการวิจัย.....	29
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	36
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	40
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..	40
วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องอัตราส่วน.....	40
วงจรปฏิบัติการที่ 2 สัดส่วน.....	46
วงจรปฏิบัติการที่ 3 ร้อยละ.....	52
ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	59
1. ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	59
1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 อัตราส่วน.....	59
1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 สัดส่วน.....	62
1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ร้อยละ.....	64

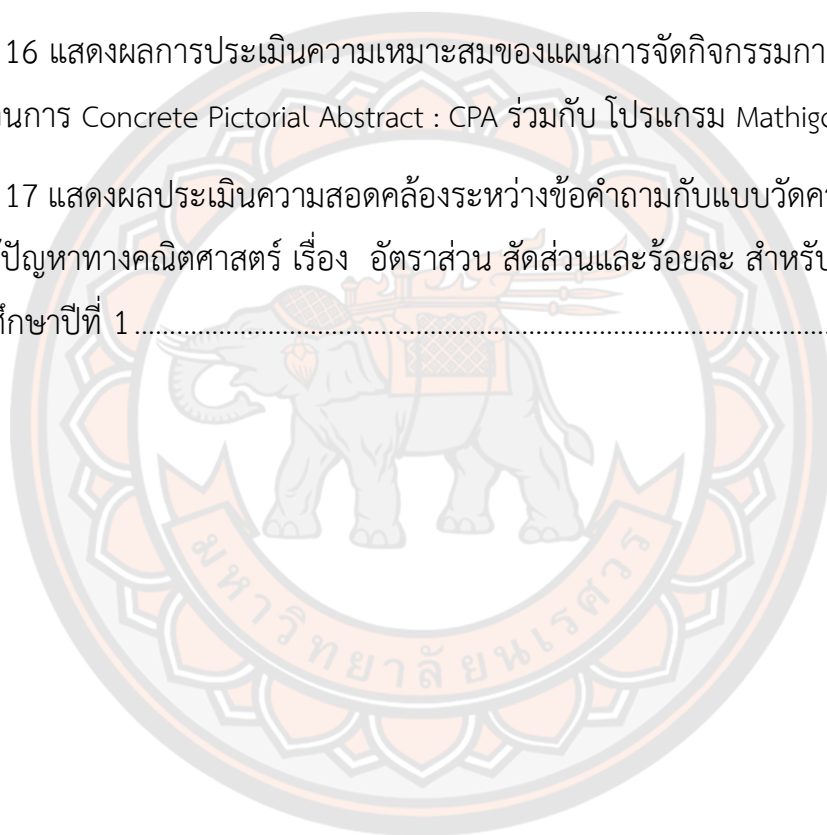
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริม	
ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของ	
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	67
2.1 แบบวัดความสามารถจำแนกตามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	
ตามสถานการณ์.....	67
2.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 1.....	67
2.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 2.....	69
2.1.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 3.....	71
บทที่ 5 บทสรุป.....	73
สรุปผลการวิจัย.....	73
อภิปรายผลการวิจัย.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	80
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่ โดยใช้	
กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อ	
ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของ	
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	87
ภาคผนวก ค ผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถใน	
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียน	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	91
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	95
ประวัติผู้วิจัย.....	118

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya.....	21
ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	22
ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	23
ตาราง 4 เนื้อหาการปฏิบัติการ 3 วงจร.....	29
ตาราง 5 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	30
ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	31
ตาราง 7 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติที่ 1.....	45
ตาราง 8 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติที่ 2.....	50
ตาราง 9 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติที่ 3.....	56
ตาราง 10 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	60
ตาราง 11 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	62
ตาราง 12 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	65

ตาราง 13 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากสถานการณ์ที่ 1.....	68
ตาราง 14 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากสถานการณ์ที่ 2.....	69
ตาราง 15 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากสถานการณ์ที่ 3.....	71
ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon	87
ตาราง 17 แสดงผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	91



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพ 1 แสดงแนวทางการเรียนการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA.....	11
ภาพ 2 ตัวอย่างการแนะนำมโนทัศน์ของเศษส่วนที่เท่ากันในหนังสือเรียนชั้นประถมของ สิงคโปร์.....	14
ภาพ 3 ตัวอย่างการเชื่อมโยงตัวแทนของการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง.....	14
ภาพ 4 ตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้เชิงรูปธรรม ความรู้เชิงรูปภาพ และความรู้เชิง นามธรรม.....	15
ภาพ 5 แสดงตัวอย่างและรูปแบบ Mathigon.....	16
ภาพ 6 ตัวอย่างกิจกรรมที่หลากหลาย Polypad ของ Mathigon.....	16
ภาพ 7 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม คาเฟ่ในฝัน.....	42
ภาพ 8 กิจกรรม คาเฟ่ในฝัน ชั้น C : Concrete.....	43
ภาพ 9 กิจกรรม คาเฟ่ในฝัน ชั้น P : Pictorial.....	43
ภาพ 10 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ห้องครัวของฉัน.....	47
ภาพ 11 กิจกรรม ห้องครัวของฉัน ชั้น C : Concrete.....	48
ภาพ 12 กิจกรรม ห้องครัวของฉัน ชั้น P : Pictorial.....	49
ภาพ 13 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต.....	53
ภาพ 14 กิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต ชั้น C : Concrete.....	54
ภาพ 15 กิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต ชั้น P : Pictorial.....	54
ภาพ 16 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นวางแผนแก้ปัญหาในระดับดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	60

ภาพ 17 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี ในวงจรปฏิบัติกาที่ 1.....	61
ภาพ 18 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาระดับพอใช้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 1	61
ภาพ 19 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นวางแผนแก้ปัญหาระดับดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 2	63
ภาพ 20 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี ในวงจรปฏิบัติกาที่ 2.....	63
ภาพ 21 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา ระดับ ดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 2.....	64
ภาพ 22 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาระดับพอใช้จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 2.....	64
ภาพ 23 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นวางแผนแก้ปัญหา ระดับ ดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 3	65
ภาพ 24 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี ในวงจรปฏิบัติกาที่ 3.....	66
ภาพ 25 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดีจากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 3.....	66
ภาพ 26 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในชั้นดำเนินการแก้ปัญหา อยู่ในระดับ พอใช้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติกาที่ 3.....	66
ภาพ 27 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบความสามารถในการแก้ปัญหาชั้น ทำความเข้าใจปัญหา ระดับ ดี จากสถานการณ์ที่ 1	68
ภาพ 28 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชั้น ตรวจสอบคำตอบ ระดับต้องปรับปรุง จากสถานการณ์ที่ 1	69

ภาพ 29 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้น
วางแผนการแก้ปัญหา ระดับต้องปรับปรุงจากสถานการณ์ที่ 2.....70

ภาพ 30 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้น
ดำเนินการแก้ปัญหา ระดับต้องปรับปรุง จากสถานการณ์ที่ 2.....71

ภาพ 31 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้น
ดำเนินการแก้ปัญหา ระดับ ดี จากสถานการณ์ที่ 3.....72

ภาพ 32 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ชั้น
ตรวจสอบคำตอบจากสถานการณ์ที่ 3.....72



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งในปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความรู้และนวัตกรรมเกิดขึ้นอย่างหลากหลายในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้นักเรียนอยู่เฉยไม่ได้ต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสังคมในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning Based Society) มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนร่วมในทุก ๆ การกระทำของมนุษย์เป็นอย่างมากในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความท้าทายใหม่ ๆ และความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว การเรียนรู้เฉพาะในห้องเรียนจึงไม่เพียงพอ ผู้เรียนต้องสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตัวเอง ทำให้เส้นแบ่งการเรียนรู้ในห้องเรียนกับนอกห้องเรียนหายไป ดังนั้น การจัดการศึกษาในปัจจุบันจำเป็นต้องเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถทางด้านเทคโนโลยีและนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาศักยภาพของตนเอง (นพดล กองศิลป์, 2561) และจากรายงานการประชุม World Economic Forum 2015 (อ้างอิงใน สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2560) ที่กล่าวว่า นักเรียนในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมี 3 องค์ประกอบได้แก่ 1) ความรู้พื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ท้าทายและซับซ้อน 3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์เพื่อจัดการกับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งทักษะต่าง ๆ นี้ ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการศึกษาไทยสู่การศึกษาที่เป็นมาตรฐานในระดับสากล โดยเฉพาะทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญสำหรับนักเรียนเช่นกัน เพราะความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นของคู่กัน เมื่อมีความรู้แล้วจำเป็นต้องมีทักษะจึงจะสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ และทักษะและกระบวนการแก้ปัญหายังรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นผู้ที่มีทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาก็มีความรู้ ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ (อัมพร ม้าคนอง, 2554)

ผู้วิจัยในฐานะครูประจำการโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในเขตอำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัย พบว่า นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในด้านการแก้โจทย์

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะโจทย์ปัญหาที่นักเรียนต้องทำการวิเคราะห์โจทย์เอง และจากผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test, O-NET) รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยในสาระจำนวนและพีชคณิตต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ ปีการศึกษา 2563 คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 25.56 คะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน คือ 17.36 และปีการศึกษา 2564 คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 24.49 คะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน คือ 0.00 เนื่องจากไม่มีนักเรียนที่สอบได้คะแนนในสาระจำนวนและพีชคณิต ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนที่ควรได้รับการปรับปรุงและพัฒนาอย่างเร่งด่วน จากการสอบถามนักเรียน พบว่า นักเรียนเข้าใจบทเรียนในสาระจำนวนและพีชคณิตเกี่ยวกับการเรื่องระบบจำนวนและประยุกต์ใช้เกี่ยวกับจำนวนในขั้นพื้นฐานได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง เมื่อได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหานักเรียนไม่สามารถใช้จินตนาการตีความหมายของโจทย์ปัญหานั้น เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาการบูรณาการกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมเพื่อนำไปสู่ขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นนามธรรม

ผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นรูปแบบการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต้นกำเนิดจากประเทศสิงคโปร์ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1980 ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) และขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner, 1966) 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive) การเรียนรู้จากจินตนาการ (Iconic) และการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic) ตามลำดับ (Leong *et al.*, 2015) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เหมาะสมกับนักเรียนตั้งแต่ระดับปฐมวัยไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะช่วยให้นักเรียนแปลงปัญหาจากสิ่งที่จับต้องได้เป็นรูปภาพหรือแผนภาพ และแปลงสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นข้อความเชิงพีชคณิตที่เป็นตัวแทนเชิงนามธรรมได้ ซึ่งจะส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ และจากผลการวิจัยของ ญัฐวุฒิ โชติวิญญู ญาณิน กองทิพย์และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2565) พบว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้คนในยุคดิจิทัลให้ความสนใจและใช้เทคโนโลยีเพื่อการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ อย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น จนกลายเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวผู้สอนคณิตศาสตร์จึงนำเทคโนโลยีมาบูรณาการ

ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัล โดยผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Mathigon ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์แบบไดนามิกที่สามารถใช้ผ่านเว็บไซต์ได้และเปิดให้ใช้งานฟรี เหมาะกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในเรื่องของเราคณิตและเศษส่วนเป็นอย่างดี ครูผู้สอนสามารถนำโปรแกรมนี้ไปช่วยใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และเหมาะที่จะใช้บูรณาการร่วมกับกระบวนการ CPA เพราะเป็นส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพอย่างเป็นรูปธรรมในชั้นการสอนเชิงรูปภาพมากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นทักษะที่จำเป็นต่อนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. เพื่อศึกษาผลการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน

2. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 (ค21102) เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 อัตราส่วน

เรื่องที่ 2 สัดส่วน

เรื่องที่ 3 ร้อยละ

3. สิ่งทีศึกษา

ตัวแปรต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ โปรแกรม Mathigon

ตัวแปรตาม

ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยใช้ mathigon ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ทางคณิตศาสตร์แบบไดนามิกที่สามารถใช้ผ่านเว็บไซต์หรือใช้ผ่านแอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนได้ มาใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นั้น ใช้สำหรับการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใหม่ โดยวิธีการสอนนี้ได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เป็นรูปธรรม รูปภาพ และ นามธรรม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่ดี เรียนรู้คณิตศาสตร์และดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย มีความสามารถในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ประกอบไปด้วย ชั้นการสอน 3 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นชั้นการสอนขั้นแรกโดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ที่เป็นนามธรรม โดยผู้สอนเลือกนำเสนอเนื้อหานั้นผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม ด้วยวิธีการให้ผู้เรียนได้หยิบจับวัตถุต่าง ๆ หรืออธิบายผ่านการใช้แนวคิดที่เป็นรูปธรรมสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เช่น เค้ก ผลไม้ ด้วมันฝรั่ง ลูกบาศก์ เครื่องมือวัด เป็นต้น

2. ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เป็นชั้นการสอนที่ถัดจากการชั้นการสอนเชิงรูปธรรม หลังจากที่ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจที่เพียงพอในชั้นการสอนเชิงรูปธรรมแล้ว ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แปลงความรู้จากชั้นการสอนเชิงรูปธรรมมาเป็นการใช้รูปภาพหรือแผนภาพที่สอดคล้องกับวัตถุจริงหรือสถานการณ์จริง โดยในขั้นนี้ จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดยิ่งขึ้น ตัวอย่างรูปภาพที่นิยมใช้ในชั้นการสอนเชิงรูปภาพนี้ เช่น บาร์โมเดล แท่งเศษส่วน วงกลมเศษส่วน เป็นต้น

3. ขั้นตอนการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นขั้นตอนการสอนขั้นสุดท้ายเมื่อผู้เรียนแสดง ความเข้าใจในการสอนเชิงรูปภาพแล้วในขั้นตอนการสอนเชิงนามธรรมนี้ผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แปลงความรู้ที่สั่งสมมาจากทั้งขั้นตอนการสอนเชิงรูปธรรมและขั้นตอนการสอนเชิงรูปภาพ โดยใช้โปรแกรม Mathigon โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เชิงรูปภาพให้แปลงมาเป็นสัญลักษณ์ซึ่งเป็นความรู้เชิงนามธรรม นั่นคือการใช้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข ตัวดำเนินการ ตัวแปร เป็นต้น แทนการใช้รูปภาพที่ผู้เรียนได้เรียนแล้วในขั้นตอนการสอนเชิงรูปภาพ

ขณะครูใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นั้นครูผู้สอนจะใช้คำถามแนะแนวทางประกอบและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยบทบาทของขั้นตอนการสอนเชิงรูปธรรมและขั้นตอนการสอนเชิงรูปภาพจะลดลง เมื่อประสบการณ์ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อ ตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หลังจากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะวัดค่าคะแนนจากแบบใบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์กรประกอบ คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง นักเรียนจะต้องแสดงถึงความเข้าใจของปัญหาที่นักเรียนได้รับ โดยนักเรียนจะต้องระบุได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไรในสถานการณ์นั้น เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในประเด็นปัญหาของข้อนั้น ๆ สิ่งสำคัญคือ นักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนแนวทางที่จะนำว่าช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาอธิบายขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์จากทำความเข้าใจปัญหาว่าควรดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างไร ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีในปัญหา ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รู้กับไม่รู้ เพื่อจะได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนสามารถระบุแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์เริ่มต้นได้อย่างถูกต้อง

3. การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบและถูกต้อง ซึ่งมีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหา ทำให้งานกลุ่มลุล่วงไปโดยเร็วและมีความสมบูรณ์ นั่นคือ นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำอย่างละเอียดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

4. การตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีในการแก้ปัญหาว่า ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ ตลอดจนขยายแนวคิดในการ

แก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้น เพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปทั่ว ๆ ไป นั่นคือ นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

ในการวัดประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ คือ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาและการตรวจสอบคำตอบจะวัดได้จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

- 1.1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
- 1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 (ค 21102)
- 1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 (ค 21102)

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

- 2.1 กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA
 - 2.1.1 ความหมายของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA
 - 2.1.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA
 - 2.1.3 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract :

CPA

CPA

2.2 โปรแกรม Mathigon

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.3 ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.4 การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยในประเทศ
- 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.1 สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย สรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

1.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 (ค 21102)

ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การเตรียมความพร้อมก่อนรู้จักสมการ สมการและคำตอบของสมการ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ อัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ บทประยุกต์ กราฟและความสัมพันธ์เชิงเส้น คู่อันดับและกราฟของคู่อันดับ กราฟและการนำไปใช้ ความสัมพันธ์เชิงเส้น

สถิติ (1) คำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทีใกล้เคียงตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและ เจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบระเบียบมีรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเอง

1.4 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 (ค 21102)

ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 1.3 ม.1/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการเท่ากัน และสมบัติของจำนวน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว

ค 1.3 ม.1/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับกราฟ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ค 1.3 ม.1/3 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เชิงเส้นในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 3.1 ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้ง นำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยี ที่เหมาะสม

รวมทั้งหมด 5 ตัวชี้วัด

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon

2.1 กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA เป็นแนวคิดในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เริ่มต้นมาจากประเทศสิงคโปร์ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดนี้ได้มีนักวิจัยได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ไว้ดังต่อไปนี้

2.1.1 ความหมายของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA

Chang Suo Hui, Lee Ngan Hoe, Koay Phong Lee (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA เป็นกลยุทธ์การสอน สำหรับการพัฒนาแนวคิดคณิตศาสตร์ขั้นต้นในประเทศสิงคโปร์ กระทรวงศึกษาธิการ (MOE, 2012) ให้ทุกโรงเรียนสนับสนุน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA เพื่อให้เด็กค้นพบแนวความคิดทางคณิตศาสตร์เชิงนามธรรมด้วยการสร้างความหมายและความเข้าใจ ซึ่งรูปแบบของการอำนวยความสะดวกในการสอนจะช่วยนำมาซึ่งแนวทางในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบจำลอง ครูสามารถกำหนดกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละลำดับของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA และประเมินพัฒนาการทางความคิดของเด็กแต่ละขั้นตอน ช่วยให้ครูสามารถระบุและตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจอยู่ในระดับขั้นตอนใดของกระบวนการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาให้ได้มาซึ่งแนวคิดทางคณิตศาสตร์

Au Jakkarin Burananit (2017) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA จะช่วยสร้างความรู้จากประสบการณ์สิ่งรอบตัวที่มีอยู่ของนักเรียนสู่การเชื่อมโยงแนวความคิดแบบเป็นรูปธรรม คือเชื่อมโยงจากจากสิ่งจับต้องได้ถึงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนใช้วัตถุจับต้องได้เพื่อสร้างแบบจำลองปัญหา กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA จะให้นักเรียนได้สัมผัสและจัดการวัตถุทางกายภาพ (จับต้องได้) เพื่อการทำความเข้าใจ ทุกแนวคิดทางคณิตศาสตร์แบบนามธรรม โดยแบ่งออกเป็น

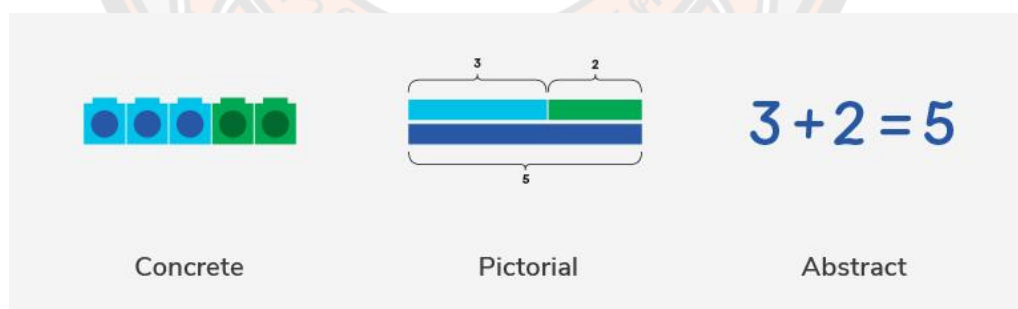
CONCRETE	PICTORIAL	ABSTRACT
จับต้องได้/รูปธรรม	เห็นเป็นภาพ/ ภาพวาด	สัญลักษณ์/นามธรรม

Ministry of Education Singapore, (2013) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA คือ แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งช่วยในการวางแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจและมนต์ศน์ในคณิตศาสตร์ ประกอบไปด้วย ขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ขั้นตอนการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) และขั้นตอนการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ตามลำดับ และมีการเชื่อมโยงระหว่างขั้น

จากการศึกษาความหมายของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เริ่มต้นจากการสัมผัสของจริง จับต้องได้ที่เป็นรูปธรรม เพื่อเชื่อมโยงสู่การสร้างแผนภาพ และสร้างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหาที่ซับซ้อนในการแก้ไขโจทย์ปัญหา จนนักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมและที่มาที่ไปของโจทย์นั้นได้ และช่วยให้คณิตศาสตร์ง่ายขึ้นนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

2.1.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA

Lloyd and Abbey (2009) กล่าวว่า แนวทางการเรียนการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงแนวทางการเรียนการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA

1) Concrete : ในขั้นตอนนี้ครูจะเริ่มสอนโดยการสร้างแบบจำลองแนวคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละแบบด้วยวัสดุรูปธรรม กล่าวอีกนัยหนึ่งขั้นตอนนี้คือขั้นตอน "ทำ" โดยใช้วัสดุรูปธรรมเพื่อสร้างแบบจำลองปัญหา

2) Pictorial : ในขั้นตอนนี้ครูจะเปลี่ยนรูปแบบวัตถุจับต้องได้เป็นระดับ (กึ่งรูปธรรม) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการวาดภาพ ใช้วงกลมจุดและท่อน; หรือใช้แอสแตมป์เพื่อพิมพ์ภาพเพื่อนับ กล่าวอีกนัยหนึ่งนี่คือขั้นตอนนี้ "เห็น" โดยใช้การแสดงวัตถุเพื่อจำลองปัญหา

3) Abstract : ในขั้นตอนนี้ครูสร้างแนวคิดคณิตศาสตร์ในระดับสัญลักษณ์โดยใช้ตัวเลขสัญลักษณ์ ครูใช้สัญลักษณ์การทำงาน (+, -, x, ÷) ซึ่งนักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ เพื่อสร้างแบบจำลองปัญหา สามารถที่จะก้าวไปสู่ระดับนามธรรม เพื่อพัฒนาความเข้าใจ

Ministry of Education Singapore, (2013) กล่าวว่า แนวทางการเรียนการสอนแบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA แบ่งเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) และขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ตามลำดับ และมีการเชื่อมโยงระหว่างขั้น และมีการเชื่อมโยงระหว่างขั้น โดยไม่ได้ให้ความหมายของแต่ละขั้นไว้อย่างชัดเจน แต่ใช้วิธียกตัวอย่างการสอนมโนทัศน์ของจำนวน “5” ดังนี้

1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นการสอนมโนทัศน์จำนวน “5” โดยใช้การนับวัตถุที่เป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้จริงจำนวน 5 ชิ้น เช่น ผลแอปเปิ้ล บล็อก ลูกบาศก์ ก้อน กระจุก ของเล่น หรือการนับนิ้วมือ โดยเริ่มจากการให้นักเรียนได้ลงมือนับสิ่งของด้วยตนเอง และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยแล้วจึงเริ่มให้นักเรียนนับสิ่งของจากระยะไกลหรือไม่ต้องสัมผัสสิ่งของนั้น

2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) เป็นการสอนมโนทัศน์จำนวน “5” หลังจากนักเรียนเชี่ยวชาญในมโนทัศน์ที่เป็นเชิงรูปธรรมแล้วด้วยการใช้รูปภาพ เช่น จุดหรือขีดนับ ซึ่งเป็นตัวแทนของวัตถุจริงในขั้นการสอนเชิงรูปธรรม

3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นการสอนมโนทัศน์จำนวน “5” โดยการใช้สัญลักษณ์ซึ่งเป็นตัวแทนของวัตถุ 5 ชิ้น ในขั้นการสอนเชิงรูปธรรม หรือ จุด 5 จุด ในขั้น การสอนเชิงรูปภาพ

Chang Suo Hui, Lee Ngan Hoe, Koay Phong Lee (2017) กล่าวว่า จากการศึกษา ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner, Dienes และ Piaget และใช้ข้อมูลเชิงลึกที่รวบรวมได้เสนอวิธีการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA 4 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ (C : Concrete)

นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ โดยครูแนะนำผ่านการเล่นหรือการจัดการ สิ่งของภายนอก แล้วให้เกิดความเข้าใจถึงความเชื่อมโยง สิ่งที่จับต้องได้ กับความหมาย การบวก การลบ การคูณและการหาร

นักเรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นความคิดทางคณิตศาสตร์ ให้โอกาสนักเรียน สะท้อนประสบการณ์จาก การจัดการสิ่งจับต้องได้ของนักเรียน แล้วอธิบายความคิดทาง คณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น

2) ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ (C : Concrete)

นักเรียนเกิดความคุ้นเคยแนวคิดทางคณิตศาสตร์และตัวแทนภายนอก ด้วยการให้ตัวอย่างปัญหาที่เหมาะสม เกิดความขัดแย้ง ให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ สร้างโอกาสให้นักเรียนได้สืบเสาะเพื่อทำความเข้าใจ แล้วอธิบายปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่จับต้องได้

3) ขั้นการจำแนกองค์ความรู้ (P : Pictorial)

นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมสิ่งที่จับต้องได้ ไปสู่แผนภาพที่เป็นความรู้ใหม่ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความรู้ที่ได้รับ ของหลักการและวิธีเชื่อมโยง

นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ สังเคราะห์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการสร้างแผนภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4) ขั้นสร้างความเข้าใจหลักการของรูปธรรม (A : Abstract)

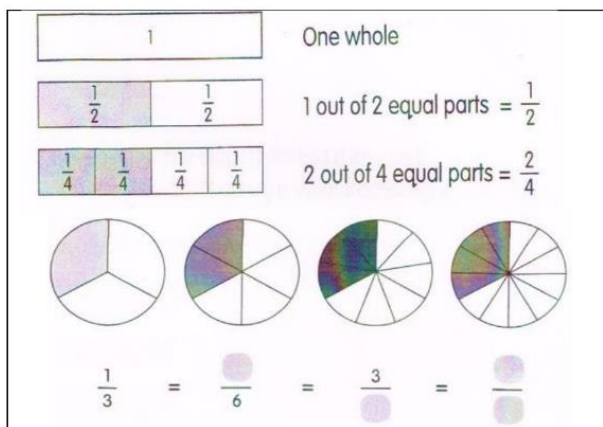
นักเรียนใช้สัญลักษณ์แทนแผนภาพ และให้โอกาสในการใช้สัญลักษณ์เชิงนามธรรมแทนปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract : CPA ของ Ministry of Education Singapore, (2013) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) 2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) และ 3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

2.1.3 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract :

CPA

Chang Suo Hui, Lee Ngan Hoe, Koay Phong Lee (2017) ได้ยกตัวอย่าง ในแบบเรียนคณิตศาสตร์ที่รับรองโดยกระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA เรื่อง ความหมายของเศษส่วนและเรื่องเศษส่วนที่เท่ากัน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้ แบบเรียนใช้ภาพตัวแทนของเศษส่วนทั้งแบบรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปวงกลม (เทียบได้กับการสอนขั้นการสอนเชิงรูปภาพ) เพื่อแนะนำโน้ตศัณของเศษส่วนที่เท่ากัน ดังภาพ 2 หลังจากนั้นในไม่นาน บทบาทของภาพตัวแทนจะลดลง โดยผู้เรียนจะเปลี่ยนจากการใช้ภาพตัวแทนเป็นการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$ ซึ่งเรียกได้ว่าการสอนจากขั้นการสอนเชิงรูปภาพไปยังขั้นการสอนเชิงนามธรรมเป็นผลสำเร็จ นอกจากนี้หากโรงเรียนมีสื่อแผ่นสำหรับสอนเศษส่วน (Fraction disc) หรือแถบสำหรับสอนเศษส่วน (Fraction strip) ผู้สอนอาจนำสื่อเหล่านั้นมาประกอบในขั้นการสอนเชิงรูปธรรมก่อน เริ่มใช้ภาพตัวแทน ซึ่งเมื่อประกอบกันแล้วจะครบถ้วนตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA



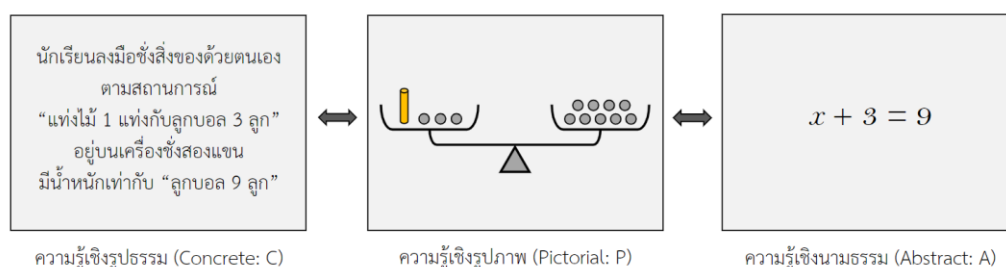
ภาพ 2 ตัวอย่างการแนะนำโน้ตส์ของเศษส่วนที่เท่ากันในหนังสือเรียนชั้นประถมของสิงคโปร์

Leong Yew Hoong, Ho Weng Kin, Cheng Lu Pien (2015) ได้ยกตัวอย่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA เรื่องการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสองสำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเริ่มจากการใช้การ์ดสำหรับการสอนพีชคณิต (AlgeCards) ประกอบกับความรู้เรื่องการหาพื้นที่ของสี่เหลี่ยมมุมฉากเมื่อทราบความกว้างและความยาว ซึ่งเป็นความรู้ที่ผู้เรียนมีมาก่อนหน้าเป็นขั้นการสอนเชิงรูปธรรม หลังจากนั้นจึงให้ผู้เรียนใช้การวาดแผนภาพลงบนกระดาษแทนการใช้การ์ดสำหรับการสอนพีชคณิตในขั้นการสอนเชิงรูปภาพ แล้วจึงเปลี่ยนเป็นการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในขั้นการสอนเชิงนามธรรมแสดงได้ ดังภาพ 3 เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของความรู้ที่เป็นนามธรรมกับความรู้ที่เป็นรูปธรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

Factorise	AlgeCards Diagram	Rectangle Diagram
$x^2 + 3x + 2$ $= (x + 1)(x + 2)$		

ภาพ 3 ตัวอย่างการเชื่อมโยงตัวแทนของการแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง

ณัฐวุฒิ โชติวิญญู ญาณิน กองทิพย์และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2015) ได้ยกตัวอย่าง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้สอนจะสอนแต่ละเนื้อหาและมโนทัศน์นี้ให้กับผู้เรียน โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ผ่านตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม (C) ไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นตัวแทนเชิงรูปภาพ (P) และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรม (A) ตามลำดับซึ่งแต่ละขั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ได้แก่ การใช้คำถามกระตุ้นเพื่อแนะแนวทาง การแนะนำสื่อที่เกี่ยวข้อง และการประเมินความเข้าใจในความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในแต่ละขั้นที่ได้เรียน และได้แสดงตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้เชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรม ดังภาพ 4



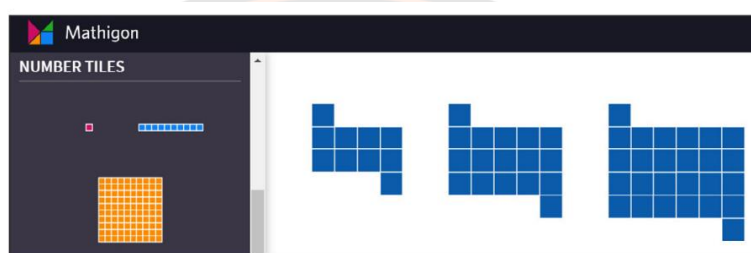
ภาพ 4 ตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้เชิงรูปธรรม ความรู้เชิงรูปภาพ และความรู้เชิงนามธรรม

จากการศึกษาและวิเคราะห์ ตัวอย่างการจัดการกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ออกแบบการจัดการกิจกรรมของกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม เลือกใช้วัตถุที่หาง่ายใกล้ตัวและเข้ากับบริบทสถานการณ์จริงของผู้เรียน เช่น การผสมน้ำหวาน การหุงข้าวและการซื้อของในร้านค้า ชั้นการสอนเชิงรูปภาพจะจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Mathigon เข้ามาช่วยเชื่อมโยงจากวัตถุรูปภาพจริงแล้วจึงเชื่อมโยงสู่ภาพจำลอง ผ่านเครื่องมือ Polypad ก่อนจะเชื่อมโยงความรู้ไปถึงชั้นการสอนเชิงนามธรรม เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

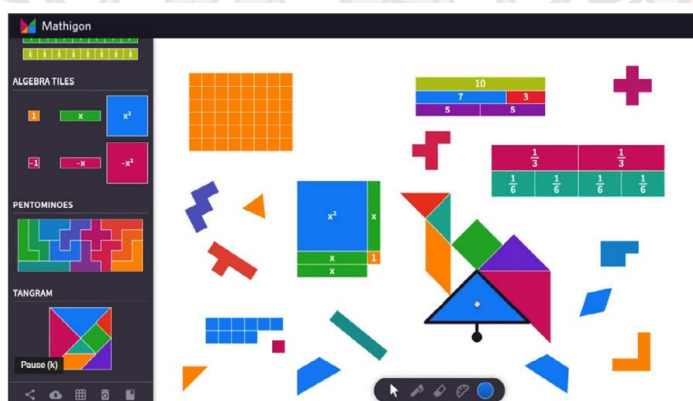
2.2 โปรแกรม Mathigon

Mary Bourassa (2020) กล่าวว่า Mathigon เป็นผลงานการสร้างสรรคค์ของ Philipp Legner เป็นเครื่องมือออนไลน์ที่ล้ำสมัยสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถเข้าใช้งานได้ที่ <https://mathigon.org/> และปัจจุบันให้บริการฟรีสำหรับผู้ใช้ทุกคน นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่สามารถดาวน์โหลดกิจกรรมได้ในบางส่วนเกี่ยวกับหลักสูตรและกิจกรรมใหม่ไ้ไลน์ mathigon มี

หลักสูตรและกิจกรรมต่าง ๆ ให้เลือกส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก ปรับเปลี่ยนรูปแบบได้สำหรับขั้นตอน
 ในกระบวนการเรียนรู้และใช้การเล่าเรื่องเพื่อสานต่อเรื่องราวเกี่ยวกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์แต่ละ
 หัวข้อ เนื้อหาที่ได้รับการพัฒนาแต่ก็มีอยู่หลายประการ อีกกิจกรรมหนึ่งคือ Polypad ของ
 Mathigon ซึ่งก็คือรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ได้ดี เช่น รูปหลายเหลี่ยมและเพนโทมิโนถึงกระเบื้อง
 พีชคณิต คอลเลกชันแบบโต้ตอบนี้ทางดิจิทัลมีความโดดเด่นในเรื่องของเครื่องมือแต่ละชิ้น ดังภาพ 5
 ฟังก์ชันใช้งานง่าย สวยงามและมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักเรียนและครูยังสามารถสร้างภาพและ
 รูปแบบต่าง ๆ ดังภาพ 6 เหมาะกับการใช้งานเรื่องเศษส่วน



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างและรูปแบบ Mathigon



ภาพ 6 ตัวอย่างกิจกรรมที่หลากหลาย Polypad ของ Mathigon

Annette Lamb (2015) กล่าวว่า Mathigon เป็นเว็บไซต์และห้องสมุดออนไลน์ ที่มี
 วัตถุประสงค์เพื่อนำคณิตศาสตร์มาสู่เยาวชนในรูปแบบออนไลน์ แบบเปิดและโต้ตอบพร้อมใช้งาน
 ออนไลน์และเป็นแอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ นำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาพเคลื่อนไหว
 สไลด์โชว์ เกม และการคำนวณ สีสันสดใสและมีภาพประกอบ ซึ่งทำให้คณิตศาสตร์มีชีวิตชีวาสำหรับ

ผู้อ่านและผู้ใช้ สำหรับหัวข้อต่าง ๆ เช่น ภาพหลายมิติ ทฤษฎีกราฟ และเศษส่วน พื้นที่ ครูประกอบด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ได้แก่การตามล่าหาสมบัติทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษา บทเรียนและกิจกรรมต่าง ๆ มีให้ดาวน์โหลดเป็นไฟล์ PDF บางส่วนของเว็บไซต์

จากการศึกษาโปรแกรม Mathigon ข้างต้น สรุปได้ว่า โปรแกรม Mathigon เหมาะกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในเรื่องของเรขาคณิตและเศษส่วนเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยจึงจะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon โดยใช้เครื่องมือ Polypad ในชั้นการสอนเชิงรูปภาพ ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจบทเรียนผ่านรูปภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1993) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามust ต้องคนหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา จึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, น.7) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่ได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที ถ้าเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนรู้วิธีการหาคำตอบหรือรู้คำตอบทันทีแล้วสถานการณ์นั้นก็ไม่ใช่ปัญหาอีกต่อไป ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนคนหนึ่งอาจไม่ใช่ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอีกคนหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

จากการศึกษาความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ไม่สามารถรู้คำตอบได้ทันที ต้องหาวิธีการหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหานั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ต้องการ

3.2 ความหมายการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1980) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาวิธีทางที่จะหาวิธีที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไปหาวิธีที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความชัดเจนแต่ว่าสิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด

Nation Council of Supervisors of Mathematics (2000) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่เข้าไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ

Krulik & Rudnick (1987) กล่าวว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ทักษะและความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการแก้สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยสังเคราะห์การเรียนรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

อัมพร ม้าคอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหาการ แก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะ(skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผน โดยมี การใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ

Krulik & Reys (1980) กล่าวว่า ของการแก้ปัญหาไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem solving as a goal) ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นเหตุผลหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากคำถามหรือปัญหาเฉพาะเจาะจงหรือวิธีการและเนื้อหาสาระใด ๆ

2. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นกระบวนการ (Problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการ คือ วิธีการ ยุทธวิธี หรือเทคนิคเฉพาะต่าง ๆ ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ กระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสาระสำคัญและเป็นเป้าหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาในฐานะที่เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem solving as a basic skill) เมื่อการแก้ปัญหาถูกจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหาแบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ควรใช้จุดเน้นอยู่ที่ สาระสำคัญของการแก้ปัญหาที่ทุกคนต้องเรียนรู้และเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, น.7) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ (Problem Solving) หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง หนึ่งในทักษะพื้นฐานที่เป็นรูปแบบที่ต้องอาศัยการเรียนรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อนำมาใช้ในการคลี่คลายปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการที่ถูกต้องและเหมาะสม การคิด

แก้ปัญหาจึงเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ มีลักษณะเป็นกระบวนการ คือ มีขั้นตอน มีวิธีการ กระบวนการ ยุทธวิธีหรือเทคนิคต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ในที่สุด

3.3 ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาประกอบไปด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem) เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา โดยการอ่านสถานการณ์เพื่อระบุ สิ่งไม่ทราบค่า ข้อมูล และเงื่อนไขของปัญหา เพื่อทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนอาจวาดแผนภาพ ประกอบเพื่อให้เข้าใจปัญหายิ่งขึ้น

2) ขั้นวางแผน (Devising a plan) ขั้นตอนนี้เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีและตัวไม่ทราบค่าเพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยอาจเริ่มจากการนำวิธีแก้ปัญหาของสถานการณ์เดียวกันหรือคล้ายคลึงที่เคยพบเจอมาปรับใช้กับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ รวบรวมทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนอาจใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหา ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในขั้นวางแผน

3) ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือทำตามแผนที่วางไว้ โดยระหว่างลงมือแก้ปัญหา นักเรียนควรพิจารณาความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของหลักการหรือวิธีการที่ใช้ในขณะลงมือแก้ปัญหาด้วย

4) ขั้นตรวจสอบผล (Looking back) ขั้นตอนนี้ต้องการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ ประเมินประสิทธิภาพของวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนใช้ว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด มีจุดเด่นหรือจุดด้อยอย่างไรบ้าง นอกจากนี้ นักเรียนอาจคิดเพิ่มเติมด้วยการจินตนาการถึงการนำขั้นตอนและผลลัพธ์ของปัญหาที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหานี้ไปใช้กับปัญหาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันได้อย่างไรบ้าง

Krulik & Rudnick (1993) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีลำดับขั้นตอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ขั้นการอ่านและคิด (read and think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่าน ข้อปัญหาตีความเป็นภาษา สร้างความสัมพันธ์และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนด สิ่งที่ต้องการและกล่าวถึงปัญหาในภาษาของเขาเองได้

2) ขั้นสำรวจและวางแผน (explore and plan) ขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะต้องวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้

3) ขั้นตอนการเลือกวิธีการแก้ปัญหา (select a strategy) ในขั้นนี้ผู้ที่ทำการแก้ปัญหาต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีการนำเอาหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งวิธีแก้ปัญหานั้นได้แก่ การค้นหารูปแบบการทำย้อนกลับ การคาดเดาและตรวจคำตอบการสรุป การรวบรวมหรือขยายความ การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

4) ขั้นตอนการค้นหาคำตอบ (find an answer) เป็นขั้นที่ผู้ทำการแก้ปัญหาเข้าใจและเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แล้วควรประมวลคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งต้องอาศัยทักษะการประมาณค่าการใช้ทักษะการคิด คำนวณ ทักษะทางพีชคณิต ทักษะทางเรขาคณิต

5) ขั้นตอนการมองย้อนและขยายผล (reflect and extend) เป็นขั้นที่คำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นพบทางเลือกที่นำไปสู่ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

ทิสนา แคมมณี (2557) กล่าวว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1) ขั้นการสังเกต ให้นักเรียนทำการศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

2) ขั้นการวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปรายหรือแสดงความคิดเห็นเพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพสาเหตุและลำดับความสำคัญของปัญหา

3) ขั้นสร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยทำการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่มและควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้ผู้เรียน

4) ขั้นเก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5) ขั้นสรุป ผู้เรียนสรุปความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ช) กล่าวว่า ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือปัญหากำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ปัญหาที่มีเงื่อนไขสำคัญอย่างไรและปัญหาต้องการให้หาอะไร เป็นต้น

2) ขั้นการเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนค้นหาความรู้ ข้อมูลแล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

3) ขั้นการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของแผนให้ชัดเจนแล้วลงมือปฏิบัติจนกระทั่งสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

4) ขั้นการสรุปคำตอบหรือตรวจสอบคำตอบ ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือมียุทธวิธีแก้ปัญหายังอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติ ก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากการศึกษาขั้นตอนและกระบวนการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้างต้น สรุปได้ว่า ผู้วิจัยประยุกต์ใช้ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กระบวนการแก้ปัญหาประกอบไปด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ

3.4 การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้เสนอ รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียด ดังแสดงใน ตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Polya

ขั้นตอนการแก้ปัญหา ของ Polya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรมเขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจสอบคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและการสรุปความหมายของคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้เสนอ เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พิจารณาได้จากรายการประเมินองค์ประกอบ 4 รายการ คือความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ และกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ว่าแบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ผู้สอนอาจกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหา หรือความเหมาะสมได้ ดังแสดงใน ตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1.ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2.การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูก แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3.การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง
4.การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากการศึกษา การวัดและประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กระบวนการแก้ปัญหา 4 องค์ประกอบ ของ polya โดยใช้กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อกำหนดกรอบในการ

จัดกิจกรรมการสอนเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยปรับประยุกต์ใช้แนวทางการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 รายการ ที่ปรับประยุกต์ใช้ โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งเป็นระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ตามความเหมาะสม ดังแสดงใน ตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1.การทำความเข้าใจปัญหา	3	ดี	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาครบถ้วนถูกต้อง
	2	พอใช้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่ถูกต้องเลย
2.การวางแผนแก้ปัญหา	3	ดี	ระบุแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	ระบุแนวทางแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ระบุแนวทางแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3.ดำเนินการแก้ปัญหา	3	ดี	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้แสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดและถูกต้อง

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
	2	พอใช้	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้แสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ละเอียด
	1	ต้องปรับปรุง	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องทั้งหมดและไม่ละเอียด
4.การตรวจสอบคำตอบ	3	ดี	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้อย่างถูกต้องและใช้สัญลักษณ์ถูกต้อง
	2	พอใช้	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วนหรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

สถาพร พุทธิพิบูล (2555) ได้กล่าวว่า Active Learning จึงเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รัศมี ศิริกัมพลา และวรินทร์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์ (2563) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัสดุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูล

ครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน มีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์

วชิรญาณม์ สาดสำอาง วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และต้องตา สมใจเพ็ง (2565) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ใช้แนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจถูกต้องสมบูรณ์และ 2) คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยของนักเรียนหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิด CPA คิดเป็นร้อยละ 84.67 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ณัฐวุฒิ โชติวิญญูญานิน กองทิพย์และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2565) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract : CPA เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลหลังการทดลอง จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรม ระบุข้อมูลสำคัญ เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการ วาดแผนภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างสมการจากแผนภาพ แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ เชื่อมโยงความรู้และมโนทัศน์ ระหว่างเชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมได้

อังคณา กริณะรา (2564) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนสอบทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน

ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนสอบทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปทุมมา อยู่สอน รัชฎา วิริยะพงศ์และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2566) ได้ศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 คน ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ระยะเวลาทั้งหมด 13 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นที่ผู้สอนควรเน้น ดังนี้ ควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเพื่อให้นักเรียนสามารถนำมาต่อยอดกับเนื้อหาที่เรียนปัจจุบันควรแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม GeoGebra เบื้องต้นรวมถึงพื้นฐานการใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์จากคอมพิวเตอร์และในขณะการจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์โดยเริ่มจากการให้พูดออกมาเป็นประโยค 2) นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 17.83 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนนคิดเป็นร้อยละ 74.29 ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Completed Understanding : CU)

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Chang Suo Hui, Lee Ngan Hoe, Koay Phong Lee (2017) รูปธรรม - ภาพ - นามธรรม : CPA เป็นกุญแจสำคัญเป็นยุทธศาสตร์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาแนวคิดคณิตศาสตร์เบื้องต้นของสิงคโปร์

1. อธิบายจากทฤษฎีการเรียนรู้เรื่อง Bruner, Dienes และ Piaget สร้างแบบจำลองตามทฤษฎีที่กระบวนการเรียนรู้ตามวัย เพื่อเพิ่มศักยภาพของการเป็นตัวแทนจากภายนอกการประสานงานระหว่างครูควรอำนวยความสะดวกช่วยให้เกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนสอดคล้องกันอย่างใกล้ชิด ด้วยการทำความเข้าใจจากรูปธรรม ภาพ นามธรรม เชิงลึกจากง่ายไปยากตามพัฒนาการการเรียนรู้

2. ใช้ข้อมูลเชิงลึกที่เก็บรวบรวมไว้ เสนอการสอนขั้นตอนการเรียนการสอน CPA ทั้งหมด 4 ขั้นตอน

- 1) ขั้นการให้ความหมายด้วยการแนะนำ (C : Concrete)
- 2) ขั้นสร้างความคุ้นเคยผ่านการสำรวจ (C : Concrete)

3) ชั้นการจำแนกองค์ความรู้ (P : Pictorial)

4) ชั้นสร้างความเข้าใจหลักการของรูปธรรม (A : Abstract)

Leong Yew Hoong, Ho Weng Kin, Cheng Lu Pien (2015) ได้ศึกษา แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ในการสอนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา โดยใช้รูปแบบการสร้างความคิดรวบยอด ผลการวิจัยพบว่า การใช้รูปแบบการสร้างความคิดรวบยอดสามารถพัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ อภิปรายเรื่องนี้เกี่ยวกับกลยุทธ์ CPA เป็นยุทธศาสตร์การเรียนการสอนที่กระทรวงศึกษาธิการสนับสนุน (Ministry of Education, 2012) ซึ่งบรรจุอยู่ในตำราเรียนที่ใช้ในโรงเรียน (Fan, 2012) และใช้สอนในหลักสูตร pre-service ของครุคณิตศาสตร์ (เช่น Chua, 2010; Edge, 2006)

Nugroho & Jailani (2019) ได้ศึกษาผลของการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CRA (Concrete-Representation-Abstract) กับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 93 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด CRA มีความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Purwadi, Sudiarta, & Suparta (2019) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ที่มีต่อความเข้าใจโน้ตทัศน์ (Conceptual understanding) และความสามารถในการใช้ตัวแทนคณิตศาสตร์ (Mathematical representation ability) เรื่องเศษส่วน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 คน ประกอบไปด้วยกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด CPA มีนักเรียนจำนวน 23 คน และกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีนักเรียนจำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด CPA มีความเข้าใจโน้ตทัศน์และความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ari Septian (2020) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้เป็นการทดลองการวิจัยและการออกแบบที่ใช้ คือ การออกแบบกลุ่มควบคุมที่ไม่เท่ากัน การสุ่มตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง ในการศึกษานี้โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากการทดสอบที่แตกต่างกันของดัชนีเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้ตาม ปัญหาโดยใช้ GeoGebra-assisted เป็นแนวทางที่ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบเดิม ผลลัพธ์ของมาตราส่วนทัศนคติก็คือ พบว่า โดยทั่วไปนักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้

คณิตศาสตร์โดยใช้แนวทางการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาโดยใช้ GeoGebra ผลการคำนวณสหสัมพันธ์แบบสองตัวแปรสรุปได้ว่า ทักษะคิดของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ โปรแกรม GeoGebra-assisted Problem-based มีค่าเป็นบวกในการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยพบว่า การใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ Concrete Pictorial Abstract : CPA มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างแพร่หลาย และมีการนำไปใช้ในด้านส่งเสริมแนวคิดและพัฒนาโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำคอยอำนวยความสะดวกในห้องเรียน และพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม Mathigon ยังไม่มีผู้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่มีการใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ประเภทอื่น เช่น โปรแกรม GeoGebra เป็นใช้โปรแกรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับรูปแบบเนื้อหาเกี่ยวกับกราฟ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน มีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับ โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ทั้งหมด 3 วงจร ได้แก่

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ

โดยมีลักษณะทำซ้ำวงจร 3 วงจร โดยเนื้อหาการปฏิบัติการตาม ตาราง 4 ดังนี้

ตาราง 4 เนื้อหาการปฏิบัติการ 3 วงจร

วงจร 1	วงจร 2	วงจร 3	หลังการจัดการเรียนรู้
1) ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)			ทำแบบวัด
2) ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon			ความสามารถในการ
3) ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)			แก้ปัญหา

ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 โรงเรียนมัธยมแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	- ใบกิจกรรม - แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ด้านเนื้อหา ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ รวมถึงการวัดและประเมินผล

1.1.2 ศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแนวทางการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.3 ศึกษาแนวคิด หลักการ และกระบวนการเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA และ โปรแกรม Mathigon

1.1.4 ศึกษาความหมาย องค์ประกอบ แนวทางการพัฒนา และการวัดและการประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดัง ตาราง 6

ตาราง 6 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	จำนวน (ชม.)
1	อัตราส่วน	4
2	สัดส่วน	4
3	ร้อยละ	4
รวม		12

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียด ดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สาระการเรียนรู้

5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

6. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

7. การวัดและประเมินผล

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 3 แผน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ระดับความเหมาะสม

4.50-5.00 แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.50-4.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก
2.50-3.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง
1.50-2.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย
1.00-1.49	แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

1.1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.1.8 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ต่อไป

จากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 แผน แต่ละแผนประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA และโปรแกรม Mathigon โดยมีรายละเอียด คือ แผนที่ 1 เรื่องอัตราส่วน ใช้สถานการณ์ “กาแฟในฝัน” แผนที่ 2 เรื่องสัดส่วน ใช้สถานการณ์ “ห้องครัวของฉัน” และแผนที่ 3 เรื่องร้อยละ ใช้สถานการณ์ “ซูเปอร์มาเก็ต” แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.19 - 4.39 เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อยู่ระหว่าง 0.04 - 0.35 ซึ่งไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมในระดับมากและสามารถนำไปใช้ได้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ขึ้นทบทวนความรู้เดิม ควรใช้สื่อที่นักเรียนสามารถจับต้องได้แบบเป็นรูปธรรมเพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ที่อยู่ในขั้น Concrete มากยิ่งขึ้น จึงปรับปรุงนำสื่อในขั้น Concrete ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มาใช้ในการทบทวนความรู้เดิม

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยแต่ละขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูล มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.2.1 กำหนดขอบเขตการบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยมีลักษณะเป็นแบบเขียนบันทึก ประเด็นตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

1.2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของประเด็นการสะท้อนผลตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

1.2.4 ปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ ปรับแก้ประเด็นการเขียนบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.5 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้งต่อไป

นอกจากนี้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยได้บันทึกวิดีโอระหว่างการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ ในกรณีที่เกิดการสะท้อนผลไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

2 เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.1 ใบบัณฑิต เป็นส่วนหนึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon มีลักษณะเป็นโจทย์สถานการณ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา โดยแต่ละใบบัณฑิตมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบบัณฑิต

2.1.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

2.1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon รวมถึงเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.4 ศึกษาเนื้อหาทรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นกรอบแนวคิดซึ่งนำไปสู่การสร้างสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทของชีวิตจริง

2.1.5 ออกแบบและสร้างใบกิจกรรมที่มีสถานการณ์ ข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2.1.6 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก จำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 3 ระดับ ดัง ตาราง 4

2.1.7 ใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

2.1.8 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.1.9 จัดทำใบกิจกรรมฉบับสมบูรณ์

จากใบกิจกรรม ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นสถานการณ์กลุ่มวงจรมงจรปฏิบัติละ 1 ใบกิจกรรม ประกอบด้วย 3 สถานการณ์ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขแล้ว คือ ปรับเพิ่มข้อคำถามให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดโจทย์ปัญหาและแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบ อัตนัย 3 ข้อ ให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา

2.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.2.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ

2.2.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน
เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบวัด โดย
วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มี
ต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

2.2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาตามคำแนะนำ
ของผู้เชี่ยวชาญ

2.2.6 จัดทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลบสมบูรณ

จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ในรูปแบบอัตรานัยจำนวน 3
สถานการณ์ตามวงจรปฏิบัติการ ทำการทดสอบกับนักเรียนเป็นรายบุคคลหลังจากดำเนินการในแต่ละ
วงจรปฏิบัติการเสร็จสิ้น และวิเคราะห์การเขียนคำตอบของนักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเกณฑ์
การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic scoring) ตามองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา
และ 4) การตรวจสอบคำตอบ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยวิเคราะห์หาค่า
ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความสอดคล้องข้อ
คำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีค่าเฉลี่ย IOC
เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนใน
ชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มคละความสามารถ เก่ง ปาน
กลางและอ่อน เพื่อให้ภายในกลุ่มช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ร่วมกันศึกษาข้อมูลจากสถานการณ์ที่
กำหนดให้ผ่านโปรแกรม Mathigon และมอบหมายให้ทำใบกิจกรรม โดยระดมแนวคิดที่หลากหลาย

และลงมือแก้สถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะสังเกตและจดบันทึก พฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้คำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้จะให้คะแนนใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และผู้วิจัยจะทำการสะท้อนผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบในชั่วโมงสุดท้ายของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

5. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

6. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ซึ่งมีข้อสอบแบบอัตนัยทั้งหมด 3 สถานการณ์ปัญหา โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

7 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย ผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ทำการตัดทอนหรือลดข้อมูลที่ไม่สำคัญ เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) ข้อดีและปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon 2) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกลุ่มเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และหาลักษณะร่วมของข้อมูลตีความข้อมูล เพื่อสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

1.3 ผู้วิจัยเขียนสรุปการสะท้อนข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาของแต่ละขั้นตอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้ดียิ่งขึ้น

1.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการแบบสามเส้า (Triangulation) แบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งชนิด (Resource Triangulation) โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์และสรุปผลการจัดการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่อย่างไร

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นข้อมูลที่ ได้จากผู้เข้าร่วมวิจัย มาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) จะทำการ วิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดการ เรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับกันเพื่อตรวจสอบความ สอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

2.1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม โดยศึกษาจากร่องรอยการทำงานของ นักเรียนจากใบกิจกรรม และการตอบคำถามในชั้นเรียนรวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้น ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.2 วิเคราะห์การเขียนคำตอบของนักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเกณฑ์การ ให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ตามองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา 3) การดำเนินการ แก้ปัญหาและ 4) การตรวจสอบคำตอบ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงจากเกณฑ์การวัดและประเมินผลการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.3 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนตามคะแนนจากใบกิจกรรมที่ได้จากวงจร ปฏิบัติการที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งถ้าหากจำนวนนักเรียนมากขึ้นในระดับที่ดีขึ้นไป แสดงให้เห็นว่านักเรียน ได้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวการ จัดการเรียนรู้แบบประสบการณ์ที่เน้นการปฏิบัติโดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract :

CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2.1 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากตัวผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์มาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) และตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้าแบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งชนิด (Resource Triangulation)

2.2.2 นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยการตรวจสอบจากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ว่าได้ข้อมูลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร แล้วรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3.1 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยรวบรวมข้อมูลจากร่องรอยการเขียนแสดงวิธีคิดในแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตรวจและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic Scoring) ปรับปรุงจากเกณฑ์การวัดและประเมินผลการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบบูรณาการตามระดับคะแนนของนักเรียน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ตามลำดับ ดังตาราง 3

2.3.2 ผู้วิจัยรวบรวมคะแนนเพื่อจัดระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

2.3.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล หากผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบประสบการณ์ที่เน้นการปฏิบัติโดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถส่งเสริมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยปฏิบัติการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแบบของ ตามแนวคิดของ (Kemmis & McTaggart, 1988) ซึ่งดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) ตามลำดับ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ โดยผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องอัตราส่วน

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน โดยใช้สถานการณ์ เรื่อง คาเฟ่ในฝัน เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอและเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับเป็นกลุ่ม ร่วมกันคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ ในร้านคาเฟ่ โดยในขั้น C : Concrete ผ่านกิจกรรมสูตรนี้ที่ใช้ ชั้น P : Pictorial ผ่านกิจกรรมคิดเป็นภาพในคาเฟ่ และขั้น A : Abstract ผ่านกิจกรรมอัตราส่วนที่หลากหลายในคาเฟ่ โดยครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงการแก้ปัญหาของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่กำหนดไว้

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรม ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน โดยใช้สถานการณ์ เรื่อง คาเฟ่ในฝัน เตรียมอุปกรณ์ผสมน้ำหวานพร้อมถ้วยตวง ดังภาพ 7 สำหรับกิจกรรมในขั้น C : Concrete และคอมพิวเตอร์ สำหรับกิจกรรมในขั้น P : Pictorial



ภาพ 7 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม คาเฟ่ในฝัน

4. การเตรียมสถานที่ในการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ซึ่งจะจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่ม และจัดห้องคอมพิวเตอร์ให้พร้อมสำหรับนักเรียน กลุ่มละ 1 เครื่อง เพื่อสะดวกต่อการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ประกอบด้วยขั้นการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 การจัดการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 สรุปผลการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ผู้วิจัยเริ่มทบทวนความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับ เรื่อง เศษส่วน ในขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ทบทวนความรู้ในเบื้องต้นของผู้เรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว หลังจากนั้นผู้วิจัยจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่กิจกรรมที่จะจัดการเรียนรู้ในคาบนั้น

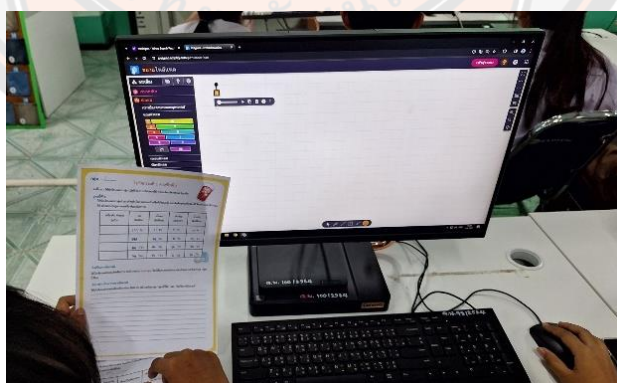
2. **ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้** ผู้วิจัยเริ่มการจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้ ประธานกลุ่ม เลขานุการสำหรับบันทึกกิจกรรมและ ผู้ดูแลอุปกรณ์สำหรับการมารับอุปกรณ์ โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

2.1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและวางแผนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ผ่านกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยใช้สิ่งของที่จับต้องได้และนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง .ในกิจกรรม คาเฟ่ในฝัน ดังภาพ 8



ภาพ 8 กิจกรรม คาเฟ่ในฝัน ชั้น C : Concrete

2.2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ให้ นักเรียนดำเนินกิจกรรมต่อจากขั้นที่ผ่านมา โดยให้คิดเป็นภาพผ่านโปรแกรม Mathigon โดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มละ 1 เครื่อง เพื่อให้นักเรียนสามารถมองภาพการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 9



ภาพ 9 กิจกรรม คาเฟ่ในฝัน ชั้น P : Pictorial

3. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยและนักเรียนพูดคุยอภิปรายถึงการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่

กำหนดไว้ได้ถูกต้อง ในขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม

จากการสังเกตชั้นเรียนของผู้วิจัยขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถบรรยายถึงบรรยากาศในชั้นเรียน ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคลในระหว่างการทำกิจกรรม ว่านักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจและกระตือรือร้นในการรับฟังความรู้และมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และเมื่อพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนนักเรียนสามารถตอบคำถามร่วมกันได้ และในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มสังเกตว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่และวางแผนกันภายในกลุ่มอย่างเหมาะสมและร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมสถานการณ์ภายในห้องเรียนให้เป็นไปด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย และคอยแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้องและเข้าใจตรงกัน

2. ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายกลุ่มอย่างต่อเนื่อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมแก้ไขสถานการณ์เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำความเข้าใจสถานการณ์ สังเกตการช่วยเหลือกันทำงานภายในกลุ่มว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมหรือไม่

3. ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตพบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปข้อดี ปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงใน ตาราง 7

ตาราง 7 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติที่ 1

ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสำรวจและทำความเข้าใจวิเคราะห์ส่วนผสมและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและชัดเจนว่าจะทำกิจกรรมในเรื่องของอัตราส่วน โดยการตวงส่วนผสมต่าง ๆ ที่กำหนดให้และเห็นถึงความกระตือรือร้นมีความพร้อมที่อยากจะเรียนรู้อย่างชัดเจน
ปัญหาที่พบ	นักเรียนบางกลุ่มขาดการวางแผนขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรม ผสมเครื่องดื่มโดยไม่ได้คำนึงถึงปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิดว่ามีความเหมาะสมกับปริมาณอัตราส่วนเครื่องดื่มจำนวน 1 แก้วหรือไม่ ทำให้เมื่อเทส่วนผสมทุกอย่างเข้าด้วยกันแล้วทำให้มีปริมาณที่ล้นออกมาจากขอบแก้ว
แนวทางแก้ไขปัญหา	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนวางแผนการปฏิบัติกิจกรรม โดยการวัดปริมาตรแก้วที่จะใช้เทส่วนผสมรวมกันก่อน เพื่อคำนวณส่วนผสมแต่ละชนิด ให้มีอัตราส่วนรวมกันทั้งหมดไม่เกิน 1 แก้ว
ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนมีความกระตือรือร้นกับโปรแกรม Mathigon เนื่องจากมีสีสันและรูปร่างที่หลากหลายให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติและเป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงมาจากชั้นการสอนเชิงรูปธรรมทำให้นักเรียนมองภาพการเปรียบเทียบอัตราส่วนหลายอัตราส่วนพร้อม ๆ กัน ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
ปัญหาที่พบ	ในโปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยใช้เครื่องมือ โดยใช้เครื่องมือ number bar มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ยังพบข้อจำกัดของ number bar ที่นำมาใช้แทนส่วนผสมยังไม่มีค่าตัวเลขกำกับเมื่อทำการรวมกันเป็นภาพของส่วนผสมทั้งหมดจะชัดเจนในด้านการเปรียบเทียบอัตราส่วนแต่ยังไม่สามารถมีตัวเลขบอกจำนวนอัตราส่วนหรือรวมเลขกันแบบอัตโนมัติ นักเรียนยังต้องนับจำนวนอัตราส่วนด้วยตนเองอยู่
แนวทางแก้ไขปัญหา	ผู้วิจัยกำหนดปริมาณและสีของ number bar ในโปรแกรมอย่างชัดเจนเพื่ออำนวยความสะดวกที่นักเรียนนำไปใช้ กำหนด 1 หน่วย แทนปริมาณของส่วนผสม 10 มิลลิเมตร เพื่อให้สะดวกต่อการคำนวณการทำความเข้าใจภาพได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น

ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและนำข้อมูลที่ได้จากชั้นการสอนเชิงรูปธรรม และชั้นการสอนเชิงรูปภาพมาใช้ โดยเขียนอัตราส่วนโดยใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง
ปัญหาที่พบ	นักเรียนสามารถเขียนอัตราส่วนโดยใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง แต่เมื่ออัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีหน่วยต่างกันนักเรียนไม่ได้ระบุหน่วยให้ชัดเจน ทำให้เข้าใจความหมายคลาดเคลื่อนได้
แนวทางแก้ไขปัญหา	ผู้วิจัยใช้คำถามนำโดยยกตัวอย่างจากโจทย์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ตั้งขึ้นมา เพื่อให้นักเรียนในห้องเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบแต่ละกลุ่มและช่วยกันแก้ไขคำตอบพร้อมกันในห้องเรียนว่าแต่ละกลุ่มมีข้อผิดพลาดตรงไหนและควรแก้ไขอย่างไร

จากตาราง 7 เป็นตารางสรุปแสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon และเป้าแนวทางปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 สัดส่วน

ขั้นที่ 1 ชั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

ขั้นที่ 1 ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

ขั้นที่ 3 ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตส่วน โดยใช้สถานการณ์ ห้องครัวของฉันท เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตจริงที่บ้านของนักเรียน ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ร่วมกันคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในห้องครัว โดยในชั้น C : Concrete ผ่านกิจกรรมหุงข้าวที่ถ้วย ชั้น P : Pictorial ผ่านกิจกรรม คิดเป็นภาพในห้องครัว และชั้น A : Abstract ผ่านกิจกรรมสัตส่วนในห้องครัว โดยครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงการแก้ปัญหาของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่กำหนดไว้

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และ ส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัตส่วน โดยใช้สถานการณ์ ห้องครัวของฉันท เตรียมวัตถุดิบและอุปกรณ์คือข้าวสารและถ้วยตวง ตังภาพ 10 สำหรับกิจกรรมในชั้น C : Concrete และคอมพิวเตอร์ สำหรับกิจกรรมในชั้น P : Pictorial



ภาพ 10 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ห้องครัวของฉันท

4. การเตรียมสถานที่ในการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ซึ่งจะจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่ม และจัดห้องคอมพิวเตอร์ให้พร้อมสำหรับนักเรียน กลุ่มละ 1 เครื่อง เพื่อสะดวกต่อการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ประกอบด้วยขั้นการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 การจัดการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 สรุปผลการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ทบทวนความรู้ของผู้เรียนในตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว เพื่อนำไปสู่กิจกรรมที่จะจัดการเรียนรู้ในคาบนั้น

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยเริ่มการจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้ ประธานกลุ่ม เลขานุการสำหรับบันทึกกิจกรรมและ ผู้ดูแลอุปกรณ์สำหรับการมารับอุปกรณ์ โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

2.1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและวางแผนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ผ่านกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยใช้สิ่งของที่จับต้องได้และนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ผ่านกิจกรรม ห้องครัวของฉันทัน ดังภาพ 11



ภาพ 11 กิจกรรม ห้องครัวของฉันทัน ขั้น C : Concrete

2.2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมต่อจากขั้นที่ผ่านมา โดยให้คิดเป็นภาพผ่านโปรแกรม Mathigon โดยใช้คอมพิวเตอร์กลุ่มละ 1 เครื่อง เพื่อให้นักเรียนสามารถมองภาพการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 12



ภาพ 12 กิจกรรม ห้องครัวของฉัน ชั้น P : Pictorial

3. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยและนักเรียนพูดคุยอภิปรายถึงการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง ในขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลจากไปกิจกรรม

จากการสังเกตชั้นเรียนของผู้วิจัยขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถบรรยายถึงบรรยากาศในชั้นเรียน ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคลในระหว่างการทำกิจกรรม ว่านักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจและกระตือรือร้นในการรับฟังความรู้และมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และเมื่อพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนนักเรียนสามารถตอบคำถามร่วมกันได้ ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมี

การแบ่งหน้าที่และวางแผนกันภายในกลุ่มอย่างเหมาะสมและร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมสถานการณ์ภายในห้องเรียนให้เป็นไปด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย และคอยแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้องและเข้าใจตรงกัน

2. ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายกลุ่มอย่างต่อเนื่อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมแก้ไขสถานการณ์เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำความเข้าใจสถานการณ์ สังเกตการช่วยเหลือกันทำงานภายในกลุ่มว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมหรือไม่

3. ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตพบปัญหาการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปข้อดี ปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงใน ตาราง 8

ตาราง 8 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete)

ข้อดีที่พบ	นักเรียนแต่ละกลุ่มยังสามารถวิเคราะห์ส่วนผสมและอุปกรณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง โดยมีการวางแผนเพิ่มเติมโดยการคำนึงถึงลักษณะที่ใช้ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมและยังได้เพิ่มเติมการสนทนาเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำกับชีวิตประจำวันของนักเรียนแต่ละคนด้วย ทำให้การปฏิบัติกิจกรรมมีการสนทนาสร้างปฏิสัมพันธ์กันภายในห้องเรียนมากยิ่งขึ้น
ปัญหาที่พบ	พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดให้ร่วมกันได้ดียิ่งขึ้นแต่เกิดปัญหาเมื่อตัวเลขของโจทย์ในสถานการณ์มีค่ามาก พบข้อจำกัดในการทำปฏิบัติการในขั้นการสอนเชิงรูปธรรมว่าไม่เหมาะกับเนื้อหาเรื่องสัดส่วนของตัวเลขที่มีค่ามากเกินไป

ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete)	
แนวทางแก้ไขปัญหา	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมชั้นการสอนเชิงรูปธรรมเรื่อง สัดส่วน ในข้อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถปฏิบัติได้หรือข้อที่ตัวเลขมีค่าน้อย และใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์มาช่วยในข้อที่ตัวเลขมีค่ามาก
ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial)	
ข้อดีที่พบ	จากการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยปรับปรุงและออกแบบรูปแบบการใช้เครื่องมือในโปรแกรม Mathigon โดยใช้เครื่องมือ bucket of zero จัดกิจกรรมในเรื่อง สัดส่วน สามารถหาผลรวมได้แบบอัตโนมัติ ทำให้ง่ายต่อการคำนวณและการหาค่าตอบในชั้นการสอนเชิงรูปภาพ
ปัญหาที่พบ	การหาผลรวมในรูปแบบอัตโนมัติ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสื่อการสอนไว้ในโปรแกรม Mathigon ยังทำได้ในกรณีที่สัดส่วนจำกัดไม่เกิน 12 เพียงพอให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพและแก้ปัญหาสัดส่วนได้ในกรณีที่ตัวเลขที่มีค่าน้อยเท่านั้นแต่ยังไม่สามารถในกรณีที่ตัวเลขมีค่ามาก
แนวทางแก้ไขปัญหา	เมื่อนักเรียนสามารถจินตนาการภาพในเบื้องต้นได้ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละกลุ่มภายในห้องเรียนเพื่อเป็นการตรวจสอบเพิ่มเติมว่านักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องสัดส่วนและแก้ปัญหาสัดส่วนได้หรือไม่
ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนได้ออกแบบโจทย์ปัญหาสัดส่วนได้จากการใช้โจทย์ที่เชื่อมโยงและนำข้อมูลที่ได้จากชั้นการสอนเชิงรูปธรรมและชั้นการสอนเชิงรูปภาพมาใช้แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจสาระสำคัญในเรื่องของสัดส่วน
ปัญหาที่พบ	นักเรียนสามารถออกแบบโจทย์ปัญหาสัดส่วนในรูปแบบข้อความได้ แต่ยังสับสนในการเขียนสมการของสัดส่วนตรงกับสัดส่วนผกผัน เมื่อตั้งสมการไม่ถูกต้องก็ส่งผลต่อการแก้สมการและความถูกต้องของคำตอบที่ได้อีกด้วย
แนวทางแก้ไขปัญหา	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนสังเกตทิศทางของปริมาณสองปริมาณจากโจทย์ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงกันข้าม อาจจะเขียนเป็นภาพหรือตารางเพื่อให้สังเกตได้ง่ายยิ่งขึ้น

จากตาราง 8 เป็นตารางสรุปแสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon และเป็นแนวทางปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 ร้อยละ

ขั้นที่ 1 ชั้นวางแผน (Plan)

1. การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 21102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ โดยใช้สถานการณ์ ซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอและนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการร่วมกับเป็นกลุ่ม ร่วมกันคิดและแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ในซูเปอร์มาร์เก็ตโดยในขั้น C : Concrete ผ่านกิจกรรมนักช้อปปิ้ง P : Pictorial ผ่านกิจกรรม คิดเป็นภาพในซูเปอร์มาร์เก็ตและขั้น A : Abstract ผ่านกิจกรรม ร้อยละในซูเปอร์มาร์เก็ต โดยผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันพูดคุยอภิปรายถึงการแก้ปัญหาของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่กำหนดไว้

2. การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกันทำกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยจะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ โดยใช้สถานการณ์ ซูเปอร์มาร์เก็ต เตรียมอุปกรณ์เหรียญที่แสดงแทนจำนวนเงินและวัสดุอุปกรณ์สินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ตเป็นขนมและอุปกรณ์การเรียน ดังภาพ 13 สำหรับกิจกรรมในชั้น C : Concrete และคอมพิวเตอร์ สำหรับกิจกรรมในชั้น P : Pictorial



ภาพ 13 แสดงวัสดุอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต

4. การเตรียมสถานที่ในการจัดการเรียนรู้

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน ซึ่งจะจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่ม และจัดห้องคอมพิวเตอร์ให้พร้อมสำหรับนักเรียน กลุ่มละ 1 เครื่อง เพื่อสะดวกต่อการดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ประกอบด้วยขั้นการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 การจัดการเรียนรู้ และขั้นที่ 3 สรุปผลการเรียนรู้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ทบทวนความรู้ของผู้เรียนในตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา โดยให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว เพื่อนำไปสู่กิจกรรมที่จะจัดการเรียนรู้ในคาบนี้

2. **ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้** ผู้วิจัยเริ่มการจัดกิจกรรมโดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้ ประธานกลุ่ม เลขานุการสำหรับบันทึกกิจกรรมและ ผู้ดูแลอุปกรณ์สำหรับการมารับอุปกรณ์ โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

2.1 **ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)** โดยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและวางแผนแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดให้ผ่านกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยใช้สิ่งของที่จับต้องได้และนักเรียนลงมือปฏิบัติจริง ผ่านกิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต ดังภาพ 14



ภาพ 14 กิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต ชั้น C : Concrete

2.2 **ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)** ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมต่อจากขั้นที่ผ่านมา โดยให้คิดเป็นภาพผ่านโปรแกรม Mathigon เพื่อให้สามารถมองภาพการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 15



ภาพ 15 กิจกรรม ซูเปอร์มาร์เก็ต ชั้น P : Pictorial

3. ขั้นสรุปผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยและนักเรียนพูดคุยอภิปรายถึงการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดของแต่ละกลุ่ม และเพื่อกระตุ้นแนวคิดของผู้เรียนจนนำไปสู่สาระสำคัญที่กำหนดไว้ได้ถูกต้อง ใน ขั้นตอนการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์(Observe)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม

จากการสังเกตชั้นเรียนของผู้วิจัยขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถบรรยายถึงบรรยากาศในชั้นเรียน ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายบุคคลในระหว่างการทำกิจกรรม ว่านักเรียนมีความมุ่งมั่น ตั้งใจและกระตือรือร้นในการรับฟังความรู้และมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม และเมื่อพบว่าคำตอบยังไม่ถูกต้อง ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนนักเรียนสามารถตอบคำถามร่วมกันได้ ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแบ่งหน้าที่และวางแผนกันภายในกลุ่มอย่างเหมาะสมและร่วมกันแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมสถานการณ์ภายในห้องเรียนให้เป็นไปด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย และคอยแนะนำนักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้องและเข้าใจตรงกัน

2. ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยสังเกตนักเรียนเป็นรายกลุ่มอย่างต่อเนื่อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมแก้ไขสถานการณ์เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทำความเข้าใจสถานการณ์ สังเกตการช่วยเหลือกันทำงานภายในกลุ่มว่านักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมหรือไม่

3. ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยการใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ที่ได้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสรุปข้อดี ปัญหาที่พบในชั้น

เรียน และแนวทางในการแก้ไขปัญหาแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงใน ตาราง 9

ตาราง 9 แสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ที่พบในชั้นเรียนและแนวทางในการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ชั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนตื่นตัวและให้ความสนใจกับกิจกรรม เนื่องจากมีสิ่งของให้นักเรียนได้ซื้อขายและได้สินค้าจริงทำให้บรรยากาศในห้องเรียนสนุกสนานและไม่น่าเบื่อ ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติจริง ตั้งแต่การคิดวางแผนในการใช้เงิน การเลือกซื้อสินค้า คำนวณเงินที่เหลือรวมไปถึงการเขียนอัตราส่วนในรูปแบบอัตราส่วนร้อยละ
ปัญหาที่พบ	-
แนวทางแก้ไขปัญหา	-
ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial)	
ข้อดีที่พบ	จากการสะท้อนวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ผู้วิจัยปรับปรุงใช้เครื่องมือ prime factor circles ที่นักเรียนสามารถลากจำนวนเงินเหรียญและจำนวนชิ้นของสินค้ามารวมกันแล้วจะได้ผลคูณที่ต้องการทันทีทำให้ง่ายต่อการคำนวณอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เร็วมากยิ่งขึ้น
ปัญหาที่พบ	-
แนวทางแก้ไขปัญหา	-
ชั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract)	
ข้อดีที่พบ	นักเรียนแต่ละกลุ่มมีแนวคิดการสร้างโจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละที่หลากหลายโดยเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมที่ได้รับ
ปัญหาที่พบ	-
แนวทางแก้ไขปัญหา	-

จากตาราง 9 เป็นตารางสรุปแสดงข้อดี ปัญหาและแนวทางแก้ไข ปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ทั้งนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นรวมถึงประเด็นที่ควรเน้นมาสรุปรวมการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ดังนี้

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนแต่ละกลุ่ม สามารถสำรวจวิเคราะห์ส่วนผสมและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและชัดเจนว่า จะทำกิจกรรมในเรื่องของอัตราส่วน โดยการตวงส่วนผสมต่าง ๆ ที่กำหนดให้ และเห็นถึงความ กระตือรือร้นมีความพร้อมที่อยากจะเรียนรู้ แต่นักเรียนบางกลุ่มขาดการวางแผนขั้นตอนในการปฏิบัติ กิจกรรม ผสมเครื่องดื่มโดยไม่ได้คำนึงถึงปริมาณของส่วนผสมแต่ละชนิดว่าเหมาะสมกับปริมาณ เครื่องดื่ม 1 แก้วหรือไม่ ทำให้เมื่อเทส่วนผสมทุกอย่างเข้าด้วยกันแล้วมีปริมาณที่ล้นออกมาจากขอบ แก้ว ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมโดยการวัดปริมาตรของแก้วก่อน เพื่อ คำนวณส่วนผสมแต่ละชนิดให้มีอัตราส่วนรวมกันทั้งหมดไม่เกิน 1 แก้ว ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 จึงมีการวางแผนเพิ่มเติมโดยการคำนึงถึงภาชนะที่ใช้ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม แต่เกิดปัญหาเมื่อ ตัวเลขของโจทย์ในสถานการณ์มีค่ามากทำให้พบข้อจำกัดในการทำปฏิบัติการขั้นการสอนเชิง รูปธรรม ว่าไม่เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องสัดส่วนที่ตัวเลขมีค่ามากเกินไป ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มปฏิบัติการในขั้นรูปธรรมในข้อที่สามารถปฏิบัติได้และข้อที่ตัวเลขมีค่าน้อย และใช้การเทียบ บัญญัติไตรยางค์มาช่วยหาคำตอบในข้อที่ตัวเลขมีค่ามาก

ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในวงจรปฏิบัติการ ที่ 1 นักเรียนมีให้ความสนใจกับโปรแกรม Mathigon เนื่องจากมีสีสันและรูปทรงทางเรขาคณิตที่ หลากหลายให้นักเรียนได้ลองปฏิบัติและเป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงมาจากขั้นการสอนเชิงรูปธรรมทำให้นักเรียนมองภาพการเปรียบเทียบอัตราส่วนหลายอัตราส่วนพร้อม ๆ กัน ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดย ผู้วิจัยนำเครื่องมือ number bar มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ยังพบข้อจำกัดของ number bar ที่นำมาใช้แทนส่วนผสมยังไม่มีค่าตัวเลขกำกับ เมื่อทำการรวมกันเป็นภาพของส่วนผสมทั้งหมดจะ ชัดเจนในด้านการเปรียบเทียบอัตราส่วนแต่ยังไม่สามารถมีตัวเลขบอกจำนวนอัตราส่วนหรือรวมเลข กันแบบอัตโนมัติ นักเรียนยังต้องนับจำนวนอัตราส่วนด้วยตนเองอยู่ ผู้วิจัยจึงกำหนดปริมาณและสี ของ number bar ในโปรแกรมอย่างชัดเจน กำหนด 1 หน่วย แทนปริมาณของส่วนผสม 10 มิลลิลิตร เมื่อนักเรียนนำไปใช้จะง่าย สะดวกและรวดเร็วต่อการคำนวณมากยิ่งขึ้น ในวงจรปฏิบัติการ ที่ 2 ผู้วิจัยจึงปรับปรุงและออกแบบรูปแบบ โดยใช้เครื่องมือ bucket of zero จัดกิจกรรมในเรื่อง สัดส่วน สามารถหาผลรวมได้แบบอัตโนมัติ แต่ยังสามารถทำในกรณีที่สัดส่วนจำกัดไม่เกิน 12 เมื่อนักเรียน สามารถจินตนาการภาพในเบื้องต้นได้ ผู้วิจัยจึงใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละกลุ่มภายในห้องเรียนเพื่อเป็นการตรวจสอบเพิ่มเติมว่านักเรียนเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่องสัดส่วนและแก้ปัญหาสัดส่วนได้หรือไม่ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยปรับปรุงใช้ เครื่องมือ prime factor circles ที่นักเรียนสามารถลากจำนวนเงินเหรียญและจำนวนชิ้นของสินค้า

มารวมกันแล้วจะได้ผลคูณที่ต้องการทันทีทำให้ง่ายต่อการคำนวณอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เร็วมากยิ่งขึ้น

ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและนำข้อมูลที่ได้จากขั้น C : Concrete และขั้น P : Pictorial มาใช้ โดยเขียนอัตราส่วนโดยใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง แต่เมื่ออัตราส่วนสองอัตราส่วนที่มีหน่วยต่างกันนักเรียนไม่ได้ระบุหน่วยให้ชัดเจนทำให้เข้าใจความหมายคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยใช้คำถามนำโดยยกตัวอย่างจากโจทย์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ตั้งขึ้นมา เพื่อให้นักเรียนในห้องเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและช่วยกันแก้ไขคำตอบพร้อมกันในห้องเรียนว่าแต่ละกลุ่มมีข้อผิดพลาดตรงไหนและควรแก้ไขอย่างไร ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถออกแบบโจทย์ปัญหาสัดส่วนในรูปแบบข้อความได้ แต่ยังสับสนในการเขียนสมการของสัดส่วนตรงกับสัดส่วนผกผัน เมื่อตั้งสมการไม่ถูกต้องก็ส่งผลต่อการแก้สมการและความถูกต้องของคำตอบ ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนสังเกตทิศทางของปริมาณสองปริมาณจากโจทย์ที่นักเรียนสร้างขึ้นว่าไปในทิศทางเดียวกันหรือทิศทางตรงกันข้าม อาจจะเขียนเป็นภาพหรือตารางเพื่อให้สังเกตได้ง่ายยิ่งขึ้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มมีแนวคิดการสร้างโจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละที่หลากหลายโดยเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมที่ได้รับจากทั้งสองวงจรปฏิบัติการสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อยู่ในระดับดี

แนวทางการจัดกิจกรรมตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นที่ควรเน้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ครูต้องคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถามและการตอบคำถามของนักเรียนตลอดการจัดกิจกรรม นำไปสู่การระดมสมองและการร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

2. ครูออกแบบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์กิจกรรมได้ง่ายและเพื่อลดความซ้ำซ้อนในการปฏิบัติกิจกรรม ทำให้นักเรียนให้ความสนใจและอยากจะเรียนรู้ในการปฏิบัติกิจกรรม

3. การสังเกตการทำกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรมในห้องเรียน ทำให้ครูผู้สอนสามารถพบทั้งจุดเด่นและจุดควรปรับปรุงแก้ไขของการจัดกิจกรรมตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในครั้งต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำใบกิจกรรมเป็นกลุ่ม หลังจากนั้นเมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล สังเกตพฤติของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ร้อยละ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่วัดองค์ประกอบรายด้านของระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผนแก้ปัญหา 3) ดำเนินการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบคำตอบ โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดจำแนกตามวงจรปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 อัตราส่วน

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1 คาเฟ่ในฝัน ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ) จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1

องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	100.00	0.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	40.00	40.00	20.00
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	20.00	40.00	40.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	100.00	0.00	0.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	65.00	20.00	15.00
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

จากข้อมูลในตาราง 10 เมื่อพิจารณาตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยรวม ซึ่งมาจากผลรวมคะแนนจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี รวมเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 65 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ พอใช้ จำนวน 2 กลุ่ม รวมเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 20 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นวางแผนแก้ปัญหาได้ในระดับดี ดังภาพ 16 และภาพแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนจากโปรแกรม Mathigon ดังภาพ 17

กลุ่ม 4 ใบกิจกรรมที่ 1 คาเฟ่ในฝัน

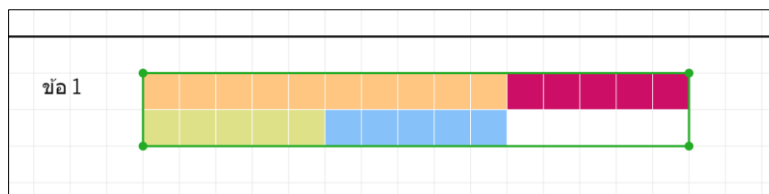
คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมเขียนอัตราส่วนให้ถูกต้อง

สูตรที่ใช้

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัตถุดิบในการผสมเครื่องดื่มที่กำหนดให้ และคิดค้นสูตรเครื่องดื่มที่ใช้จากวัตถุดิบที่กำหนดให้ พร้อมบันทึกสูตรของเครื่องดื่มลงในตาราง

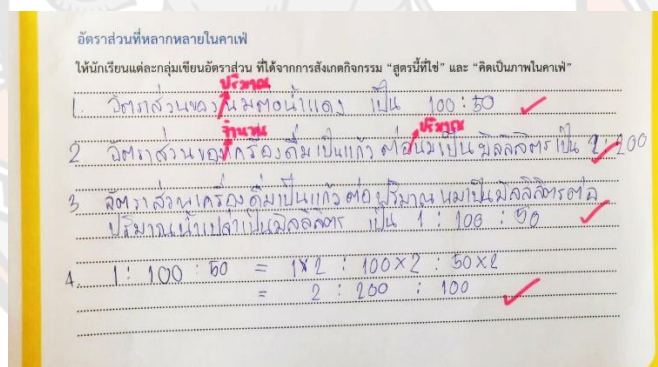
เครื่องดื่ม จำนวน (แก้ว)	นม (มิลลิลิตร)	น้ำแดง (มิลลิลิตร)	น้ำเชื่อม (มิลลิลิตร)	น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)
1	100	50	50	50
2	200	100	100	100
3	300	150	150	150
4	400	250	250	250

ภาพ 16 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นวางแผนแก้ปัญหาระดับดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1



ภาพ 17 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพ 16 และภาพ 17 แสดงให้เห็นว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสามารถในวางแผนแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ทำความเข้าใจปัญหาและสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ และร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาจนสามารถเชื่อมโยงมาถึงขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินใบกิจกรรมในภาพรวม พบว่า ร้อยละ 20 นักเรียนมีความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ พอใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ดังภาพ 18



ภาพ 18 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาระดับพอใช้
จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากภาพที่ 18 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาเขียนระบุอัตราส่วนที่กำหนดให้ได้ยังครบครบทุกองค์ประกอบ โดยนักเรียนเขียนว่า “อัตราส่วนของนมต่อน้ำแดง” ประเด็นนี้ นักเรียนไม่ได้ใส่รายละเอียดว่าเป็นอัตราส่วนประเภทใด ใส่แค่หน่วยของอัตราส่วนนั้น ทำให้อาจเข้าใจคาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยจึงให้คำชี้แนะว่าควรใส่รายละเอียดการเขียนอัตราส่วนให้ครบถ้วน

เช่น “อัตราส่วนของปริมาณนมต่อน้ำแดง” ทำให้นักเรียนสามารถทราบข้อผิดพลาดในคำตอบของกลุ่มตนเองได้ ในขณะที่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันตรวจสอบคำตอบ

1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 สัตส่วน

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ห้องครัวบ้านฉัน ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2

องค์ประกอบความสามารถ ในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการ แก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	100.00	0.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	100.00	0.00	0.00
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	20.00	60.00	20.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	60.00	40.00	0.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	70.00	25.00	5.00
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

จากข้อมูลในตาราง 11 เมื่อพิจารณาตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยรวม ซึ่งมาจากผลรวมคะแนนจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหายุ่งใน ระดับ ดี คิดเป็นรวมเฉลี่ยร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการตรวจสอบคำตอบอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง จำนวน 1 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 20 เพราะนักเรียนไม่ได้แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ และเมื่อพิจารณารายด้าน ในด้านการวางแผนแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับ ดี จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นวางแผนแก้ปัญหา ได้ในระดับดี ดังภาพ 19 และภาพแสดงการแก้ปัญหาของนักเรียนจากโปรแกรม Mathigon ดังภาพ 20

กลุ่ม1.....

ใบกิจกรรมที่ 2 ห้องครัวบ้านฉัน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดได้ หรือเขียนสัดส่วนให้ถูกต้อง

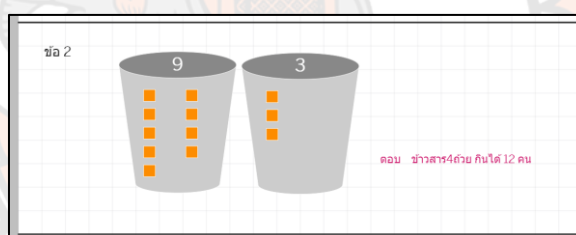
หุงข้าวที่ด้วย

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับ และบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม ลงในตาราง

กำหนดให้ ข้าวสาร 1 ถ้วย พุงกินได้ 3 คน

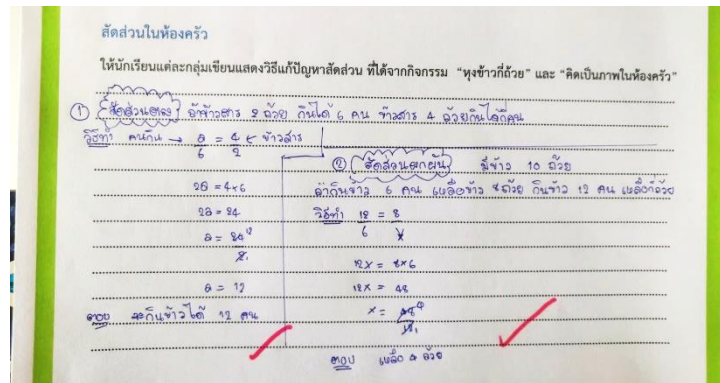
จำนวนข้าวสาร (ถ้วย)	จำนวนคน (คน)
2	6
4	12
15	45
10	30

ภาพ 19 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นวางแผนแก้ปัญหาในระดับดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2

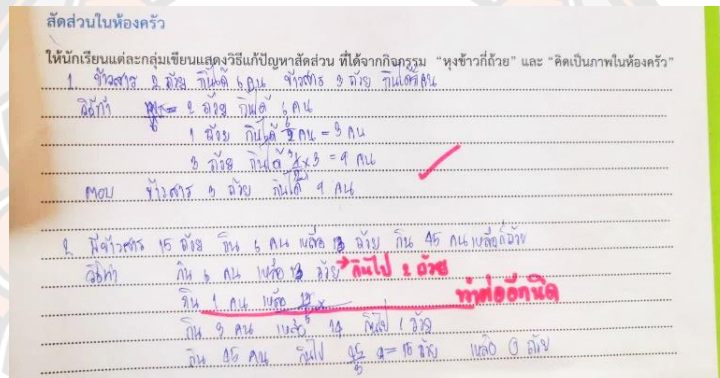


ภาพ 20 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 19 และ 20 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในวางแผนแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี จากที่ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรม ทำความเข้าใจปัญหาและสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยการและร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาจนสามารถเชื่อมโยงมาถึงขั้นการแก้ปัญหา จากผลการประเมินใบกิจกรรม พบว่า นักเรียนเฉลี่ยร้อยละ 70 มีความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ แสดง ดังภาพ 21 และนักเรียนเฉลี่ยร้อยละ 25 มีผลการประเมินการดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ พอใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบ ดังภาพ 22 อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการประเมินการตรวจสอบคำตอบอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง ร้อยละ 5 เพราะนักเรียนไม่ได้แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ



ภาพ 21 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาระดับ ดี จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2



ภาพ 22 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาระดับ พอใช้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 21 และภาพ 22 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาสามารถเขียนระบุสร้างโจทย์และแก้ไขปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ ผู้วิจัยจึงให้คำชี้แนะว่าควรแสดงการตรวจสอบคำตอบให้ครบถ้วนในขั้นการอภิปรายผลร่วมกันในห้องเรียน

1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ร้อยละ

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การตรวจสอบคำตอบ จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ซูเปอร์มาร์เก็ต ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ) จากใบกิจกรรมวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 3

องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	100.00	0.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	100.00	00.00	0.00
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	80.00	20.00	0.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	80.00	20.00	0.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	90.00	10.00	0.00
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

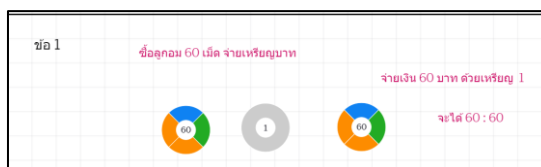
จากข้อมูลในตาราง 12 เมื่อพิจารณาตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียน โดยรวม ซึ่งมาจากผลรวมคะแนนจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 90 และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา อยู่ในระดับ ดี จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 และนักเรียนมีความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาอยู่ในระดับ อยู่ในระดับ ดี จำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่มีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ที่มีความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกลุ่มที่เหลือนเงินเป็นจำนวนมากที่สุดในการทำกิจกรรม ดังภาพ 23 และภาพแสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนจากโปรแกรม Mathigon ดังภาพ 24

สิ่งของชื่อ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวนเงิน (บาท)	เขียนเป็นอัตราส่วน	เขียนเป็นอัตราส่วน 100
ลูกอม	60	40	60 : 60 บาท	100
ขนม	0	0	0 ชิ้น : 0 บาท	0
ส้มจุก	12	60	12 ชิ้น : 60 บาท	100
เครื่องดื่ม	6	60	6 ชิ้น : 60 บาท	100

มีเงิน 200 บาท

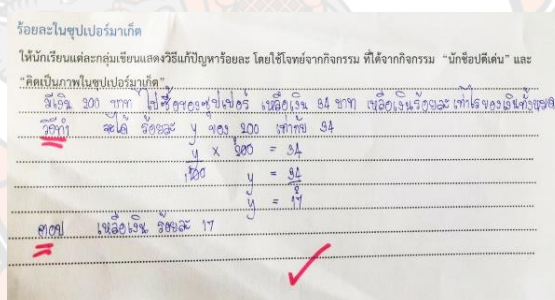
เหลือเงิน 59 บาท

ภาพ 23 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นวางแผนแก้ปัญหาระดับ ดี จากใบกิจกรรมในวงจรถูกปฏิบัติครั้งที่ 3

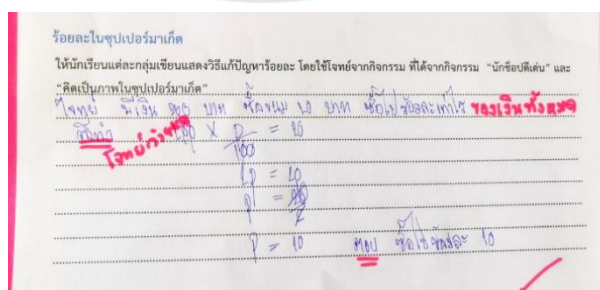


ภาพ 24 แสดงการการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้จากโปรแกรม Mathigon ระดับดี
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 23 และภาพ 24 แสดงให้เห็นว่า จากที่ผู้เรียนร่วมกันทำกิจกรรม นักเรียนมีความสามารถในการเขียนอัตราส่วนโดยพิจารณาผ่านโปรแกรม Mathigon ได้ ทำความเข้าใจปัญหา และสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและร่วมกันวางแผนแก้ปัญหาจนสามารถเชื่อมโยงมาถึงขั้นการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินใบกิจกรรมรายด้าน พบว่า นักเรียนร้อยละ 80 มีความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่แสดงการแก้ปัญหา ดังภาพ 25



ภาพ 25 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี
จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3



ภาพ 26 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่มีความสามารถในขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
อยู่ในระดับ พอใช้ จากใบกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 26 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการเขียนโจทย์ปัญหาตามที่กำหนดให้ได้ แต่นักเรียนยังไม่แสดงขั้นตอนในการ ตรวจสอบคำตอบให้เห็น ประเด็นนี้เป็นประเด็นที่ซ้ำกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 ผู้วิจัยจึงให้คำชี้แนะว่านักเรียนควรใส่รายละเอียดทุกขั้นตอนให้ครบถ้วนอีกครั้ง และใช้คำถามชี้้นำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตรวจสอบคำตอบที่ได้ เช่น “นักเรียนลองแทนค่าตัวแปรดูหรือยังว่าคำตอบตรงกับที่หามาได้ไหม” เป็นต้น เพื่อทำให้นักเรียนสามารถทราบข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเองได้ ในขั้นตรวจสอบคำตอบ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตาม กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างนักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา หลังจบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ได้แก่

- 1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วนกับการแก้ปัญหา
- 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง สัดส่วนกับการแก้ปัญหา และ
- 3) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยแบ่งเป็น 4 องค์ประกอบ คือ

- 1) การทำความเข้าใจปัญหา
- 2) การวางแผนแก้ปัญหา
- 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ
- 4) การตรวจสอบคำตอบ โดยแต่ละด้านมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 แบบวัดความสามารถจำแนกตามแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหตามสถานการณ์

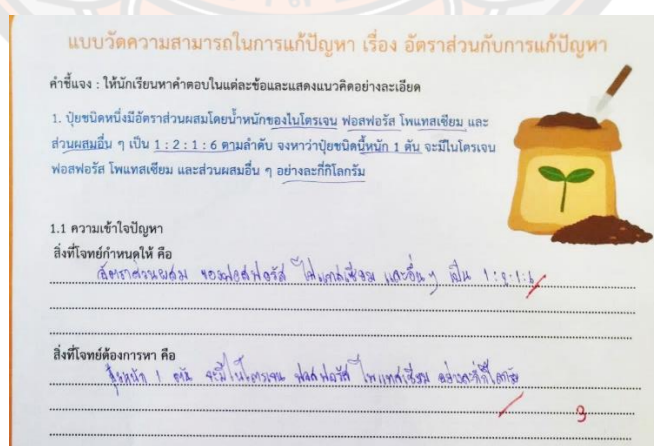
2.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหสถานการณ์ที่ 1

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามความสามารถของการแก้ปัญหา จากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วนกับการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคล จำนวน 20 คน ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากสถานการณ์ที่ 1

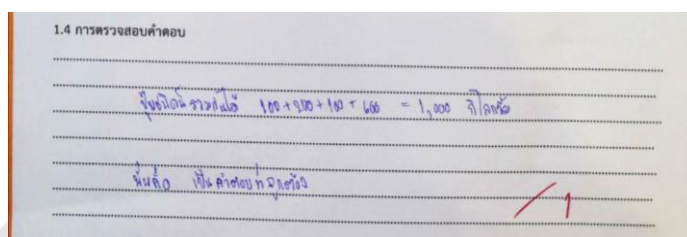
องค์ประกอบความสามารถ ในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการ แก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	90.00	10.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	40.00	45.00	15.00
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	60.00	25.00	15.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	55.00	20.00	25.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	51.25	25.00	13.75
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

จากข้อมูลในตาราง 13 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวม จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนกับการแก้ปัญหา พิจารณาจากแบบวัดความสามารถพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 51.25 และเมื่อพิจารณาความสมารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับ ดี คิดเป็น ร้อยละ 90 ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนในขั้นการทำความเข้าใจปัญหา จากสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพ 27



ภาพ 27 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบความสามารถในการแก้ปัญหาขั้น
ทำความเข้าใจปัญหา ระดับ ดี จากสถานการณ์ที่ 1

จากภาพ 27 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและสามารถหาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาจากสถานการณ์ได้ อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหารายด้าน พบว่า นักเรียนร้อยละ 25 มีระดับความสามารถในการตรวจสอบคำตอบอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนในชั้นการตรวจสอบคำตอบจากสถานการณ์ที่ 1 ดังภาพ 28



ภาพ 28 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชั้นตรวจสอบคำตอบ ระดับต้องปรับปรุง จากสถานการณ์ที่ 1

จากภาพ 28 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้ นักเรียนจะเขียนตามความเข้าใจของตนเองเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยจึงให้คำชี้แนะว่า “การตรวจคำตอบ คือการที่นักเรียนนำคำตอบที่ได้ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา ย้อนกลับไปเช็กับโจทย์อีกครั้งหนึ่ง ว่าแทนแล้วผลลัพธ์ที่ออกมาถูกต้องหรือไม่” “นักเรียนแต่ละคนอาจมีวิธีและแนวทางที่แตกต่างกันไป แต่สุดท้ายคำตอบที่ได้จะต้องเหมือนกัน”

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 2

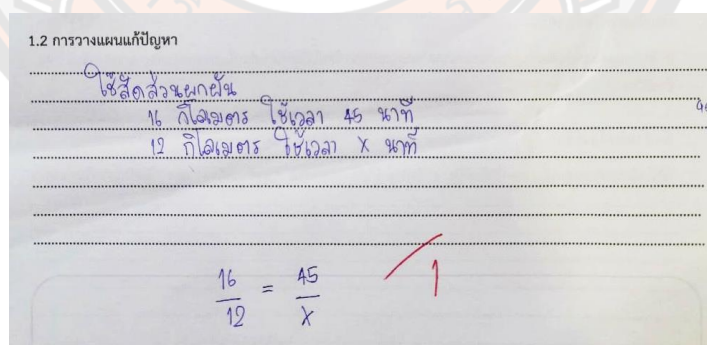
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามความสามารถของการแก้ปัญหา จากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหา เรื่อง สัดส่วนกับการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคล จำนวน 20 คน ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)จากสถานการณ์ที่ 2

องค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	100.00	0.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	65.00	25.00	10.00

องค์ประกอบความสามารถ ในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการ แก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	65.00	20.00	15.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	55.00	35.00	10.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	51.25	25.00	13.75
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

จากข้อมูลในตาราง 14 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวม จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ 2 เรื่อง เรือ เรือ สัตว์ส่วนกับการแก้ปัญหา พิจารณาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 51.25 ระดับ พอใช้ เฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 25 และระดับ ต้องปรับปรุง คือ 13.75 และเมื่อพิจารณาความสมารถรายด้าน พบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 100 และพบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในขั้นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา อยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง ร้อยละ 10 ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนในขั้นการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาที่ได้ระดับ ต้องปรับปรุง จากสถานการณ์ที่ 2 ดังภาพ 29



ภาพ 29 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ระดับต้องปรับปรุงจากสถานการณ์ที่ 2

จากภาพ 29 แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจการตั้งสมการเพื่อหาคำตอบผิด ทำให้เมื่อมีการวางแผนการแก้ปัญหาผิด ส่งผลต่อขั้นดำเนินการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียน

ตอบของนักเรียนในชั้นการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งต่อเนื่องจากชั้นวางแผนการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ 2 ดังภาพ 30

1.3 การดำเนินการแก้ปัญหา
วิธีทำ.....
 $\frac{16}{12} = \frac{45}{X}$
 $16X = 45(12)$
 $X = \frac{45(12)}{16}$
 $X = 99.75$

ภาพ 30 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ชั้นดำเนินการแก้ปัญหา ระดับต้องปรับปรุง จากสถานการณ์ที่ 2

2.1.3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ 3

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามความสามารถของการแก้ปัญหา
จากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหา เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญหา เป็นรายบุคคล จำนวน 20 คน
ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ร้อยละ) จาก
สถานการณ์ที่ 3

องค์ประกอบความสามารถ ในการแก้ปัญหา	ระดับคุณภาพจำแนกตามองค์ประกอบความสามารถในการ แก้ปัญหา (ร้อยละ)		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1.การทำความเข้าใจปัญหา	100.00	0.00	0.00
2.การวางแผนแก้ปัญหา	70.00	20.00	10.00
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	65.00	25.00	10.00
4.การตรวจสอบคำตอบ	60.00	30.00	10.00
รวมเฉลี่ย (ร้อยละ)	72.50	18.75	7.50
ระดับคุณภาพโดยรวม	ดี		

จากข้อมูลในตาราง 15 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวม จากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ 3 เรื่อง เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญหา พิจารณาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับ ดี เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 72.50 และเมื่อพิจารณาความสามารถรายด้านพบว่า นักเรียนมีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับ ดี จำนวน 20 คน คิดเป็น ร้อยละ 100 และพบว่านักเรียนมีระดับความสามารถในขั้นตอนการแก้ปัญหา ที่อยู่ในระดับ ดี คิดเป็น ร้อยละ 65 ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนที่อยู่ในระดับ ดี ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ 3 ดังภาพ 31

1.3 การดำเนินการแก้ปัญหา

วิธีทำ

ตาม A ดอก 50% ของ 10,000 = $\frac{50}{100} \times 10,000 = 5,000$

รวม B คิดดอกเบี้ย 5,000 บาท คือ $10,000 - 5,000 = 5,000$ บาท

ตาม B คิดดอกเบี้ย 1 ปี 25% ของ 10,000 = $\frac{25}{100} \times 10,000 = 2,500$

ดอกเบี้ย 2,500 บาท คือ $10,000 - 2,500 = 7,500$ บาท

คิดดอกเบี้ย 2 ปี 50% ของ 7,500 = $\frac{50}{100} \times 7,500 = 3,750$

ดอกเบี้ย 3,750 บาท คือ $7,500 - 3,750 = 3,750$

ตอบ เงิน B ง่ายมากกว่า เลือกตอบ A

ภาพ 31 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา ระดับ ดี จากสถานการณ์ที่ 3

จากภาพ 30 แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาในรูปแบบของตนเอง โดยเขียนแสดงวิธีทำในรูปแบบที่แตกต่างจากผู้อื่น แต่สามารถหาคำตอบเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันได้ว่าระหว่างทางเลือก A กับ ทางเลือก B ทางเลือกไหนที่ต้องจ่ายแพงกว่ากัน จนได้คำตอบที่ถูกต้องในที่สุด แต่นักเรียนยังไม่สามารถแสดงวิธีทำในขั้นตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งผู้วิจัยได้นำตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ในขั้นการตรวจสอบคำตอบ จากสถานการณ์ที่ 3 ดังภาพ 32

1.4 การตรวจสอบคำตอบ

เลือก A จ่าย 5,000

เลือก B จ่าย 3,750

เลือก ตอบ A

ภาพ 32 แสดงการเขียนตอบของนักเรียนที่จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบคำตอบจากสถานการณ์ที่ 3

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยปฏิบัติการทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 20 คน ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สัดส่วน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ร้อยละ โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้แผนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ไปกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีผลการวิจัยดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากผลการวิจัยผู้วิจัยได้ค้นพบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ซึ่งประกอบด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete) นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสำรวจวิเคราะห์ ส่วนผสมและอุปกรณ์ที่กำหนดให้ในการทำกิจกรรมได้ถูกต้องและชัดเจน เห็นถึงความกระตือรือร้น มีความพร้อมที่อยากจะเรียนรู้ แต่นักเรียนบางกลุ่มขาดการวางแผนขั้นตอนในการปฏิบัติและยังไม่สามารถตอบคำถามร่วมได้ทุกคำถาม ผู้วิจัยจึงกระตุ้นการตอบคำถามและความสนใจของนักเรียนด้วย กิจกรรมที่เตรียมไว้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เนื่องจากมีกิจกรรมที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง นักเรียนสามารถลงมือทำเองได้ และเป็นสิ่งของที่จับต้องได้จริง โดยผู้วิจัยจะกระตุ้นให้นักเรียนตีโจทย์ปัญหาวิเคราะห์และวางแผนการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ก่อน รวมถึงการนำความรู้ในเรื่องการเทียบบัญญัติไตรยางศ์มาช่วยหาคำตอบของกิจกรรมในข้อที่ตัวเลขมีค่ามาก และให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันวางแผนแบ่งหน้าที่กันในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ครบทุกขั้นตอน แต่ยงบันทึกผลกิจกรรมในตารางยังไม่ถูกต้องทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้ใช้คำถามและตัวอย่าง เพื่อแนะนำ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีแนวทางในการเขียนคำตอบลงในตารางบันทึกผล

ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ขั้นตอนนี้ผู้วิจัย ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมในห้องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้โปรแกรม Mathigon นักเรียนมีให้ความสนใจกับโปรแกรมแมทติกอน เนื่องจากมีสีสันและรูปทรงทางเรขาคณิตที่หลากหลายเหมาะกับการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงมาจากขั้นการสอนเชิงรูปธรรมทำให้นักเรียนมองภาพการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละมากยิ่งขึ้น โดยครูผู้สอนต้องปรับปรุงสื่อการสอนในโปรแกรม Mathigon อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้เหมาะสมกับบทเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เร็วมากยิ่งขึ้นโดยนักเรียนทุกกลุ่มสามารถใช้โปรแกรมในการแก้สถานการณ์ในทุกวงจรได้ แต่ไม่ถูกต้องทุกกลุ่ม ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและนำข้อมูลที่ได้จากขั้น C : Concrete และขั้น P : Pictorial มาใช้โดยเขียนอัตราส่วนโดยใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้อง แต่เมื่อมีโจทย์สถานการณ์ที่มีหน่วยต่างกันนักเรียนไม่ได้ระบุหน่วยให้ชัดเจนทำให้เข้าใจความหมายคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยต้องใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสรุปความหมายในแต่ละวงจร เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความเข้าใจแบบเป็นนามธรรมร่วมกันได้

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 สามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น เพราะมีกิจกรรมที่หลากหลายให้กับผู้เรียนได้ปฏิบัติ ส่งผลให้ผู้เรียน

สามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ได้ในภาพรวมทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่ อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ อยู่ในระดับ ดี ขึ้นไป

ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมตามวงจรปฏิบัติการและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีความสอดคล้องกัน

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete) นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมผ่านกระบวนการกลุ่ม แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานร่วมกันคิดและแก้ปัญหาใน ตั้งแต่การวิเคราะห์ส่วนผสมและอุปกรณ์ การวางแผน การดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยในขั้นนี้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านสิ่งที่นักเรียนจับต้องได้ ได้ใช้ความคิดและเผชิญปัญหาด้วยตนเอง ทำให้สามารถเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ร่วมกันภายในกลุ่ม ช่วยกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำกิจกรรม โดยเฉพาะเรื่องการวางแผนในการแก้ปัญหา นักเรียนบางกลุ่มยังขาดการวางแผนในการปฏิบัติกิจกรรมใน กิจกรรม “คาเฟ่ของฉัน” โดยครูผู้สอนช่วยแนะนำให้ร่วมกันวางแผนการปฏิบัติกิจกรรมภายในกลุ่มคำนวณปริมาตรแก้วที่จะใช้เทส่วนผสมก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตรงกับทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของ สภาพร พงศตมิกุล (2555) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในวงจรปฏิบัติการถัดไป จึงมีการวางแผนเพิ่มเติมโดยการคำนึงถึงภาษาที่ใช้ก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรมแต่ยังเกิดปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในเรื่องสัดส่วนเมื่อสัดส่วนมีค่ามากทำให้การสอนโดยใช้สิ่งของที่จับต้องได้มีข้อจำกัด ครูจึงกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหาวิธีการคิดแก้ปัญหาจากเรื่องที่เคยเรียนผ่านมาและได้ข้อสรุปโดยการใช้ในการเทียบบัญญัติไตรยางศ์เข้ามาช่วย ซึ่งสอดคล้องกับ วรรัชชา เฉลิมชัย อุมารณ สุขารมณ ภูริเดช พาหุยุทธ์ และ ศรีสมร สุริยาศศิน (2563) ที่กล่าวว่า การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำงานอยู่เพียงลำพังจะไม่สามารถทำได้ต้องอาศัยความร่วมมือกันของสมาชิกที่มี

ความสามารถต่างกันเพื่อให้เห็นมุมมองของปัญหาได้กว้างขึ้นนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ

ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (P : Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในโปรแกรม Mathigon ในห้องคอมพิวเตอร์ เป็นการเชื่อมโยงความรู้มาจากขั้น C : Concrete เมื่อทำการรวมกันเป็นภาพของส่วนผสมทั้งหมดจะชัดเจนในด้านการเปรียบเทียบอัตราส่วนแต่ยังไม่สามารถมีตัวเลขบอกจำนวนอัตราส่วนหรือรวมเลขกันแบบอัตโนมัติได้ ครูผู้สอนจึงอธิบายและแนะนำเพิ่มเติมในขณะทำกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงปรับปรุงและออกแบบรูปแบบการใช้เครื่องมือในโปรแกรม Mathigon ให้เหมาะสมกับเนื้อหาเรื่องสัดส่วนและร้อยละ เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละได้ง่ายยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนสามารถจินตนาการภาพในเบื้องต้นที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยโปรแกรม Mathigon ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละกลุ่มภายในห้องเรียนเพื่อเป็นการตรวจสอบเพิ่มเติมว่านักเรียนเข้าใจถูกต้องหรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับ จิรา นุช บุญจาง (2560) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนใช้เทคนิคการสอนที่หลากหลายเสริมสร้างบรรยากาศให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ จัดแหล่งเรียนรู้ ห้องเรียนที่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยีให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลเพื่อเพิ่มพูนทักษะให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าถึงการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (A : Abstract) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงและนำข้อมูลที่ได้จาก C : Concrete และ P : Pictorial ร่วมกับโปรแกรม Mathigon มาใช้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนอัตราส่วนโดยใช้สัญลักษณ์ได้ถูกต้องแต่สับสนเมื่ออัตราส่วนมีหน่วยที่ต่างกัน ผู้วิจัยใช้คำถามนำและให้นักเรียนในห้องเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและช่วยกันแก้ไขคำตอบพร้อมกันในห้องเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสร้างโจทย์ปัญหาสัดส่วนได้และมีแนวคิดการสร้างโจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละที่หลากหลายโดยเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิมที่ได้รับ โดยครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นแนวคิดและตรวจสอบความถูกต้องอยู่อย่างสม่ำเสมอ ทำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับ Ministry of Education of Singapore (2013) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดคุยอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมกับผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ถูกกระตุ้นความคิดด้วยคำถาม ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการฝึกหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์กับตัวนักเรียนเมื่อต้องนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน ลัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหา รายด้านจากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการการแก้ปัญหา พบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้ 1) การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนสามารถระบุปัญหาประเด็นที่โจทย์ต้องการถามได้ชัดเจน เนื่องจากในระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนเริ่มต้นจากการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มก่อน และได้ช่วยกันวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนสามารถเขียนตอบในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้ 2) การวางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ในการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มโดยมีครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำในระหว่างการทำกิจกรรม การวางแผนในขั้นนี้มีความสำคัญเพราะจะส่งผลช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ซึ่งนักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาได้ในรูปแบบที่หลากหลาย 3) การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่ได้วางไว้เพื่อคำนวณหาคำตอบที่ต้องการ ซึ่งนักเรียนบางส่วนสามารถแก้ปัญหาได้แต่ไม่สามารถเขียนตอบในขั้นวางแผนได้ เพราะนักเรียนอาศัยประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon จึงเกิดการเข้าใจภาพที่หลากหลายเข้ามาช่วยในการหาคำตอบตามความเข้าใจของตนเองได้แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอน และ 4) การตรวจสอบคำตอบ นักเรียนสามารถนำคำตอบที่ได้มาตรวจสอบเพื่อเป็นการทบทวนคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยนักเรียนส่วนมากสามารถตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้อง แต่ในบางเนื้อหาที่ยังไม่สามารถตรวจสอบคำตอบเนื่องจากคำตอบที่ได้ยังไม่ถูกต้อง เพราะพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญที่จัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการทำซ้ำ ๆ จนนักเรียนเริ่มชำนาญในขั้นตอนของการแก้ปัญหาทั้ง 4 ด้าน อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang et al. (2017) ที่ชี้ให้เห็นว่ากระบวนการเรียนรู้ผ่านขั้นตอนนี้ สามารถเกิดขึ้นได้แตกต่างไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล แน่นนอนว่าอาจจะขึ้นอยู่กับ การนำบทเรียนของครูหรือแม้กระทั่งความพร้อมและองค์ความรู้เดิมของนักเรียน การเรียงสับเปลี่ยนของ CPA จะปรากฏในบรรยากาศของห้องเรียน ฉะนั้นเราจึงมีความจำเป็นที่ครูยังคงต้องแสดงให้เห็นทั้ง 3 ขั้นตอนแต่การตอบสนองต่อการเรียนรู้ของนักเรียนก็เป็นไปตามความสามารถของนักเรียนเอง และหลังการจัดกิจกรรมโดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon แล้วนั้น ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาโดยรวมอยู่ในระดับ ดี ในทุกด้าน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างขั้นการสอนเชิงรูปธรรม ขั้นการสอนเชิง

รูปภาพและชั้นการสอนเชิงนามธรรม ไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ ณัฐวุฒิ โชติวิญญู ญาณิน กองทิพย์และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2565) ที่กล่าวว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรม ระบุข้อมูลสำคัญ เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการ วาดแผนภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างสมการจากแผนภาพ แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ เชื่อมโยงความรู้และมโนทัศน์ ระหว่างเชิงรูปธรรมเชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ครูผู้สอนต้องออกแบบสถานการณ์ปัญหาโดยคำนึงถึงสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการอยากเรียนรู้ และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ง่าย บทบาทสำคัญของครูผู้สอนคือต้องเตรียมสื่อและอุปกรณ์การสอนให้สอดคล้องกับบทเรียนและมีความพร้อมที่จะให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ในชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้น C : Concrete และ P : Pictorial ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และการตั้งคำถามของครูผู้สอนเป็นสิ่งสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่สามารถร่วมกันระบุคำตอบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหาไปจนถึงขั้นการตรวจสอบคำตอบ และใช้คำถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแนวคิดแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนในชั้น A : Abstract จนนำไปสู่การสรุปสาระสำคัญของบทเรียนได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการวิจัย พบว่า ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละอย่างถูกต้อง ชัดเจนและเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น วิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผู้วิจัยได้ศึกษา

เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon ในชั้น P : Pictorial แล้วพบว่า นักเรียนสามารถสร้างการคิดให้เป็นภาพผ่านโปรแกรม Mathigon ได้ แต่ยังไม่หลากหลายและเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาอื่นได้อย่างมีข้อจำกัด ผู้วิจัยจึงเสนอว่า สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ CPA ร่วมกับโปรแกรมทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้ เช่น โปรแกรม Desmos ที่จะช่วยส่งเสริมทั้งด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมที่ความหลากหลายมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



- กฤษณพงศ์ กีรติกร. (6 มีนาคม 2558). ข่าวสำนักงานรัฐมนตรี 82/2558 การประชุมวิชาการ
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ในโรงเรียน ครั้งที่ 22 จาก <http://www.moe.go.th/web>
สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา/2015/mar/082.html
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ
ปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
(พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จิราณูช, บุญจง (2560). การศึกษาความคิดเห็นของครูที่มีต่อการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียน
การสอนของโรงเรียนในเครือมณฑลอุบลราชธานี. *ชีวารสาร [ออนไลน์]*. ค้นเมื่อ 3
ตุลาคม 2566 จาก [http://www.edu-](http://www.edu-journal.ru.ac.th/index.php/abstractData/viewIndex/1566.ru)
[journal.ru.ac.th/index.php/abstractData/viewIndex/1566.ru](http://www.edu-journal.ru.ac.th/index.php/abstractData/viewIndex/1566.ru)
- ณัฐวุฒิ โชติวิญญู, ญาณิน กองทิพย์และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2565). การศึกษาความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT: CPA.
Journal of Industrial Education, 21(1), 33-43. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก
<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/246862>
- ทีศนา เขมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
(พิมพ์ครั้งที่ 18)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพดล กองศิลป์. (2561). *การสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. ปทุมธานี: บริษัท พิมพ์พิจิตร
จำกัด.
- ปทุมมา อยู่สอน, รัชฎา วิริยะพงศ์และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2566). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม Geogebra ที่ส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
พื้นที่ผิวปริมาตรพีระมิดกรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *Journal of
Legal Entity Management and Local Innovation*, 9(8), 1059-1071.
สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก
<https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jsa-journal/article/view/265558/180859>
- รัศมี ศิริกัมพลาและวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Concrete-
Pictorial-Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การ
คูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์
ศึกษา*, 3(2), 155-164.

- วชิรญาณม์ สาดสำอาง, วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และต้องตา สมใจเพ็ง (2565). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้เรื่องการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 15(2), 193-207.
- วรรณษา เฉลิมชัย, อุมาภรณ์ สุขารมณ, ภูริเดช พาหุยุทธ์ และ ศรีสมร สุริยาศศิน. (2563). ผลของกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์ต่อการเสริมสร้างการทำงานเป็นทีมของคณะกรรมการสภานักเรียน. *วารสารรัชต์ภาคย์*, 14(37), 188-203.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาพร พงษ์ฉิมกุล. (2555). คุณภาพผู้เรียน...เกิดจากกระบวนการเรียนรู้. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 6(2), 1-13.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูทศวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- อังคณา กริณะรา. (2564). การพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนและใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *Journal of Educational Review Faculty of Education in MCU*, 8(1), 119-128.
สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก
<https://so02.tcithaijo.org/index.php/EDMCU/article/view/245032/167942>
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Au, J. B. (2017). *ของจริง-เห็นภาพ-สัญลักษณ์: การสร้างพื้นฐานคณิตศาสตร์ในเด็ก*. สืบค้นจาก <https://medium.com/opencurriculum/ของจริง-เห็นภาพ-สัญลักษณ์-การสร้างพื้นฐานคณิตศาสตร์ในเด็ก-1a59658889a5>
- Bruner, J. S. (1966). *Studies in cognitive growth: A collaboration at the Center for Cognitive Studies*. New York: John Wiley & Sons.

- Bourassa, M. (2020). Technology corner: Mathigon. *Gazette-Ontario Association for Mathematics*, 58(3), 9-12.
<https://www.proquest.com/docview/2388306797/fulltextPDF/E485FB432D114F27PQ/1?accountid=49790>
- Chang, S. H., Lee, N. H., & Koay P. L. (2017). Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model. *The Mathematics Educator*, 17(1), 1-28.
http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV17_1/paper1.pdf
- Kemmis, S & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer*. (3rd Ed.). Geelong: Deakin University Press.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem solving: A handbook for teachers*. Allyn and Bacon, Inc., 7 Wells Avenue, Newton, Massachusetts 02159.
- Krulik, S., & Reys, R. E. (1980). *Problem solving in school mathematics*. Washington, D.C.: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Lamb, A. (2015). *Apps and websites: Resources for library, classroom, and beyond*.
<https://scholarworks.iupui.edu/server/api/core/bitstreams/68864b30-0fea-4886-bb66-bc322a482e59/content>
- Leong, Y. H., Ho, W. K., & Cheng, L. P. (2015). Concrete-pictorial-abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1-18.
http://math.nie.edu.sg/ame/matheduc/tme/tmeV16_1/TME16_1.pdf
- Lloyd, C. B., & Abbey, A. A. (2009). Teaching elementary accounting to non-accounting majors. *Teaching Elementary Accounting to Non-Accounting Majors*, 2(2), 21-30.
- Ministry of Education Singapore. (2013). *Nurturing early learners curriculum volume 6*. Singapore: Ministry of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. N. P.: National Council of Teachers of Mathematics.

- Nugroho, S. A., & Jailani. (2019). The effectiveness of concrete representational abstract (CRA) approach and problem solving approach on mathematical representation ability at elementary school. *KnE Social Sciences*, 3(17), 27-36. <https://doi.org/10.18502/kss.v3i17.4620>
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Polya, G. (1980). *On solving mathematics: 1980 yearbook*. VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Purwadi, M. A., Sudiarta, G. P., & Suparta, N. (2019, January). The effect of concrete-pictorial-abstract strategy toward students' mathematical conceptual understanding and mathematical representation on fractions. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1113-1126. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12171a>
- Septian, A., Sugiarni, R., & Monariska, E. (2020). The application of Android-based GeoGebra on quadratic equations material toward mathematical creative thinking ability. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 261-272.



ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง ทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ดร.อาทร นกแก้ว
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางสาวปณยวีร์ ศศิจักร์สวงศ์
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนลิไทพิทยาคม จังหวัดสุโขทัย

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้
กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
ที่ 1

ตาราง 16 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้
กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		ระดับความ เหมาะสม
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	\bar{X}	S.D.	
1.ด้านเนื้อหา						
1.1 มีความถูกต้อง	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา	4.33	4.67	4.67	4.56	0.02	มากที่สุด
1.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
1.5 มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.80	4.87	4.87	4.85	0.04	
2.ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	3.67	3.67	3.33	3.56	0.20	มาก
2.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.67	4.67	3.67	4.11	0.38	มาก
2.3 เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ตามกระบวนการ CPA	4.33	3.33	3.33	4.34	0.58	มาก
2.4 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการ แก้ปัญหานักเรียน	3.00	4.00	4.00	3.67	0.08	มาก
2.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปรายและซักถาม	3.67	3.67	3.67	3.67	0.00	มาก
เฉลี่ย	3.86	3.86	3.60	3.77	0.15	มาก
3.ด้านสื่อการเรียนรู้						
3.1 สื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับ เนื้อหา	4.67	4.00	4.00	4.22	0.39	มาก
3.2 นักเรียนได้เรียนรู้และใช้สื่อด้วยตนเอง	5.00	4.33	4.00	4.44	0.51	มาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผน ที่1	แผน ที่2	แผน ที่3	\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
3.3 ส่งเสริมการคิดและสร้างความสนใจให้กับ ผู้เรียน	4.00	3.67	3.67	3.78	0.19	มาก
3.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง	4.33	3.67	3.67	3.89	0.38	มาก
3.5 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น	4.00	3.33	3.67	3.67	0.34	มาก
เฉลี่ย	4.40	3.80	3.80	4.00	0.35	มาก
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
4.1 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.2 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.50	4.50	4.50	4.50	0.00	มากที่สุด

เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

ตัวอย่าง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

+++++

คำชี้แจง แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังนี้

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

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ด้านเนื้อหา						
1.1 มีความถูกต้อง						
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.3 กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับคาบเวลา						
1.4 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน และเข้าใจง่าย						
1.5 มีความชัดเจนครอบคลุมเนื้อหาสาระ						
2. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน						
2.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม						
2.2 สอดคล้องกับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.3 เน้นให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ตาม กระบวนการ CPA						
2.4 เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาของ นักเรียน						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
2.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนอภิปรายและซักถาม						
3. ด้านสื่อการเรียนรู้						
3.1 สื่อการสอนสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหา						
3.2 นักเรียนได้เรียนรู้และใช้สื่อด้วยตนเอง						
3.3 ส่งเสริมการคิดและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน						
3.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง						
3.5 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น						
4. ด้านการวัดและประเมินผล						
4.1 มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ
(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค ผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 1

ตาราง 17 แสดงผลประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1


ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3			
1.1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
1.2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
1.3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
1.4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2.1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2.2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2.3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2.4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3.1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3.2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3.3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3.4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความ
สอดคล้องกัน

ตัวอย่าง แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนสัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญโปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตัวชี้วัดในแบบประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มี 3 ระดับ ดังนี้

- 1 คือ แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนด
- 0 คือ ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดหรือไม่
- +1 คือ แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ที่กำหนดให้


<p>มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้</p> <p>ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>					
<p>สถานการณ์ที่ 1 อัตราส่วน</p> <p>คำชี้แจง : ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อและแสดงแนวคิดอย่างละเอียด</p> <p>1. ปุ๋ยชนิดหนึ่งมีอัตราส่วนผสมโดยน้ำหนักของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และส่วนผสมอื่น ๆ เป็น 1 : 2 : 1 : 6 ตามลำดับ จงหาว่าปุ๋ยชนิดนี้หนัก 1 ตัน จะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และส่วนผสมอื่น ๆ อย่างละกี่กิโลกรัม</p> 					
จุดประสงค์	ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		(+1)	(0)	(-1)	
1.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ เรื่องอัตราส่วนได้	<p>1.1 ความเข้าใจปัญหา</p> <p>สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>สิ่งที่โจทย์ต้องการหา คือ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				
1.2 วางแผนการแก้ปัญหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบเรื่องสัดส่วนได้	<p>1.2 การวางแผนแก้ปัญหา</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>				

จุดประสงค์	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		(+1)	(0)	(-1)	
1.3 แสดงวิธีการแก้ปัญหาอัตราส่วนได้อย่างถูกต้อง	1.3 การดำเนินการแก้ปัญหา วิธีทำ _____ _____ _____				
1.4 แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้	1.4 การตรวจสอบคำตอบ _____ _____ _____				

สถานการณ์ที่ 2 สัตว์สวน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อและแสดงแนวคิดอย่างละเอียด

1. ทุก ๆ วันที่ผ่านมามีก้านแก้วออกกำลังกายโดยการขี่จักรยานเป็นระยะทางคงตัว ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 16 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และใช้เวลา 45 นาที แต่วันนี้ก้านแก้วขี่จักรยานพร้อมกับเพื่อนจึงใช้อัตราเร็วเฉลี่ยในการขี่ช้าลงเป็น 12 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากรทราบว่าวันนี้ก้านแก้วขี่จักรยานครบระยะทางเดิมนั้นจะต้องใช้เวลากี่นาที



จุดประสงค์	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		(+1)	(0)	(-1)	
2.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้เรื่องสัตว์สวนได้	1.1 ความเข้าใจปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ _____ _____ _____ สิ่งที่โจทย์ต้องการหา คือ _____ _____				
2.2 วางแผนการแก้ปัญหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบเรื่องสัตว์สวนได้	1.2 การวางแผนแก้ปัญหา _____ _____ _____ _____				
2.3 แสดงวิธีการแก้ปัญหาเรื่องสัตว์สวนได้อย่างถูกต้อง	1.3 การดำเนินการแก้ปัญหา วิธีทำ _____ _____ _____				
2.4 แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้	1.4 การตรวจสอบคำตอบ _____ _____ _____				

สถานการณ์ที่ 3 ร้อยละ


คำชี้แจง : ให้นักเรียนหาคำตอบในแต่ละข้อและแสดงแนวคิดอย่างละเอียด

1. ลำไยเป็นผู้โชคดีของร้านค้าแห่งหนึ่งที่ได้ซื้อสินค้าในราคาพิเศษ โดยร้านค้าให้ลำไยเลือกสินค้าชิ้นหนึ่งราคา 10,000 บาท และมีทางเลือกให้ลำไย ดังนี้

A : ซื้อสินค้าชิ้นนี้โดยลดราคา 50 %

B : ซื้อสินค้าชิ้นนี้โดยครั้งแรกลดราคา 25 % แล้วหลังจากนั้นลดราคาอีก 25 % จากราคาที่ลดครั้งแรก

ลำไยควรเลือกทางเลือก A หรือ B จึงจะซื้อสินค้าชิ้นนี้ในราคาที่ถูกลงกว่า เพราะเหตุใด



จุดประสงค์	ข้อสอบ	ระดับความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		(+1)	(0)	(-1)	
3.1 ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้เรื่องร้อยละได้	1.1 ความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ย่อยกำหนดได้ คือ _____ _____ สิ่งที่ย่อยต้องการหา คือ _____ _____				
3.2 วางแผนการแก้ปัญหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบเรื่องร้อยละได้	1.2 การวางแผนแก้ปัญหา _____ _____ _____ _____				
3.3 แสดงวิธีการแก้ปัญหาเรื่องร้อยละได้อย่างถูกต้อง	1.3 การดำเนินการแก้ปัญหา วิธีทำ _____ _____ _____ _____				
3.4 แสดงวิธีตรวจสอบคำตอบที่ได้	1.4 การตรวจสอบคำตอบ _____ _____ _____ _____				

ลงชื่อ

ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ใบกิจกรรม
3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
4. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์ 2 รหัสวิชา ค 21102
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
 เรื่อง ร้อยละ ผู้สอน นางสาวฐิตารีย์ สารี เวลา 4 ชั่วโมง

+++++

1. มาตรฐานและตัวชี้วัด

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน

ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

และปัญหาในชีวิตจริง

2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละเป็นการเปรียบเทียบจำนวนใดจำนวนหนึ่งกับ 100 หรือเป็นอัตราส่วนที่จำนวนหลังเป็น 100

อัตราส่วนใดๆ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละรวมทั้งเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้ (K)
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับร้อยละได้ (P)
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4. สาระการเรียนรู้

ร้อยละ

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ที่นักเรียนเคยพบมาโดยการสนทนาให้นักเรียนยกตัวอย่างและบอกความหมาย เช่น (สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 60 %

หมายความว่าอย่างไร หรือ ธนาคารโรงเรียนให้ดอกเบี้ยเงินฝากกับนักเรียนร้อยละ 5.5 ต่อปี
หมายความว่าอย่างไร)

ขั้นสอน (100 นาที)

2. ตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า ถ้ามีนักเรียนคนหนึ่งสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนน 40 คะแนน จาก 50 คะแนน จะกล่าวว่่านักเรียนคนนี้ได้คะแนน 40 % ได้หรือไม่เพราะเหตุใด (ไม่ได้ เพราะคะแนนเต็มไม่ใช่ 100 คะแนน) และนักเรียนทำให้เป็นเปอร์เซ็นต์หรือร้อยละได้อย่างไร (เขียนในรูปอัตราส่วน ทำจำนวนหลังให้เป็น 100) ดังนี้

$$\text{ตัวอย่างที่ 1} \quad \frac{40}{50} = \frac{40 \times 2}{50 \times 2} = \frac{80}{100}$$

ดังนั้นนักเรียนคนนี้สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้คะแนนร้อยละ 80 หรือ 80% จึงสรุปได้ว่าค่าว่า ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (%) เป็นการเปรียบเทียบจำนวนใดจำนวนหนึ่งกับ 100 เช่น

$$\frac{80}{100} \quad \text{แทนด้วย ร้อยละ 80 หรือ 80\%}$$

$$\frac{55}{100} \quad \text{แทนด้วย ร้อยละ 55 หรือ 55\%}$$

ดังนั้น นักเรียนจะเขียนอัตราส่วนใดให้อยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้โดยใช้หลักการคูณ และการหาร ทำให้อัตราส่วนนั้นมีจำนวนหลังเป็น 100 แล้วจะได้จำนวนแรกของอัตราส่วนเป็นค่าของร้อยละที่ต้องการ

3. ครูยกตัวอย่างการเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ และการเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วน ให้นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันตอบและแสดงวิธีทำบนกระดาน

ตัวอย่างที่ 2 การแปลงอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ

$$\frac{7}{10} = \frac{7 \times 10}{10 \times 10} = \frac{70}{100} = \text{ร้อยละ 70 หรือ 70\%}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{3 \times 20}{5 \times 20} = \frac{60}{100} = \text{ร้อยละ 60 หรือ 60\%}$$

$$\frac{25}{500} = \frac{25 \div 5}{500 \div 5} = \frac{5}{100} = \text{ร้อยละ 5 หรือ 5\%}$$

ตัวอย่างที่ 3 การแปลงร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วน

$$75\% = \frac{75}{100}$$

$$\text{ร้อยละ } \frac{9}{10} = \text{ร้อยละ } 0.9 = \frac{0.9}{100}$$

$$210\% = \frac{210}{100}$$

4. ครูยกตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีคิดและหาคำตอบให้หน้ากระดานจนเกิดความชำนาญ

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (C : Concrete) (40 นาที)

5. ให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน โดยสมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันตามความสามารถและความถนัดของแต่ละคน ดังนี้ ประธานกลุ่ม เลขานุการสำหรับบันทึกกิจกรรมและ ผู้ดูแลอุปกรณ์ สำหรับการมารับอุปกรณ์ โดยที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับ พร้อมทำใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต (นักช้อปปิ้งดีเด่น) เป็นรายกลุ่ม โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับเงินเหรียญ กลุ่มละ 200 บาท เพื่อนำเงินมาซื้อสินค้าที่ซูเปอร์มาเก็ต โดยเงินเหรียญหนึ่งชนิดสามารถออกมาซื้อได้เพียงครั้งเดียวไม่มีโอกาสใช้เหรียญซ้ำ และต้องคำนวณเงินให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่เหลือเลยและบันทึกลงในใบกิจกรรม

นักช้อปปิ้งดีเด่น
ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจเงินที่ได้รับ และนำไปซื้อสิ่งของที่กำหนดให้ โดยมีเงื่อนไขต้องใช้เงินให้เหลือน้อยที่สุด และบันทึกลงในใบกิจกรรม และเขียนอัตราส่วนพร้อมร้อยละจากสิ่งของที่ซื้อไป

มีเงิน.....บาท

สิ่งของที่ซื้อ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวนเงิน (บาท)	เขียนเป็นอัตราส่วน	เขียนเป็นอัตราส่วน 100

เหลือเงิน.....บาท

ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon (P : Pictorial) (30

นาที)

7. ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต (นักช้อปปิ้งดีเด่น) มาสร้างเป็นรูปภาพในโปรแกรม Mathigon ในใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต (คิดเป็นภาพในซูเปอร์) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดเป็นภาพการรวมเงิน โดยใช้เหรียญที่กำหนดให้ในเครื่องมือโปรแกรม Mathigon ด้านซ้ายมือ คำนวณเงินแต่ละเหรียญที่ใช้ และจำพอบอัตราส่วนของจำนวนสิ่งของที่ซื้อกับจำนวนเงินที่ใช้จ่าย

8. ยกตัวอย่างการใช้โปรแกรม Mathigon เช่น

ตัวอย่างที่ 4

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมจนครบทุกข้อ โดยครูผู้สอนคอยให้คำแนะนำในการใช้โปรแกรม Mathigon และตอบข้อสงสัยของนักเรียนในชั้นเรียน

ขั้นสรุป (10 นาที)

10. ครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงรูปที่นักเรียนได้ในใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาร์เก็ต (คิดเป็นภาพในซูเปอร์) ของแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับลักษณะการใช้จ่ายของแต่ละกลุ่มว่าถูกต้องหรือไม่ และใช้คำถามเพิ่มเติมเรื่อย ๆ เพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียน จนนำไปสู่สาระสำคัญ ดังนี้

เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละเป็นการเปรียบเทียบจำนวนใดจำนวนหนึ่งกับ 100 หรือเป็นอัตราส่วนที่จำนวนหลังเป็น 100

อัตราส่วนใดๆ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้

ชั่วโมงที่ 3-4

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ และการเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วน โดยยกตัวอย่างให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม

ตัวอย่างที่ 5 การแปลงอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ

$$\frac{9}{5} = \frac{9 \times 20}{5 \times 20} = \frac{180}{100} = \text{ร้อยละ } 180 \text{ หรือ } 180\%$$

การแปลงร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วน

$$96 \% = \frac{96}{100}$$

ขั้นสอน (50 นาที)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมต่อไปเมื่อเรื่องที่แล้วเราเรียนเรื่องสัดส่วน เราจะเอาความรู้เรื่องสัดส่วนมาใช้คำนวณเกี่ยวกับร้อยละ โดยยกตัวอย่าง และให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถาม

ตัวอย่างที่ 6 25 % ของ 60 เท่ากับเท่าไร

วิธีทำ 25 % ของ 60 เท่ากับเท่าไร หมายความว่า

ถ้ามี 25 ส่วน ใน 100 ส่วน แล้วจะมีกี่ส่วนใน 60 ส่วน

เขียนเป็นสัดส่วน ได้ดังนี้ $\frac{a}{60} = \frac{25}{100}$

จะได้ $a = \frac{25}{100} \times 60$

$$a = 15$$

ดังนั้น 25 % ของ 60 เท่ากับ 15

ตอบ 15

ตัวอย่างที่ 7 9 เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของ 45

วิธีทำ 9 เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของ 45 หมายความว่า

ถ้ามี 9 ส่วน ใน 45 ส่วน แล้วจะมีกี่ส่วนใน 100 ส่วน ให้มี a ใน 100 ส่วน

เขียนเป็นสัดส่วน ได้ดังนี้ $\frac{a}{100} = \frac{9}{45}$

จะได้ $a = \frac{9}{45} \times 100$

$$a = 20$$

ดังนั้น 9 เป็น 20 % ของ 45

ตอบ 20 %

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เพิ่มเติมให้นักเรียนช่วยกันแสดงวิธีคิดและหาคำตอบให้หน้ากระดานจนเกิดความชำนาญ

ขั้นสรุป (30 นาที)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (A: Abstract) (20 นาที)

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต (ร้อยละในซูเปอร์มาเก็ต) โดยแต่ละกลุ่มต้องตอบคำถาม ดังต่อไปนี้

ร้อยละในซูเปอร์มาร์เก็ต

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาร้อยละ โดยใช้โจทย์จากกิจกรรม ที่ได้จากกิจกรรม “นักช้อปดีเด่น” และ “คิดเป็นภาพในซูเปอร์มาร์เก็ต”

.....

.....

.....

.....

ข้อ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละ โดยใช้ข้อมูลจากกิจกรรม “นักช้อปดีเด่น” และ “คิดเป็นภาพในซูเปอร์” มาตั้งคำถาม พร้อมแสดงวิธีการแก้ปัญหเกี่ยวกับร้อยละให้ถูกต้อง

5. ครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงรูปที่นักเรียนได้ในใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต (ร้อยละในซูเปอร์มาเก็ต) ของแต่ละกลุ่มและใช้คำถามเพิ่มเติมเรื่อย ๆ เพื่อกระตุ้นแนวคิดของนักเรียน จนนำไปสู่สาระสำคัญ ดังนี้

เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละเป็นการเปรียบเทียบจำนวนใดจำนวนหนึ่งกับ 100 หรือเป็นอัตราส่วนที่จำนวนหลังเป็น 100

อัตราส่วนใดๆ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ได้

6. ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญหา ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ใช้เวลา (30 นาที)

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต
2. วัสดุและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม (ลูกอม ขนม สีเมจิก เครื่องเขียน เหรียญเงินพลาสติก)
3. โปรแกรม mathigon
4. คอมพิวเตอร์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ รวมทั้งเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้ (K)	- ตรวจสอบความถูกต้องของใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต	- ใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต	-นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับพอใช้ขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับร้อยละได้ (P)	- ตรวจสอบความถูกต้องของใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต - ตรวจสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญห	- ใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาเก็ต - แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ร้อยละกับการแก้ปัญห	-นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับพอใช้ขึ้นไป -นักเรียนปฏิบัติผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับพอใช้ขึ้นไป
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	- ประเมินพฤติกรรม	- แบบประเมินพฤติกรรม	-นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมิน

จุดประสงค์การเรียนรู้	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ รวมทั้งเขียนร้อยละให้อยู่ในรูปอัตราส่วนได้ (K)	ปฏิบัติกิจกรรมและบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ รวมทั้งเขียนร้อยละให้อยู่ในรูป	ปฏิบัติกิจกรรมและบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ รวมทั้ง	ปฏิบัติกิจกรรมและบอกความหมายของร้อยละ และเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ รวมทั้งเขียนร้อยละให้อยู่ในรูป

	อัตราส่วนได้ ได้ ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป	เขียนร้อยละให้อยู่ ในรูปอัตราส่วนได้ ได้ ถูกต้องร้อยละ 50 - 59	อัตราส่วนได้ ได้ ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ 50
2. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาที่เกี่ยวกับร้อยละได้ (P)	ปฏิบัติกิจกรรมและ แก้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวกับร้อยละ ได้ ถูกต้องร้อยละ 60 ขึ้นไป	ปฏิบัติกิจกรรม และแก้โจทย์ ปัญหาที่เกี่ยวกับ ร้อยละ ได้ถูกต้อง ร้อยละ 50 - 59	ปฏิบัติกิจกรรมและ แก้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวกับร้อยละ ได้ ถูกต้องร้อยละ ร้อย ละ 50
3. นั ก เรี ย น มี ค ว า ม รับผิดชอบต่องานที่ได้รับ มอบหมาย (A)	มีความรับผิดชอบใน การปฏิบัติกิจกรรมที่ ได้รับมอบหมาย ทั้งหมดทุกกิจกรรม	มีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติ กิจกรรมที่ได้รับ มอบหมายทั้งหมด อย่างน้อย 1 กิจกรรม	ไม่มีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติ กิจกรรมที่ได้รับ มอบหมายในทุก กิจกรรม

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
7-9	ดี
4-6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

นางสาวฐิตารีย์ สำรี)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1.การทำความเข้าใจปัญหา	3	ดี	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาคครบถ้วนถูกต้อง
	2	พอใช้	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้องน้อยมากหรือไม่ถูกต้องเลย
2.การวางแผนแก้ปัญหา	3	ดี	ระบุแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	ระบุแนวทางแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ระบุแนวทางแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3.การดำเนินการแก้ปัญหา	3	ดี	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้แสดงวิธีทำได้อย่างละเอียดและถูกต้อง
	2	พอใช้	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้แสดงวิธีทำได้อย่างถูกต้องแต่ไม่ละเอียด
	1	ต้องปรับปรุง	นำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องทั้งหมดและไม่ละเอียด
4.การตรวจสอบคำตอบ	3	ดี	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้อย่างถูกต้องและใช้สัญลักษณ์ถูกต้อง
	2	พอใช้	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้องครบถ้วนหรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง

บันทึกหลังแผนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์ 2

รหัสวิชา ค 21102

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

เรื่อง ร้อยละ

ผู้สอน นางสาวฐิตารีย์ สำรี

เวลา 4 ชั่วโมง

1. สรุปผลการประเมินผู้เรียน

นักเรียนจำนวน คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้..... คน คิดเป็นร้อยละ

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้..... คน คิดเป็นร้อยละ

2. ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)

.....

.....

.....

3. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

.....

.....

.....

4. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

.....

.....

.....

5. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

.....

.....

.....

6. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

นางสาวฐิตารีย์ สำริ)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้บริหาร

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการโรงเรียน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ตัวอย่าง ใบกิจกรรม

กลุ่ม

ใบกิจกรรมที่ 3 ซูเปอร์มาร์เก็ต



คำชี้แจง : ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมที่กำหนดให้ พร้อมตอบคำถามให้ถูกต้อง

นักช้อปปิ้งดีเด่น

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจเงินที่ได้รับ และนำไปซื้อสิ่งของที่กำหนดให้ โดยมีเงื่อนไขต้องใช้เงินให้เหลือน้อยที่สุด และบันทึกลงในใบกิจกรรม และเขียนอัตราส่วนพร้อมร้อยละจากสิ่งซื้อไป

มีเงิน.....บาท

สิ่งของที่ซื้อ	จำนวน (ชิ้น)	จำนวนเงิน (บาท)	เขียนเป็นอัตราส่วน	เขียนเป็นอัตราส่วน 100

เหลือเงิน.....บาท



คิดเป็นภาพในซูเปอร์มาร์เก็ต

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดเป็นภาพ ผ่านโปรแกรม mathigon โดยใช้แท่งเศษส่วนในการหาคำตอบ จากกิจกรรม “นักช้อปปิ้งดีเด่น”

ร้อยละในซูเปอร์มาร์เก็ต

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแสดงวิธีแก้ปัญหาร้อยละ โดยใช้โจทย์จากกิจกรรม ที่ได้จากกิจกรรม “นักช้อปปิ้งดีเด่น” และ “คิดเป็นภาพในซูเปอร์มาร์เก็ต”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่าง แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สะท้อนครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ครูผู้สอน.....นางสาวจิตาธิปไตย สารี.....สอนในระดับชั้น.....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....จำนวน.....คาบ

ภาคเรียนที่ 2.....ปีการศึกษา.....2566.....ช่วงเวลาสังเกตตั้งแต่เวลา.....ถึงเวลา.....

ชื่อผู้สังเกต.....

ผู้สังเกต ผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญ ที่ปรึกษาวิจัย

วิธีการสังเกต โดยตรง โดยวิธีทัศนบันทึกภาพและเสียง

+++++

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นขั้นการสอนขั้นแรกโดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ที่เป็นนามธรรม โดยผู้สอนเลือกนำเสนอเนื้อหาผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม ด้วยวิธีการให้ผู้เรียนได้หยิบจับวัตถุต่าง ๆ หรืออธิบายผ่านการใช้แนวคิดที่เป็นรูปธรรมสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เช่น เค้ก ผลไม้ ด้ว้นบ ลูกบาศก์ เครื่องมือวัด เป็นต้น

ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เป็นขั้นการสอนที่ถัดจากการขั้นการสอนเชิงรูปธรรม หลังจากที่ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจที่เพียงพอในขั้นการสอนเชิงรูปธรรมแล้ว ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แปลงความรู้จากขั้นการสอนเชิงรูปธรรมมาเป็นการใช้รูปภาพหรือแผนภาพที่สอดคล้องกับวัตถุจริงหรือสถานการณ์จริง โดยในขั้นนี้ จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อให้มองเห็นภาพได้ชัดยิ่งขึ้น ตัวอย่างรูปภาพที่นิยมใช้ในขั้นการสอนเชิงรูปภาพนี้ เช่น บาร์โมเดล แท่งเศษส่วน วงกลมเศษส่วน เป็นต้น

ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นขั้นการสอนขั้นสุดท้ายเมื่อผู้เรียนแสดง ความเข้าใจในการสอนเชิงรูปภาพแล้วในขั้นการสอนเชิงนามธรรมนี้ผู้สอนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนได้แปลงความรู้ที่สั่งสมมาจากทั้งขั้นการสอนเชิงรูปธรรมและขั้นการสอนเชิงรูปภาพ

โดยใช้โปรแกรม Mathigon โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้เชิงรูปภาพให้แปลงมาเป็นสัญลักษณ์ซึ่งเป็นการใช้ความรู้เชิงนามธรรม นั่นคือการให้ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวเลข ตัวดำเนินการ ตัวแปร เป็นต้น แทนการใช้รูปภาพที่ผู้เรียนได้เรียนแล้วในชั้นการสอนเชิงรูปภาพ

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การดำเนินการของนักเรียนในการใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อ ตัดสินใจว่าจะใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หลังจากนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับโปรแกรม Mathigon ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะวัดค่าคะแนนจากแบบใบกิจกรรม เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์กรประกอบ คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง นักเรียนจะต้องแสดงถึงความเข้าใจของปัญหาที่นักเรียนได้รับ โดยนักเรียนจะต้องระบุได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไรในสถานการณ์นั้น เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในประเด็นปัญหาของข้อนั้น ๆ สิ่งสำคัญคือ นักเรียนเข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. การวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง การวางแผนแนวทางที่จะนำมาช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาอธิบายขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์จากความเข้าใจปัญหาว่าควรดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างไร ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ที่มีในปัญหา ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่รู้กับไม่รู้ เพื่อจะได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง นั่นคือ นักเรียนสามารถระบุแนวทางที่จะใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์เริ่มต้นได้อย่างถูกต้อง

3. การดำเนินการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ในขั้นการวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างรอบคอบและถูกต้อง ซึ่งมีการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อจะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันในการแก้ปัญหา ทำให้งานกลุ่มลุล่วงไปโดยเร็วและมีความสมบูรณ์ นั่นคือ นักเรียนสามารถแสดงวิธีทำอย่างละเอียดในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

4. การตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีในการแก้ปัญหาว่า ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ ตลอดจนขยายแนวคิดในการแก้ปัญหาให้กว้างขวางขึ้น เพื่อหาข้อสรุปและสรุปผลการแก้ปัญหาในรูปแบบทั่ว ๆ ไป นั่นคือ นักเรียนสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

2. ขอให้ผู้สะท้อนสังเกตพฤติกรรมกรรมการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนภายในชั้นเรียน และบันทึกรายละเอียด ข้อดี ข้อที่ควรปรับปรุง สภาพปัญหา ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

+++++

การจัดการเรียนรู้แต่ละชั้นสอดคล้องกับนิยามของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ กระบวนการ Concrete Pictorial Abstract : CPA ร่วมกับ โปรแกรม Mathigon เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ของชั้น หรือไม่ อย่างไร

บรรลุ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.....

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา และ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

1.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

1.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

1.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ของชั้น หรือไม่ อย่างไร

บรรลุ ไม่บรรลุ

.....

.....

2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการทำความเข้าใจการวางแผนการแก้ปัญหาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

2.3 จุดเด่น

.....

.....

2.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

2.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

ขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ของชั้น หรือไม่ อย่างไร

บรรลุ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.

3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

3.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

3.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบคำตอบ

4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ของขั้น หรือไม่ อย่างไร

บรรลุ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.

4.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและ ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือไม่ อย่างไร

ส่งเสริม ไม่ส่งเสริม ไม่แน่ใจ

.....

.....

.....

4.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

4.4 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

4.5 แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

สรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จุดเด่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....
.....
.....

จุดที่ควรปรับปรุง (พร้อมแนวทางการปรับปรุง)

.....
.....

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....
.....

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้รับการสังเกต

ลงชื่อ.....
(.....)

ผู้สังเกต

