การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สุภาดา อินมา

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระและ คณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้ศึกษา ค้นคว้าอิสระ สามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอกราบของพระคุณ นางสาวสุภารัตน์ เชื้อโชติ ตำแหน่ง อาจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก นางกาล สิริวงษ์ ตำแหน่งครูชำนาญ การพิเศษและนางประภาภรณ์ สุริยะมณี ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชา อุทิศวิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ค้นคว้าอิสระ จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ นางทองเพียร อ่องบางน้อย ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชาอุทิศ วิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็น อย่างยิ่งในการเก็บข้อมูล รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติมิตรที่คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญ และคอย ส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อน นิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบ และอุทิศแด่ผู้มี พระคุณทุกท่าน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการ จัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

สุภาดา อินมา

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระ สุภาดา อินมา

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์

ประเภทสารนิพนธ์ การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563

คำสำคัญ Concrete Pictorial Abstract (CPA), Stick and ball geometry kit, ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์, รูปเรขาคณิตสามมิติ

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และ 2)เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมศึกษาค้นคว้าอิสระ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบเชิงปฏิบัติการ จำนวน 4 วงจร ใช้เวลา 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น ด้านละ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3

ผลการศึกษาค้นคว้าอิสระพบว่า

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดเน้นคือ 1) ครูควรจัดกิจกรรมโดยใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ

ที่เป็นทรงตันให้นักเรียนศึกษาและสำรวจหลาย ๆ ชนิด 2) ครูควรสังเกตขระที่นักเรียนแต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนคนอื่นเกิดแนวคิดที่จะนำไปสู่การต่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่หลากหลายชนิดมากขึ้น และ 3)ครูควรกระตุ้นด้วยการถามคำถามที่ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติเพื่อนำไปสู่การวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง

2. นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 กล่าวคือ นักเรียนสามารถนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการเพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง

Title	THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL VISUALIZATION ABILITIES THROUGH LEARNING INPLEMENTATION BASED ON CONCRETE PICTORIAL ABSTRACT (CPA) APPROACH WITH STICK AND BALL GEOMETRY KIT ON THREE-DIMENSIONAL GEOMETRY OF STUDENTS IN GRADE 6
Author	Supada Inma
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study, M.Ed. in Mathematics Education, Naresuan University, 2020
Keywords	Concrete Pictorial Abstract (CPA), Stick and ball geometry kit, Mathematical visualization ability, Three-dimensional geometry

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) study the appropriate of learning implementation base on Concrete Pictorial Abstract (CPA) approach with Stick and ball geometry kit to enhance mathematical visualization ability on three-dimensional geometry of students in grade 6 and 2) develop mathematical visualization ability through learning implementation based on CPA approach with Stick and ball geometry kit on three-dimensional geometry of students in grade 6. The participants were 25 grade 6 students of a medium sized schools in Sukhothai Province in the second semester of the academic year 2020. This classroom action research took 9 hours. The research instruments were 4 lesson plans, worksheets and a mathematical visualization ability test. Data were analyzed by content analysis and categorized students' answer into three aspects: drawing, identifying the type and selecting the figure related to three-dimensional geometry. Students' answers were divided in three groups which are level 1, level 2 and level 3.

The results revealed that

1. The learning implementation based on CPA with Stick and ball geometry kit on geometry to enhance mathematical visualization ability on geometry of students in grade 6 should were emphasize on 1) Teacher should provide student the various learning media and

allow them to explore and manifest these learning media. 2)Teacher should observe the individual student during using Stick and ball geometry kit and select some examples to show other students that might be an initiate idea. and 3) teacher should engage students with question while they explore the three-dimensional geometry until they can draw, identifying the type and selecting the figures.

2. Most of students have the mathematical visualization ability were in level 3, that mean students can visualize and analyze the various three-dimensional geometry then represent their ideas in term of drawing, identifying the type and selecting the figures of the contour or the base and the forward face of a three-dimensional geometry correctly.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	คำถามการวิจัย	4
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ขอบเขตของงานวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	7
	หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	8
	กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA)	15
	Stick and ball geometry kit	19
	ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	21
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	33
	ผู้เข้าร่วมวิจัย	33
	รูปแบบการวิจัย	33
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้การวิจัย	37
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	46
	การวิเคราะห์ข้อมูล	47

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	51
	ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	51
	ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	73
5	**บทสรุป**	85
	สรุปผลการวิจัย	85
	อภิปรายผลการวิจัย	89
	ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม		92
ภาคผนวก		97
ประวัติผู้วิจัย		132

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1	11
2	แสดงสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2	12
3	แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1	13
4	แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2	14
5	แสดงสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1	14
6	เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	26
7	แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดConcrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับStick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	29
8	แสดงจุดประสงค์ของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	35
9	แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2560 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ	37
10	แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	40
11	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ และชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	42
12	แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	45
13	แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	48
14	สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
15	สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด.....	62
16	สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม.....	67
17	สรุปแนวทางการจัดแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit.....	72
18	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	74
19	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2	76
20	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3	78
21	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 4	80
22	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ	82
23	แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	83
24	แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	99
25	แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.	102

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	แสดงวงจรการวิจัยปฏิบัติการ	35
2	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 1	75
3	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 1	75
4	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 2	77
5	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 2	77
6	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 3	79
7	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 3	79
8	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 4	81
9	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 4	81
10	แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ที่อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	84

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์แห่งการคิด มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2555, หน้า 56) จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ไว้ในหลักสูตรทุกระดับชั้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และมีความคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 - 2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของระดับประเทศ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 43.47, 40.47, 37.12, 37.50 และ 32.90 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเรื่อย ๆ รวมถึงพิจารณาจากผลการทดสอบ O-NET ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย พบว่า มีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 40.81 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังมีสาระการเรียนรู้ที่ต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน คือ สาระเรขาคณิต ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 19.77 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) และจากการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการโดยใช้ภาพประกอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนอ่อน จำนวน 5 คน ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยเคยสอน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า นักเรียนไม่สามารถบอกชนิด ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน และจุดยอดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ รวมถึงไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติออกมาแล้วจะเป็นรูปสองมิติชนิดใด จึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวอาจเป็นเพราะว่า การสอนของครู ที่มักสอนตามเนื้อหาจากเอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการนำเสนอของครูที่ขาดความชัดเจนต่อเนื้อหา ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนไม่เข้าใจ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบชั้นเรียนที่ครูส่วนใหญ่สอนด้วยวิธีการบรรยาย ยกตัวอย่าง และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ไม่ได้เน้นกิจกรรมที่ให้

นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การให้เหตุผล ไม่จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรงหรือเรียนรู้ผ่านของจริง ซึ่งนั้นเป็นรูปแบบวิธีการสอนแบบเก่าที่ขาดการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนุกสนาน ไม่มีแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์

การเรียนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติให้เข้าใจนั้นต้องอาศัยการนึกภาพ (Visualization) ซึ่งการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิตหรือการวิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก โดยการวาดรูปหรืออธิบายแสดงแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่ได้ภาพที่ปรากฏ (ดลนภา โฆสิตดุลย์, 2560, น. 11-13) โดยการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมระหว่างร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ เป็นการรับรู้ของประสาทสัมผัสทั้งห้า ที่จะช่วยจดจำเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ และสามารถสะท้อนความเข้าใจออกมาเป็นภาพ เพื่อสื่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ใช้จินตนาการในการมองวัตถุหรือภาพสามมิติแล้วสร้างตัวแทนเพื่อบรรยายให้เห็นภาพ สื่อสารข้อมูลในมุมมองใหม่ด้วยการวาดรูป (Duval, 1998, p. 50)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ให้ความสำคัญของการนึกภาพว่าเป็นส่วนหนึ่งในความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) ที่มีความสำคัญทางเรขาคณิตและเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2557, น. 64-65) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการนึกภาพว่า มีผลต่อการเรียนรู้เรขาคณิต โดยการนึกภาพและความรู้สึกเชิงปริภูมิมีความเกี่ยวข้องกันและมีความสำคัญต่อการใช้แก้ปัญหาทางเรขาคณิตในชีวิตจริงเป็นพื้นฐานสำคัญในทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hershkowitz (1989, pp. 61-76) ที่กล่าวว่า การนึกภาพยังส่งผลต่อความสามารถในการคิดที่ทำให้เกิดความเข้าใจในขั้นสูงต่อไป

รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการนึกภาพ ครูจึงควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการเรียนที่ทำให้เกิดภาพเสมือนจริงและเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตกับชีวิตจริง ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพ ความรู้สึกเชิงปริภูมิและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547, น. 50) รวมทั้งแนวคิดของกมลพรรณ ชีวพันธุศรี (2548, น. 17) ที่กล่าวว่าสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มาจาก ประสบการณ์ภายนอกจากสัมผัสทั้งห้า หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติจะสามารถพัฒนาในการนึกภาพได้ ซึ่งหากต้องการส่งเสริมด้านความคิดหรือการนึกภาพนั้นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นักเรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจริง สัมผัสกับเรขาคณิตผ่านสิ่งของจริง ซึ่งทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เรขาคณิตมากขึ้นและตระหนักถึงความสำคัญของเรขาคณิตในชีวิตจริง จากนั้นพัฒนาไปสู่การวาดภาพหรือวาดโมเดลแทนของจริงที่เคยสัมผัสและสุดท้ายคือ นักเรียนรู้จักการแปลงภาพหรือโมเดลที่รู้จักแล้วก่อนหน้านี้มาเป็นหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ (จักรินทร์ บูรณานิจ, 2560) ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถใช้และปรับความรู้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์และบริบทในชีวิตประจำวันได้ในระหว่างการทำกิจกรรม นักเรียนจะได้รับคำแนะนำในการค้นพบหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ มีการสื่อสารและแบ่งปันความเข้าใจของตนเองโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยครูจะได้รับบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่คอยแนะนำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรม โดยการใช้สื่อและให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมแก่นักเรียน (Ministry of Education, 2012 as cited in Hoong, Kin, & Pien, 2015) ซึ่ง Hui, Hoe, & Lee (2017) ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ว่ามี 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided explication) ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory familiarization) ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge classification) และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept reification)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมและให้นักเรียนประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจริง สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งของจริง เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่ง Stick and ball geometry kit นับว่าเป็นสื่อรูปธรรมที่มีความเหมาะสมกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทั้งในขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ทำให้นักเรียนได้ประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้หลากหลายรูปแบบ และทำให้ทราบส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองอย่างอิสระไร้ข้อจำกัด ทำให้นักเรียนได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งของจริง ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถวาดภาพแทนของจริงที่เคยสัมผัส และในขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียน

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเป็นกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น และคาดว่าจะทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการสอบ O-net ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติสูงขึ้นด้วย

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะอย่างไร

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ช่วยพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของงานวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 9 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit**

หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยมี Stick and ball geometry kit ซึ่งเป็นลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิตมาใช้เป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ในขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ และขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ เพื่อให้นักเรียนนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อ Stick and ball geometry kit นั้นมาแปลเป็นรูปภาพแล้วนำไปสู่สัญลักษณ์นามธรรมทางคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน ได้ซึ่งมีขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาและสำรวจสื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตัน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และครูอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับ Stick and ball geometry kit โดยการนำมาต่อเป็นเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสำรวจทั้งหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างเพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำ ๆ

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ Stick and ball geometry kit ในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง โดยมีครูคอยแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน ตั้งคำถามหรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนวาดภาพหรือเลือกภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง จำนวนของหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิดและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

2. **ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์**

หมายถึง ความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านต่อไปนี้

2.1 การวาดภาพ

2.2 การบอกชนิด

2.3 การเลือกภาพ

ซึ่งมีการวัดและประเมินผลจากใบกิจกรรมและทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยในด้านการวาดภาพวัดจากการให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ด้านการบอกชนิดวัดจากการให้นักเรียนบอกชนิด จำนวนหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และด้านการเลือกภาพวัดจากการให้นักเรียนเลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

1.3 คุณภาพนักเรียน

1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA

2.1 ที่มาและความสำคัญของ CPA

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA

2.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA

3. Stick and ball geometry kit

3.1 ความหมายของ Stick and ball geometry kit

3.2 ความสำคัญของ Stick and ball geometry kit

4. ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.2 องค์ประกอบของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.3 ความสำคัญของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.4 แนวทางการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.5 การวัดและประเมินความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.6 ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

5. **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

5.1 งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

5.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. **ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์**

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือ

สามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของนักเรียน

จากหัวข้อข้างต้นจะเห็นว่าคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2. **เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

จากสาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. **คุณภาพนักเรียน**

คุณภาพนักเรียนเมื่อเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นักเรียนจะต้องมีความสามารถดังนี้

3.1 อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งอัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้สึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.2 อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมและวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3.3 นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

3.4 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีคุณภาพในเรื่อง การอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้**

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และ นำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนมีคุณภาพใน สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

5. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตาราง 1 แสดงสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป. 6	1. เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ	**เศษส่วน** - การเปรียบเทียบและเรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละโดยใช้ความรู้ เรื่อง ค.ร.น.
	2. เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ 3. หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้	**อัตราส่วน** - อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน และมาตราส่วน
	4. หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน 5. หา ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน 6. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.	**จำนวนนับ และ 0** - ตัวประกอบ จำนวนเฉพาะ ตัวประกอบเฉพาะ และการแยกตัวประกอบ - ห.ร.ม. และ ค.ร.น. - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป.6	7. หาผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ 8. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและ จำนวนคละ 2-3 ขั้นตอน	**การบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วน** - การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ โดยใช้ความรู้เรื่อง ค.ร.น. - การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ - การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ
	9. หาผลหารของทศนิยมที่ตัวหารและผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง 10. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 3 ขั้นตอน	**ทศนิยม และการบวก การลบ การคูณ การหาร** - ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม - การหารทศนิยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม (รวมการแลกเงินต่างประเทศ)
	11. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน 12. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2-3 ขั้นตอน	**อัตราส่วนและร้อยละ** - การแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนและมาตราส่วน - การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตาราง 2 แสดงสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป.6	1. แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป	**แบบรูป** - การแก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตาราง 3 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป.6	1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	**ปริมาตรและความจุ** - ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
	2. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม 3. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม	**รูปเรขาคณิตสองมิติ** - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม - มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม - ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตาราง 4 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป.6	1. จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป 2. สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม	**รูปเรขาคณิตสองมิติ** - ชนิดและสมบัติของรูปสามเหลี่ยม - การสร้างรูปสามเหลี่ยม - ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม - การสร้างวงกลม
	3. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ 4. ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	**รูปเรขาคณิตสามมิติ** - ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด - รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตาราง 5 แสดงสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1

ชั้น	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ป.6	1. ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา	**การนำเสนอข้อมูล** - การอ่านแผนภูมิรูปวงกลม

จะเห็นได้ว่า ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ จะต้องบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ได้

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เริ่มต้นมาจากสิงคโปร์ ช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดนี้ได้มีนักวิจัยได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ไว้ดังต่อไปนี้

1. **ที่มาและความสำคัญของแนวคิด CPA**

Ministry of Education (2012 as cited in Hoong, Kin & Pien, 2015) ได้กล่าวว่า ในการปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในสิงคโปร์แนวคิด enactive-iconic-symbolic ของ Bruner เป็นหัวใจสำคัญของวิธีการ CPA นับตั้งแต่ในช่วงต้นทศวรรษ 1980 โดยแนวคิด CPA ยังคงเป็นกลยุทธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ ที่สนับสนุนโดยกระทรวงศึกษาธิการสิงคโปร์ ซึ่งเอกสารหลักสูตรฉบับล่าสุดสำหรับการนำไปใช้งานในปี 2013 กล่าวว่า แนวคิดนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการสอนแนวคิดและทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมเพื่อสำรวจและเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะ ให้พวกเขาสามารถใช้ปรับ ความรู้ให้เหมาะสมกับบริบทในชีวิตประจำวัน หรือทรัพยากรอื่น ๆ ได้สร้างความรู้และความเข้าใจ จากการปรับรูปธรรมให้เหมาะสมและประสบการณ์นักเรียนจะได้รับคำแนะนำในการค้นพบทางคณิตศาสตร์เชิงนามธรรมแนวคิดหรือผลลัพธ์ในระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนสื่อสารกันและแบ่งปันความเข้าใจของพวกเขาโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมและภาพแทน บทบาทของครูคือ ผู้อำนวยความสะดวกที่แนะนำให้นักเรียนมีระดับความเข้าใจที่เป็นรูปธรรมและเป็นนามธรรม โดยการใช้สื่อและการให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสม

Bruner & Kenney (1965 as cited in Hui, Hoe & Lee, 2017) กล่าวว่า การเรียนรู้แนวคิด CPA เริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ซึ่งต่อมาได้นำประสบการณ์การจากการเรียนรู้ มาแปลเป็นรูปภาพ (สัญลักษณ์) ด้วยการถ่ายทอดสัญลักษณ์แทนที่มีความสอดคล้องกันกับประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงขึ้น

Johnson (2020) กล่าวว่า แนวคิด CPA เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์และภาพเพื่อสร้างความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อที่เป็นนามธรรมนักเรียนจะได้รับการแนะนำให้รู้จักกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์แบบใหม่ ผ่านการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม เมื่อเขาได้แก้ปัญหาด้วยอุปกรณ์ เขาจะได้รับรู้ปัญหาออกมาเป็นรูปภาพ ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นการแสดงภาพของสื่อวัสดุอุปกรณ์ที่พวกเขาใช้ จากนั้นพวกเขาจะแปลงแก้ปัญหาเป็นนามธรรม เช่น ตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ การสร้างขั้นตอนเหล่านี้ในบทเรียนสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจ

ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริงได้ดีขึ้นดังนั้นจึงช่วยให้เข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่พวกเขากำลังเรียนรู้ได้มากขึ้น

จากการศึกษาและวิเคราะห์ความหมายและความสำคัญของ CPA ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จากสิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

2. **ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้** CPA

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการกำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPAเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง กิจกรรมนี้ควรได้รับการกระตุ้นเพื่อให้ทราบถึงความสำคัญของวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ การแสดงภาพเป็นตัวแทนเชิงประจักษ์ ที่แสดงให้เห็นถึงการนำรูปธรรมมาช่วยในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน สิ่งที่สำคัญ คือ ครูจำเป็นต้องอธิบายถึงการเชื่อมโยงระหว่างรูปภาพตัวอย่างที่นักเรียนแสดงกับวัตถุที่เป็นรูปธรรม จากนั้นครูต้องอธิบายถึงการใช้สัญลักษณ์หรือตัวเลข เพื่อสร้างวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้สั้นลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในขั้นสุดท้ายนักเรียนต้องสามารถสร้างสัญลักษณ์นามธรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผ่านกิจกรรม (Putri, 2015) ซึ่งขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA มีดังต่อไปนี้

Cooper (2005 as cited in Putri, 2015) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPAมี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเรียนรู้โดยการจัดการทางกายภาพของวัตถุที่เป็นรูปธรรม

ขั้นตอนที่ 2 การเรียนรู้โดยการแสดงภาพของวัตถุที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 3 การเรียนรู้โดยการแก้ปัญหาโดยการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม

Sousa (2007 as cited in Putri, 2015) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA มี 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ใช้วัตถุที่อาจเป็นเครื่องมือวัด หรือวัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถจับต้องได้ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบที่เป็นรูปธรรม

ขั้นตอนที่ 2 แสดงรูปภาพ คือ ความสามารถในการสร้าง การอ่าน หรือการตีความแผนภูมิ หรือรูปภาพ

ขั้นตอนที่ 3 ใช้สัญลักษณ์นามธรรม คือ การใช้ตัวแทนสัญลักษณ์ เช่น ตัวเลข หรือตัวพยัญชนะที่ถูกเขียนหรือถูกตีความเมื่อต้องการแก้ไขปัญหา

Flores (2010 as cited in Putri, 2015) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 มีการใช้วัตถุเชิงประดิษฐ์เพื่อนำความเข้าใจเชิงแนวคิด

ขั้นตอนที่ 2 ระดับรูปธรรมกระบวนการเรียนรู้ได้อธิบายไว้ดังนี้

นักเรียนแสดงให้เห็นถึง กระบวนการ/ทักษะทางคณิตศาสตร์ การปรับวัตถุให้เหมาะสมชี้แนะหรือแนะนำนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการใช้วัตถุที่เหมาะสม การชี้ทางและให้คำแนะนำ และนักเรียนเข้าใจขึ้นอยู่กับการใช้การจัดการวัตถุให้เหมาะสมเพื่อแสดงทักษะและกระบวนการ

Cooper (2012, as cited in Putri, 2015) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนมีปฏิกิริยาทางกายกับการจัดการกับวัตถุที่เป็นรูปธรรม

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนทำงานกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ยกตัวอย่างเช่น รูปทรงเรขาคณิต

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนเขียนแสดงคำตอบเป็นนามธรรมโดยใช้แนวคิดจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยเขียนแบบจำลองสัญลักษณ์ของตัวเลข ตัวแปรและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ

Hui, Hoe, & Lee (2017) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA มี 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง

ครูให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัตถุที่เป็นรูปธรรม ที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อธิบายและขยายความสิ่งที่เป็นวัตถุที่เป็นรูปธรรมให้นักเรียนสนใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนในการได้แสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

ครูยกตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสม และนำเสนอตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมที่เหมาะสมและจับต้องได้เพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำ ๆ

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้

ครูให้คำแนะนำ ตั้งคำถาม หรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างวัตถุที่เป็นรูปธรรมกับตัวอย่างอื่น ๆ ที่สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง สังเคราะห์ และให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลที่ได้จากการเรียนรู้ หรือนำเสนอการใช้วัตถุที่เป็นรูปธรรม รวมไปถึงสัญลักษณ์นามธรรม และการประยุกต์ใช้แนวคิดที่ได้เรียนรู้

จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ของ Hui, Hoe, & Lee (2017) ซึ่งได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอนข้างต้น

3. ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA

Seriously Addictive Mathematics (2019) ได้ใช้ทฤษฎีหลักสำคัญกับหลักสูตรคณิตศาสตร์สิงคโปร์ ผลจากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้คณิตศาสตร์สิงคโปร์ (Singapore Math) เป็นที่ยอมรับจากทั่วโลกด้วยหลักการและวิธีการสอนที่ประสบความสำเร็จอย่างมาก ทางสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักรและมากกว่า 15 ประเทศ จึงได้นำการเรียนคณิตศาสตร์แบบสิงคโปร์ไปใช้ในโรงเรียนอย่างแพร่หลาย

จุดมุ่งหมายหลักของการเรียนคณิตศาสตร์สิงคโปร์จะเน้นสร้างทักษะการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ ซึ่งทางกระทรวงศึกษาธิการได้มีศึกษาวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรล้วนอ้างอิงจากทฤษฎีและงานวิจัยหลายชิ้น ทฤษฎีหลักสำคัญที่ได้นำมาประยุกต์ใช้ที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ หลักการสอนตามแนวคิด CPA ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน 3 ขั้นตอนอย่างเป็นระบบด้วยวิธีการที่เหมาะสม

Concrete: ผ่านสื่อการเรียนที่นักเรียนสามารถสัมผัสได้ เช่น สื่อการนับ กระดาษคลิปหนีบกระดาษ บล็อค เป็นต้น ยกตัวอย่างประกอบที่สามารถทำได้จริง

Pictorial: วาดออกมาเป็นภาพให้เห็นเช่น ไดอะแกรม โมเดล ตาราง ซึ่งในขั้นตอนนี้จะช่วยทบทวนความเข้าใจ และใช้อธิบายประกอบในเรื่องที่เรียน

Abstract: แทนด้วยสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

จักรินทร์ บูรณานิจ (2560) กล่าวว่า การใช้กระบวนการ CPA จะทำให้นักเรียนเข้าไปถึงแก่นของคณิตศาสตร์เรื่องนั้นอย่างแท้จริง ซึ่งมีตัวอย่างต่อไปนี้

จับต้องได้ (Concrete): เนื้อหาที่เราจะสอนควรออกแบบให้จับต้องได้ สมมุติจะสอนการหาร แก่นของการหารคือการแบ่ง เราอาจจะมีโจทย์ให้นักเรียนแบ่งของไปในช่วงต้น ชวนนักเรียนคุยกันว่า แต่ละคนมีวิธีการแบ่งของอย่างไรบ้าง ค่อยๆวางทีละชิ้นไปตามกอง หรือวางมั่วไปก่อนค่อยจัดเรียงทีหลัง เมื่อแน่ใจว่านักเรียนสามารถแบ่งของได้ เข้าใจแก่นของการหารแล้ว จึงนำไปสู่ขั้นต่อไป

เห็นเป็นภาพ (Pictorial): ครูดึงโจทย์ เดิมที่ใช้แบ่งของ แต่คราวนี้ครูจะวาดเป็นภาพแทนของสิ่งนั้น แล้วแสดงการแบ่งภาพสมมุติที่ทำบนกระดาษ การเชื่อมจากสิ่งที่จับต้องได้ ไปสู่ภาพจะเป็นการเตรียมนักเรียนให้พร้อมต่อการไปสู่ขั้นต่อไป ที่มีความเป็นนามธรรมที่สุด

สัญลักษณ์ (Abstract): สุดท้ายครูแทนโจทย์จากรูปภาพ กลับมาเป็นสัญลักษณ์ ถึงตรงนี้ยังไม่ต้องไปถึงตั้งหาร เป็นจุดที่ครูจะต้องเชื่อมโยงจาก ช่วงที่สอนเป็นภาพก่อนหน้านี้ให้มาเป็นสัญลักษณ์ให้ได้ก่อน จนนักเรียนสามารถมองจากสัญลักษณ์แล้วเข้าใจเป็นภาพได้ ครูจึงจะเริ่มให้นักเรียนฝึกฝนคำนวณ

แต่ใช่ว่าการนำแนวคิด CPA ไปใช้ครั้งแรกแล้วนักเรียนจะคิดได้ตามกระบวนการนี้เลย ถ้านักเรียนไม่ได้ถูกฝึกมาให้คิดจากโจทย์ปัญหาของจริง คงต้องใช้เวลากับกระบวนการนี้หน่อยในช่วงแรก ให้นักเรียนปรับตัวได้ ซึ่งสิ่งที่ได้มีความคุ้มค่ามาก เพราะพวกเขาจะเข้าใจแก่นของมันจริง ๆ รู้ว่าเรียนไปทำไม และจะไม่ลืมเมื่อเรานำกลับมาถามอีกครั้ง ซึ่งก็จะประกอบกับการนำแบบฝึกหัดน้อย ๆ มาให้นักเรียนทบทวนทุกครั้ง จะเสริมประสิทธิภาพจากกระบวนการนี้ได้มากทีเดียว

จากการศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ CPA ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นแนวคิดที่ใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมมาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการวาดภาพจากสิ่งที่เห็น ซึ่งจะนำไปถึงการเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมได้อย่างสมบูรณ์

Stick and ball geometry kit

1. **ความหมายของ** Stick and ball geometry kit

Edx Education (2020) กล่าวว่า Stick and ball geometry kit เป็นลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต สามารถใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนหรือเล่นเองที่บ้านได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ใช้เรียนรู้เรื่องการนับจำนวน การจำแนกประเภทจากองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบรูปทรงเรขาคณิตแบบสองมิติ และสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิต รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด เพื่อส่งเสริมจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เล่น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการเรียนรู้ในด้านอื่นได้อีกมากมาย เช่น เรียนรู้

โครงสร้างทางเคมีรูปแบบต่าง ๆ หรือ ออกแบบต้นแบบโมเดล เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตและทักษะคณิตศาสตร์ระดับต้น สามารถสร้างรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ที่สร้างสรรค์ด้วยตนเองชิ้นส่วนโค้งสามารถใช้ทำวงกลมและทรงกระบอกได้

Sci4kid (2019) กล่าวว่า Stick and ball geometry kit เป็นสื่อการเรียนรู้เสริมสร้างทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างหลากหลาย ทั้งเรื่องการนับจำนวน การจำแนกประเภทจากสี รูปร่าง ขนาด รวมถึงรูปทรงเรขาคณิตแบบสองมิติและสามมิติ นักเรียนสามารถสร้างรูปทรงได้อย่างอิสระไร้ข้อจำกัด เพื่อส่งเสริมจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างพัฒนาการของกล้ามเนื้อมัดเล็กจากการหยิบจับและสามารถใช้ในการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ ได้อีกมากมาย อุปกรณ์ใช้งานง่ายและปลอดภัยต่อนักเรียนอีกด้วย

จากการศึกษาความหมายของ Stick and ball geometry kit ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ที่ใช้ประกอบเป็นรูปเรขาคณิตทั้งสองมิติและสามมิติ ใช้เรียนรู้เรื่อง การจำแนกประเภทจากองค์ประกอบต่าง ๆ ประกอบรูปทรงเรขาคณิตแบบสองมิติและสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิต รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด

2. **ความสำคัญของ** Stick and ball geometry kit

Edx Education (2020) กล่าวว่า Stick and ball geometry kit ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แบบปฏิบัติจริง (Hands-on) เรียนรู้ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประกอบรูปทรงเรขาคณิตแบบสองมิติ และสามมิติ รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการเรียนรู้ในด้านอื่นได้อีกมากมาย

Gilbert (2014) กล่าวว่า สื่อตัวต่อรูปเรขาคณิต ช่วยให้นักเรียน ๆ ได้ดูรูปร่างจริง ๆ และเข้าใจว่าจำนวนจุดยอดและหน้าตัดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนจะเข้าใจรูปร่างได้ดีขึ้น และวิธีการจัดหมวดหมู่รูปร่างและป้ายกำกับ กลยุทธ์อื่น ๆ ก็มีประสิทธิภาพเช่นกัน เช่น การแยกโครงสร้างกล่องเพื่อดูว่าหน้าตัดและจุดยอดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือสร้างจากรูปทรงสองมิติชนิดใด

Rosey (2019) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนเริ่มสร้างโครงสร้างสามมิติ ครูสามารถแนะนำคำต่าง ๆ เช่น ลูกบาศก์ ทรงกลม ปริซึม ข้อดีอย่างหนึ่งของการสร้างรูปทรงเรข่คณิตสามมิติด้วยวิธีนี้ คือ นักเรียนสามารถมองทะลุวัตถุเหล่านั้นได้ทำให้นักเรียนฝึกการมองเห็นโครงสร้างสามมิติได้

จากการศึกษาความสำคัญของ Stick and ball geometry kit ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นสื่อที่สามารถใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนได้อย่างหลากหลายรูปแบบ

ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ ได้ประกอบรูปทรงเรขาคณิตแบบสองมิติและสามมิติ ทำให้ทราบส่วนประกอบต่าง ๆ และเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

การนึกภาพทางคณิตศาสตร์ (visualization) เป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐานในสาระเรขาคณิตของกลุ่มสาระการเรียนรู้ Macnab et al. (2012) กล่าวว่า การนึกภาพทางคณิตศาสตร์บางครั้งเรียกว่า ภาพตัวแทนทางความคิด (visual representation) ตัวแทนทางความคิด representation) หรือกิจกรรมทางปัญญาของจิตนาการภาพตัวแทนทางความคิด (the cognitive activity of imagining a visual representation)

1. **ความหมายของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์**

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงความหมายของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) กล่าวว่า การนึกภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Visualization) เป็นการนึกถึงหรือวิเคราะห์ภาพหรือรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการเพื่อคิดหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏ

เกษณีย์ ยอดไฟอินทร์ (2556, น. 49) กล่าวว่า ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนึกภาพของรูปเรขาคณิต หรือการวิเคราะห์ ภาพหรือรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจิตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก โดยการวาดรูปหรืออธิบายแสดงแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่ได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏ

Bishop (1989, p. 140) กล่าวว่า ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นการแปลงความสัมพันธ์ที่เป็นนามธรรมและข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อมูลร่างเพื่อใช้ในการมอง นอกจากนี้ยังรวมไปถึงวัตถุและการแปลงของนึกภาพตัวแทนความคิดมีการจัดการและเปลี่ยนแปลงของการเป็นตัวแทนภาพ และจิตนาการภาพ ซึ่งเป็นความสามารถของกระบวนการและไม่เกี่ยวข้องกับรูปแบบของการนำเสนอวัตถุ

Arnheim (1991, p. 39) กล่าวว่า ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงฟังก์ชันทางปัญญาในการรับรู้ภาพ ในการนึกภาพเป็นการผสมผสานของมุมมอง การเป็นตัวแทนของธรรมชาติกับรูปร่างที่เป็นทางการที่จะเสริมสร้างความเข้าใจทางปัญญา

Zazkis et al. (1996, p. 27) กล่าวว่า ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นการแสดงถึงการกระทำในสิ่งที่แต่ละคนกำหนดซึ่งเป็นการเชื่อมโยงที่แข็งแกร่งระหว่างโครงสร้างภายในและบางสิ่งในกระบวนการที่รับเข้าผ่านทางประสาทสัมผัส เช่น การเชื่อมโยง

สามารถทำได้ในทั้งสองทิศทาง คือการรับรู้โดยภายนอก การแสดงของการนึกภาพอาจจะประกอบด้วยโครงสร้าง ในบางส่วนสื่อภายนอก เช่น กระดาษ กระดานดำหรือคอมพิวเตอร์ ด้วยวัตถุหรือกระบวนการภายใน

จากความหมายของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หมายถึง ความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ

2. องค์ประกอบของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) กล่าวว่า รูปเรขาคณิตที่พบในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะรูปเรขาคณิตสามมิติและรูปเรขาคณิตสองมิติ มีความสัมพันธ์กันอย่างมากซึ่งต้องใช้การสังเกต หาความสัมพันธ์ ความสอดคล้อง การจำแนก และการเปรียบเทียบ ภาพที่มองเห็นจะต้องสามารถอธิบายขนาดตำแหน่งระยะทาง และใช้การคาดเดารูปร่างลักษณะของสิ่งที่กำหนดให้เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเปลี่ยนมุมมองในด้านต่าง ๆ ตัวอย่างการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น

2.1 รูปเรขาคณิตสามมิติที่เกิดจากการซ้อนกันของรูปเรขาคณิตสองมิติ

ถ้านำกระดาษซึ่งเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติมาวางซ้อนกันให้ทับกันสนิทหลายๆ แผ่น จะเห็นความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น นำแผ่นกระดาษรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นวงกลมมาวางซ้อนกันและให้ทับกันสนิทจำนวนหลายๆ แผ่น จะได้รูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงกระบอก

2.2 ภาพที่ได้จากการมองด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติ

รูปเรขาคณิตที่พบในชีวิตประจำวัน ถ้ามองแต่ละด้านจะได้ภาพที่แตกต่างกัน การมองรูปเรขาคณิตที่ถูกต้องจึงควรมองในหลายๆ มุม เช่น ด้านบน ด้านล่าง ด้านข้าง ว่ามีลักษณะอย่างไร การแยกภาพสองมิติที่ถูกต้องในแต่ละมุมมองจะทำ ให้ได้สัดส่วนและขนาดของรูปเรขาคณิตถูกต้อง

2.3 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติมีความแตกต่างกัน เนื่องจากรูปเรขาคณิตสามมิติแสดงให้เห็นถึงความหนาหรือความลึก ในขณะที่รูปเรขาคณิตสองมิติแสดงให้

เห็นถึงความกว้างและความยาว การนำรูปเรขาคณิตสามมิติมาคลี่ออก โดยที่ส่วนต่าง ๆ ที่คลี่ออกนั้นไม่แยกหรือฉีกขาดออกจากกันทำได้

Macnab et. al (2012 อ้างใน เกษณีย์ ยอดไฟอินทร์, 2556) ได้นำเสนอการนึกภาพเป็น 3 หัวข้อ คือ การนึกภาพวัตถุ การพิจารณาการนึกภาพ และการตีความการนึกภาพ รายละเอียดมีดังนี้

1. การนึกภาพวัตถุ คือ ลักษณะของวัตถุที่มองเห็นและตีความโดยบุคคลหรือจุดประสงค์เพื่อความเข้าใจบางสิ่งที่มากกว่าวัตถุ

2. การพิจารณาการนึกภาพ คือ การจิตนาการโครงสร้างของประสบการณ์การมองที่เป็นไปได้ในการนึกภาพวัตถุที่ไม่อยู่ การนึกภาพแบบนี้จะเน้นที่วัตถุภาพที่อยู่ภายใน

3. การตีความการนึกภาพเกี่ยวข้องกับการตีความหมายของการนึกภาพวัตถุหรือการพิจารณาการนึกภาพ เนื่องจากความเชื่อมโยงของความเชื่อประสบการณ์และความเข้าใจของบุคคล

การแยกความแตกต่างของการนึกภาพวัตถุจากการแสดงทางกระบวนการคิดหรือกล่าวได้ว่าความแตกต่างของการนึกภาพในลักษณะภายนอกของวัตถุ (เช่น ภาพประกอบ, การเคลื่อนไหวการสร้างภาพจากคอมพิวเตอร์) กับภาพที่อยู่ภายใน (เช่น ภาพภายในสกีมา (mental schemes) ภาพภายใน (mental imagery) โครงสร้างภายในและตัวแทนความคิดภายใน (mental construction and mental representations) หรือกระบวนการทางปัญญา (เช่น หน้าที่ทางปัญญาในการรับรู้การนึกภาพ วัตถุและการแปลงของภาพตัดแทนความคิดภายใน การสร้างโหมดนามธรรมของความคิดและข้อเท็จจริงของจริง ดังนั้นการนึกภาพจึงเป็นได้ทั้งของจริงและภายในสกีมาที่สามารถบรรยายภาพโดยตรงและไม่สามารถนึกภาพได้

จากตัวอย่างของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มีหลายประเภทซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของภาพและการเคลื่อนไหว ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกประเภทการนึกภาพที่จะเกิดขึ้นในวิจัยว่าคือ เป็นการมองเห็นรูปธรรมภายนอก (Visualization) มีการแสดงความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก นักเรียนสามารถสื่อสารผ่านการวาดรูปได้

3. ความสำคัญของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

Rina Hershkowitz (1989) ได้กล่าวถึงการนึกภาพ (Visualization) ว่า การนึกภาพเป็นความสามารถอย่างหนึ่งที่ถือว่า เป็นทั้งกระบวนการและผลลัพธ์การสร้าง (Product of creation) การตีความ (Interpretation) การใช้(Using) และการสะท้อน (Reflection) ภาพ (Pictures) รูป (Image) ไดอะแกรม(Diagram) ในใจของเราเองบนกระดาษ หรือเครื่องมือทางเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยมีเป้าหมายในการแสดงถ้อยคำ หรือภาพและการสื่อสารถึงข้อมูลบางอย่าง ที่ถือว่า เป็นความสามารถในการคิดและการพัฒนาแนวคิดที่ทำให้เกิดความเข้าขั้นสูงต่อไป

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) กล่าวถึงความสำคัญของการนึกภาพ ว่า การนึกภาพเป็นส่วนหนึ่ง ในความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) เป็นความสามารถของบุคคลในการรับรู้และเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว รวมทั้งอาณาบริเวณซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างดำรงอยู่เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่รวมถึงความสามารถในการนึกภาพหรือจินตนาการ การเคลื่อนย้ายการหมุน การพับ หรือการใช้สื่อหรือแบบจำลอง

อัมพร ม้าคนอง (2557) ได้กล่าวถึงการนึกภาพว่า มีความสำคัญต่อการเรียนรู้เรขาคณิตโดยการนึกภาพและความรู้สึกเชิงปริภูมิมีความเกี่ยวข้องกัน และมีความสำคัญต่อการใช้แก้ปัญหาทางเรขาคณิตในชีวิตจริง และเป็นพื้นฐานสำคัญ ในทักษะการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การนึกภาพเป็นพื้นฐานหรือส่วนหนึ่งของความรู้สึกเชิงปริภูมิที่มีความสำคัญทางเรขาคณิต ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่อไป

4. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

กมลพรรณ ชีวพันธุศรี (2548) กล่าวว่า สิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ของเซลล์สมองจะมาจากสองทาง คือ ประสบการณ์ภายนอก จากสัมผัสทั้งห้าคือ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกายความรู้สึกการเคลื่อนไหวของร่างกายและเกิดจากภายใน คือ การคิด การจินตนาการ

แนวคิดในการสอนของบรูเนอร์ (2499 อ้างถึงใน เบญจวรรณ นันตาเครือ, 2554, หน้า 16-17) พบว่า การที่นักเรียนสามารถสร้างจินตนาการ หรือมโนภาพในใจนั้น สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น โดยทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ แบ่งได้เป็น 3 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) คือ ขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ

ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้

ขั้นที่ 3 ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้

มยุรัตน์ ธินะ (2552) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่เข้าใจยากการที่จะพัฒนาต้องอาศัยสิ่งที่มองเห็นหรือจับต้องได้เป็นสื่อในการคิด ดังนั้น การสอนคณิตศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ ควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่มาจากที่เป็นรูปธรรม แล้วไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรม เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 อ้างใน ศิรฉัตร ทิพย์ศรี, 2549, หน้า 14) กล่าวว่า เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเรขาคณิตสามารถใช้ความรู้และเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับความรู้แขนงอื่น ๆ ได้ นักเรียนจะต้องได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมง่าย ๆ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายนักเรียนจะต้องทำการสืบค้น ทดลองและสำรวจ สิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ฝึกการมองภาพสร้างภาพ และเปรียบรูปร่างในตำแหน่งต่าง ๆ กัน

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 38) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความรู้สึกเชิงปริภูมิไม่ดีพอจะไม่สามารถมองเห็นภาพที่เกิดจากความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตทำให้ไม่เข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาจึงไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้ ครูจึงควรสร้างประสบการณ์ในการนึกหรือมองภาพเพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับการจินตนาการเกี่ยวกับคณิตศาสตร์จนพร้อมจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

จากที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ครูจะต้องจัดประสบการณ์ โดยให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์จากสื่อที่เป็นรูปธรรม ไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมอย่างเป็นลำดับขั้น จึงจะสามารถความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้

5. การวัดและประเมินความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

เกษณีย์ ยอดไฟอินทร์ (2556) ได้วัดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบแบบอัตนัย โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องให้เหมาะสมกับจำนวน

2. สร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ และสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	คะแนน
วาดรูป	
- วาดรูปได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
- วาดรูปได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- วาดรูปไม่ถูกต้อง หรือวาดรูปไม่ได้	0
อธิบายแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏ	
- อธิบายแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏได้ถูกต้องสมบูรณ์	2
- อธิบายแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏได้ถูกต้องเพียงบางส่วน	1
- อธิบายแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏไม่ถูกต้อง หรืออธิบายแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้ภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏไม่ได้	0

3. นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบ

4. นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุง แก้ไข

5. นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ไปใช้

ดลนภา โฆสิตดุล (2560) ได้วัดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ วาดภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์ระดับคุณภาพดี (2 คะแนน) วาดภาพได้เพียงบางส่วนระดับคุณภาพดี

พอใช้ (1 คะแนน) และไม่สามารถวาดภาพหรือวาดไม่ถูกต้องระดับคุณภาพดีปรับปรุง (0 คะแนน) โดยการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษา หนังสือ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนึกภาพ

1.2 ศึกษาแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพของ Edward (1973, P. 133-135)

1.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพ จากหนังสือของ บุญชุม ศรีสะอาด (2545, น. 31-42)

1.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบ

1.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มาปรับปรุง

1.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ไปใช้

เกรียงไกร มาตรมูล (2558) ได้วัดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย โดยมีขั้นตอนในการสร้าง มีดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2. ออกแบบและสร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ให้นักเรียนเขียนรูปแสดงคำตอบ และที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้และผลการเรียนรู้พร้อม กับสร้างเกณฑ์การให้คะแนน

3. นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบในเรื่องของการใช้ภาษาความถูกต้องชัดเจนมากขึ้น

4. นำแบบทดสอบในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อแนะนำในเรื่องภาษาให้มีความถูกต้องชัดเจนมากขึ้น

จากการศึกษาการวัดและประเมินความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เนื่องจากใช้วัดและประเมินความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการ

6. ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ Hui, Hoe, & Lee (2017) ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ว่ามี 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided explication) ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory familiarization) ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge classification) และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept reification)

Stick and ball geometry kit เป็นสื่อการเรียนรู้รูปเรขาคณิต ที่สามารถประกอบเป็นรูปเรขาคณิตได้ทั้งสองมิติและสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิต รวมถึงสร้างสรรค์รูปเรขาคณิตหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด

การวิจัยนี้ได้ประยุกต์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Hui, Hoe, & Lee (2017) มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ใน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพของนักเรียน โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาและสำรวจสื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตันเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และครูอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับ Stick and ball geometry kit โดยการนำมาต่อเป็นเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสำรวจทั้งหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างเพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำ ๆ

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ Stick and ball geometry kit ในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง โดยมีครูคอยแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน ตั้งคำถามหรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนวาดภาพหรือเลือกภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุยอภิปรายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง จำนวนของหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิดและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นโดยผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ		ความสามารถที่เกิดขึ้น
ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)	Concrete	
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)	Concrete	
ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)	Pictorial	ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)	Pictorial and Abstract	

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่าความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์นั้นจะเกิดขึ้นในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

เกรียงไกร มาตรมูล (2558) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Google Sketchup พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก นั่นคือ นักเรียนมีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในระดับมาก เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Google Sketchup ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเลขาคณิตศาสตร์สองมิติ และสามมิติ โปรแกรม Google Sketchup เป็นเครื่องมือที่สามารถส่งเสริมการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนรูปสองมิติ และสามมิติได้ดีขึ้น และถูกต้องมากขึ้น

เกษณีย์ ยอดไฟอินทร์ (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล Phases – Methods Combinations และกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล Phases – Methods Combinations และกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลและการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล Phases – Methods Combinations และกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ มีพัฒนาการความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

เพชรชนก จันทร์หอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และ วนินทร สุภาพ (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ และมีผลคะแนนในแบบทดสอบ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรมช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ได้ลงมือกระทำกับวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ และสัมผัสสื่อต่าง ๆ ด้วยตนเอง รวมทั้งใบกิจกรรมในระหว่างการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือทำอาจเป็นส่วนหนึ่งในการเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้นได้ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนสรุป อธิบายหลักการได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความสนใจในกิจกรรมที่จะเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทาง

คณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้

จิตรานุช วันทมาตย์ และวนินทร สุภาพ (2557) ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) ร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อเสริมสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน มีประสิทธิภาพเท่ากับ86.61/82.96 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2) นักเรียนมีความคิด รวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับ การใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความคิดรวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจากสื่อรูปธรรม สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน

2. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Arcavi (2003) ได้ทำการศึกษาเรื่องบทบาทของการนึกตัวแทนภาพในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การนึกภาพเป็นทั้งผล ขั้นตอนและกระบวนการของการสร้างสรรค์ การแสดงความเข้าใจ การแสดงแนวคิดออกมาเป็นภาพและภาพจำลอง เป็นการเพิ่มความสามารถในการนึกภาพในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยเป็นการพยายามที่จะทำให้เห็นตัวอย่างการแสดงความสามารถในการนึกภาพและสะท้อนให้เห็นในบทบาทที่แตกต่างและหลากหลายในการเรียนคณิตศาสตร์

Purwadi (2019) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง ผลกระทบของกลยุทธ์การสอนแบบ CPA ต่อความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและการเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพิจารณาว่ากลยุทธ์การสอนแบบCPA มีผลในเชิงบวกต่อแนวคิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (MCU) และการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (MR)ในเรื่องเศษส่วน และอธิบายว่ากลยุทธ์การสอนแบบ CPA สามารถปรับปรุง MCU ของนักเรียนและMR ของนักเรียนเกี่ยวกับเศษส่วนอย่างไร ใช้กิจกรรมการเรียนรู้สามขั้นตอนคือ 1) รูปธรรม (การเรียนรู้ผ่านวัตถุจริง) 2) รูปภาพ / การแสดง (การเรียนรู้ผ่านการแสดงรูปภาพ) และ 3) การเรียนรู้ผ่านการเขียนเชิงนามธรรม จากผลการวิจัยสรุปได้ว่ากลยุทธ์ CPA มีส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อ MCU และ MR ของนักเรียนเกี่ยวกับเศษส่วน CPA กลยุทธ์การ

ปรับปรุง MCU ของนักเรียนและ MR ของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมี 1)ความสามารถในการสำรวจและสัมผัสกับเศษส่วน 2) มีแรงจูงใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ 3) มีความกระตือรือร้นมากขึ้นเมื่อแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองคำและการใช้เหตุผล 4) สื่อสารสิ่งที่ค้นพบได้มากขึ้น 5) มีผลการตอบปัญหาเศษส่วนดีขึ้น

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยงข้องทั้งในและต่างประเทศ เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทำให้ทราบว่าการใช้หลักการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงจากสื่อรูปธรรม สามารถนำไปสู่ความคิดที่เป็นนามธรรมได้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญสามารถทำให้นักเรียนมีความรู้มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดี ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000 อ้างถึงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-151) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ใน 1 วงจร ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 4 วงจร ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป จนครบจำนวนวงจรที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **การวางแผน (Plan)**

1.1 ผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข โดยผู้วิจัยได้สังเกตความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนและปรึกษาปัญหาร่วมกับครูในรายวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุ

1.2 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์

1.3 ผู้วิจัยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kitเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.4 ผู้วิจัยวางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kitเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

1.5 ผู้วิจัยเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kitเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ เครื่องมือวัดผลและประเมินผล

2. **การลงมือปฏิบัติ** (Act)

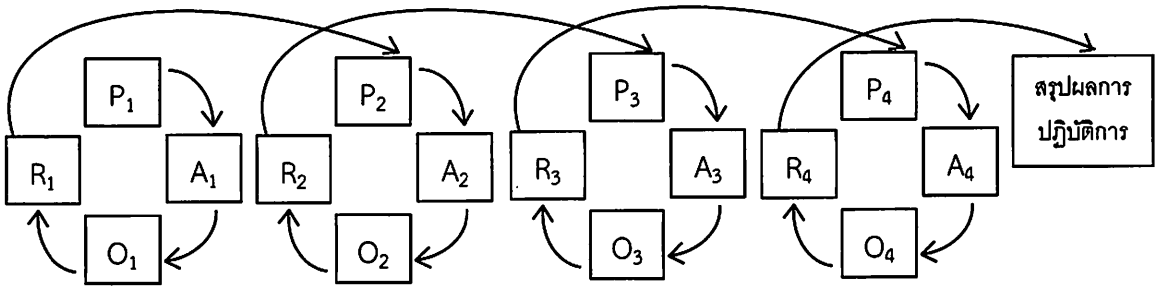
ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

3. **การสังเกต** (Observe)

ผู้วิจัยสังเกต บันทึก เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่เกิดขึ้นระหว่างการลงมือปฏิบัติในขั้นการลงมือปฏิบัติ (Act) โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับผู้ร่วมสังเกตการณ์ (Participant as observer) ซึ่งเป็นครูประจำการผู้รับผิดชอบการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้วงจรถัดไป

4. **ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ** (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระได้สะท้อนผล เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 4 แผน หรือ 4 วงจรปฏิบัติการ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบแล้ว ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป โดยมีลักษณะของการดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการ ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรการวิจัยปฏิบัติการ

ที่มา: ปรับมาจากแนวคิดของ Kemmis and McTaggart, 2000

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงจุดประสงค์ของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เครื่องมือ
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	- แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชั่วโมง
	- แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	- ใบกิจกรรม
	- แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

1. **แผนการจัดการเรียนรู้**ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชั่วโมง

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

2. **แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้** โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ซึ่งเป็นครูชำนาญการพิเศษสาขาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาร่วมกันบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป

3. **ใบกิจกรรม** เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม โดยกิจกรรมที่หลากหลาย เริ่มจากการทำใบกิจกรรมกลุ่ม โดยการวาดภาพตามรูปเรขาคณิตที่นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit วาดภาพหน้าตัดทุกหน้าพร้อมทั้งระบุว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพหน้าตัดของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรมรายบุคคล ซึ่งจะมี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างทุกหน้า ที่ได้จากการต่อ Stick and ball geometry kit พร้อมทั้งบอกชนิดและจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง จำนวน 2 ชนิด ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกภาพโดยการโยงชื่อกับภาพของรูปเรขาคณิต ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ และตอนที่ 3 ให้นักเรียนนำข้อความที่กำหนดให้ อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และให้นักเรียนนำภาพของสิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวันมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนและวาดภาพรูปเรขาคณิต หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตนั้น เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีความสำคัญ

4. **แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์** เป็นรูปแบบอัตนัย มี 2 ตอน จำนวน 20 ข้อ มี 3 ตอน ในตอนที่ 1 ให้นักเรียนบอกชนิด และเลือกภาพโดยกากบาททับรูปเรขาคณิตสามมิติให้ตรงกับภาพของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ พร้อมทั้งวาดภาพและบอกจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้างให้ถูกต้อง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนบอกลักษณะและจำนวนของ

หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูกำหนดให้ และตอนที่ 3 ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแล้วบอกว่าข้อความนั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นไปตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. **แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ** Stick and ball geometry kit **เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6** มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2560 โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหา สาระการเรียนรู้ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2560 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต **มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้**		
ป.6	3. บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ 4. ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจาก รูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	รูปเรขาคณิตสามมิติ -ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด -รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมาย ความสำคัญ การวัดและประเมินผลของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA

1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ Stick and ball geometry kit

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1.5.1 ชื่อแผนการเรียนรู้

1.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด

1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.4 สาระสำคัญ

1.5.5 สาระการเรียนรู้

1.5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ได้แก่

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

1.5.7 สื่อการเรียนรู้

1.5.8 การวัดและประเมินผล

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยมีประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1.6.1 เพิ่มตัวอย่างการต่อ Stick and ball geometry kit ให้ครบทั้ง 10 ชนิด

1.6.2 เพิ่มคำอธิบายในแต่ละขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับบทบาทของครู เช่น การสรุปความรู้ สรุปด้วยวิธีใด อย่างไร

1.6.3 เพิ่มคำอธิบายในขั้นที่ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมว่าอยู่ในขั้นตอนใดของใบกิจกรรม

1.6.4 ในขั้นที่ 4 การเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน ควรให้นักเรียนยกตัวอย่างของรูปเรขาคณิตสามมิติทีละชนิด ว่ามีอะไรบ้าง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านที่ 2 ด้านสาระการเรียนรู้

ด้านที่ 3 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านที่ 4 ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้

ด้านที่ 5 ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของ Likert ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน 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 (รัตนะ บัวสนธ์, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.25 ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.51	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านสาระการเรียนรู้	4.67	0.16	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.50	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.72	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
5. การวัดผลและประเมินผล	4.46	0.18	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย	4.57	0.25	เหมาะสมมากที่สุด

1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นต่อไปนี้

1.8.1 ในขั้น C (Concrete) และ P (Pictorial) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สำรวจและได้เกิดความเข้าใจภาพด้วยตนเอง ขั้น P (Pictorial) จึงควรมีการฝึกวาด หรือ จับคู่ พร้อมกับการอธิบาย (เนื่องจากนักเรียนบางคนวาดภาพไม่ได้ ไม่ได้แปลว่าไม่เกิดภาพในความคิดของเขา)

1.8.2 ควรอธิบายวิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนว่าได้มาอย่างไร

1.8.3 ตัดการแบ่งกลุ่มในขั้นที่ 2 เนื่องจากซ้ำซ้อนกับขั้นที่ 1

1.8.4 แยกจุดประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ข้อ

1.9 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนต่อไป

2. ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อนำใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิต หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงการเขียนตอบของนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรมของนักเรียนจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละใบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.2 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit

2.3 ศึกษาเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

2.4 กำหนดขอบข่ายของการตอบคำถาม เกณฑ์ในการวัดและประเมินผล โดยมีเกณฑ์การจำแนกระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

2.5 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียน ทั้งเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยมีชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ และชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ใบกิจกรรม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (ปริซึม)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (พีระมิด)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง	1. หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม)
	2. ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง	1. ฉันคือใคร
	2. ความสัมพันธ์ฉันและเธอ
	3. รูปของฉัน
	4. บิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

2.6 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

2.7 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ในประเด็นต่อไปนี้

2.7.1 ปรับใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7.2 ปรับใบกิจกรรมที่ 4.3 ให้นักเรียนวาดภาพหลากหลายรูปแบบทั้งรูปแบบการต่อโดย Stick and ball geometry kit รูปส่วนประกอบต่าง ๆ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.8 นำใบกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.9 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็นต่อไปนี้

2.9.1 เพิ่มกระดาษจุดในการข้อที่ให้นักเรียนวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนสามารถวาดภาพได้ง่ายและถูกต้อง

2.9.2 เพิ่มการให้เหตุผลในการเลือกหรือจับคู่ภาพ เพื่อวัดความสามารถในการนึกภาพให้รัดกุมมากขึ้น

2.9.3 ปรับภาพในชีวิตจริงที่มีความคลุมเครือ ให้ชัดเจนมากขึ้น

2.10 จัดทำใบกิจกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์

3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะที่ดำเนินกิจกรรม โดยให้ผู้ร่วมสังเกตการณ์และผู้วิจัยจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจร ว่ามีความเหมาะสมกับนักเรียนหรือไม่ สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร และควรแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.2 กำหนดขอบเขตของการบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบเขียนบันทึกประเด็นตามการกำหนดขอบเขตลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.3.1 การจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับนิยามของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit หรือไม่

3.3.2 สรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

3.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ในประเด็นของนิยาม ควรเพิ่มนิยามในการวิจัยลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.6 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

3.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นข้อคำถามที่กว้างเกินไป ควรสร้างเป็นฟอร์มที่เห็นการกระทำของครูที่สอดคล้องกับความสามารถในการการนึกเป็นภาพของนักเรียน เช่น สิ่งที่ครูควรปฏิบัติที่ส่งเสริมการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ (คำถาม การยกตัวอย่าง การอธิบาย) ส่งผลให้นักเรียนแสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อย่างไร เป็นต้น

3.8 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

4. แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย โดยนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ทุกวงจรแล้ว ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.2 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย

4.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบอัตนัย ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงความสัมพันธ์ของการสร้างและใช้แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อ		เวลา (นาที)
		สร้าง (ข้อ)	ใช้จริง(ข้อ)	
ปริซึม	นักเรียนสามารถวาดภาพหรือเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้	9	6	60
พีระมิด	นักเรียนสามารถวาดภาพหรือเลือกภาพของพีระมิด ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของพีระมิดได้	9	6	
ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม	นักเรียนสามารถวาดภาพหรือเลือกภาพของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้	12	8	
	รวม	30	20	60

4.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

4.5 ปรับปรุงแก้ไขวัดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ คือ เพิ่มการเลือกภาพ ในตอนที่ 1 เพื่อให้สอดคล้องกับนิยามของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

4.6 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อเชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการคณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

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

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน –0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน –1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ

4.7 นำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ คือ แบบทดสอบยังไม่เพียงพอกับ การยืนยันความสามารถในการนึกภาพ ควรเพิ่มคำถามที่ตรวจสอบ "มโนทัศน์ของรูปเรขาคณิตสามมิติ" หรือ ทดสอบความสัมพันธ์ของภาพ คุณสมบัติ หรือลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติร่วมด้วย

4.8 จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้น ดังนี้

1. ปฐมนิเทศนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตลอดจนชี้แจงบทบาทครู บทบาทนักเรียนในการเรียน วิธีการวัดและประเมินผลและเกณฑ์การวัดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยตามชั่วโมงสอนปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 9 ชั่วโมง

3. ในระหว่างที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล พร้อมทั้งผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จะจดบันทึกเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามประเด็นในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แล้วนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

4. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์รายบุคคล

5. หลังจากให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์นำมาตรวจจำแนกระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ โดยใช้การ

วิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3

6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. **เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้ร่วมสังเกตการณ์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากตัวผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ มาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) และตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบสามเส้าแบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งชนิด (Resource Triangulation)

1.2 นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการตรวจสอบจากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ว่าได้ข้อมูลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และพิจารณาผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร แล้วรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แล้ว จากนั้น นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

2.1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม โดยศึกษาจากร่องรอยการทำงานของนักเรียนจากใบกิจกรรม รวมถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบขณะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1.2 ผู้วิจัยวิเคราะห์การเขียนคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ผู้วิจัยแบ่งความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับ ดังตาราง 13 จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

ตาราง 13 แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ความสามารถรายด้าน	ระดับ	ลักษณะการตอบ
การวาดภาพ	ระดับ 3	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 1	วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดภาพหน้าตัดหรือฐานหรือหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน

ตาราง 13 (ต่อ)

ความสามารถรายด้าน	ระดับ	ลักษณะการตอบ
การบอกชนิด	ระดับ 3	บอกชนิด บอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	บอกชนิดได้ถูกต้องแต่บอกจำนวนฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	ระดับ 1	บอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง
การเลือกภาพ	ระดับ 3	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง
	ระดับ 2	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	ระดับ 1	เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน

2.1.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากใบกิจกรรม เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาการ ซึ่งถ้าหากจำนวนนักเรียนมากขึ้นในระดับที่ดีขึ้นตามใบกิจกรรมที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2, 3 และ 4 แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีพัฒนาการของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่เก็บจากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยรวบรวมข้อมูลจากร่องรอยการเขียนตอบของนักเรียนในแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ดังตาราง 13 จากนั้นผู้วิจัยรายงานผลข้อมูลให้อยู่ในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

2.2.2 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล ด้วยวิธีการสามเส้าแบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological Triangulation) ว่าผลการส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 วงจรปฏิบัติการ รวมจำนวนทั้งสิ้น 4 วงจรปฏิบัติการ รวมเวลาทั้งหมด 9 ชั่วโมง แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นการวางแผน (Plan) 2. ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3.ขั้นการสังเกต (Observe) 4. ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติการ (Reflect) ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาวิเคราะห์เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **วงจรปฏิบัติการที่ 1**

1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan)

1.1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้วางแผนการจัดการเรียนรู้

โดยตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit จำนวน 4 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนสำรวจลักษณะของปริซึมจากสื่อทรงตันที่ใกล้ตัว แล้วให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับปริซึมโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นปริซึมชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่าปริซึมที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมรายกลุ่ม และออกมานำเสนอเพื่อมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน และทำใบกิจกรรมรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของรูปปริซึมจนนำไปสู่หลักการ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปปริซึมพร้อมทั้งบอกชนิดของปริซึมด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกต่อฐานหรือหน้าตัดของพีระมิดโดยให้แต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆแล้วสำรวจลักษณะของพีระมิดจากสื่อทรงตันที่ใกล้ตัว จากนั้นให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับพีระมิดโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นพีระมิดชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่าปริซึมที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมรายกลุ่ม และออกมานำเสนอเพื่อมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน และทำใบกิจกรรมรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของพีระมิดจนนำไปสู่หลักการ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะเป็นพีระมิดพร้อมทั้งบอกชนิดของพีระมิดด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย ทรงกลมเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปวงกลมเพื่อให้นักเรียนนำไปใช้ในการต่อทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จากนั้นสำรวจลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมจากสื่อทรงตันที่ใกล้ตัว และให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับทรงกระบอก กรวย และทรงกลมโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อให้ได้มากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่ารูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมรายกลุ่ม และออกมานำเสนอเพื่อมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน และทำใบกิจกรรมรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเข้าใจอีกครั้ง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมจนนำไปสู่หลักการ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละคนนำสื่อทรงตันที่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ มาคนละ 1 ชนิด แล้วให้นักเรียนจัดกลุ่มให้ตรงตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนนำมา ร่วมกันพิจารณาว่าในแต่ละคนเข้ากลุ่มได้ถูกต้องหรือไม่จากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่มโดยที่ภายในกลุ่มจะต้องมีรูปเรขาคณิตสามมิติครบทุกชนิดแล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม จากนั้นให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมเพื่อสังเกตและอธิบายลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างของรูปเรขาคณิตให้ถูกต้อง ใน 4 คู่ ได้แก่ ทรงกระบอกกับปริซึม พีระมิดกับกรวย พีระมิดกับปริซึม และทรงกระบอกกับกรวย แล้วให้นักเรียนเล่นเกมบิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยรูปที่แสดงในใบบิงโกนั้นมีรูปเรขาตณิตสามมิติหลากหลายรูปแบบ เช่น รูปจากของจริง จากการต่อ Stick and ball geometry kit จากการวาดภาพ จากภาพหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด จนนำไปสู่หลักการ

1.1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินชิ้นงานพร้อมเกณฑ์การประเมิน ส่วนที่ 2 สำหรับผู้ร่วมสังเกตการณ์ ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

1.1.3 **การเตรียมวัสดุอุปกรณ์**

ผู้วิจัยจัดเตรียม Stick and ball geometry kit จำนวน 5 ชุด และสื่อรูปเรขาคณิตทรงตันชนิดต่าง ๆ

1.1.4 **การจัดเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน**

ในการจัดการเรียนรู้โดยจัดโต๊ะเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่ม ๆ ละ 5 คน เพื่อสะดวกต่อการเข้ากลุ่มการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องฉายโปรเจคเตอร์ สำหรับอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนตามความเหมาะสม

1.2 **ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติ** (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ผ่านสื่อปริซึมทรงตันเพื่อทำความเข้าใจลักษณะของปริซึม ว่ามีหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เป็นรูปอะไร และมีกี่หน้า โดยนำปริซึมทรงตันวางกลุ่มละ 1 ชิ้น ซึ่งไม่บอกว่าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด แล้วให้นักเรียนสำรวจลักษณะของปริซึม แล้วสลับกับดูกับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น จนครบจากนั้นแนะนำและสาธิตขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยครูยกตัวอย่างการต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึม ให้นักเรียนสังเกตส่วนประกอบของรูปปริซึม 2 ตัวอย่าง

1.2.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับปริซึมโดยนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นปริซึม แล้วทำการสำรวจลักษณะทั้งหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง โดยผู้วิจัยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันต่อปริซึมชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด ถ้ากลุ่มไหนต่อได้ครบ 10 ชนิดก่อนจะเป็นผู้ชนะ และได้รับของรางวัล เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจปริซึมหลากหลายแบบ แล้วให้นักเรียนวาดภาพปริซึม หน้าของปริซึมตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่าปริซึมที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) รายกลุ่ม จากนั้นผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอปริซึมที่ตนเองต่อ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนต่อนั้นเป็นปริซึมหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยกลุ่มแรกนำเสนอครบทุกชนิด กลุ่มถัดไปให้นำเสนอชนิดอื่นๆ ที่แตกต่างจากเพื่อน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นลักษณะของปริซึมชนิดอื่น ๆ ที่ต่างจากกลุ่มของตนเองมากขึ้น

1.2.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เกี่ยวกับลักษณะของปริซึม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้างของปริซึม โดยการให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปราย โดยมีผู้วิจัยคอยถามคำถามหรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับลักษณะของปริซึมแต่ละชนิด เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ลักษณะของปริซึมได้ชัดเจนขึ้น

1.2.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดภาพหรือเลือกภาพปริซึม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิด และเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) รายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งในตอนที่ 1 ให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึมคนละ 2 ชนิด แล้ววาดภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมที่นักเรียนได้ ตอนที่ 2 ให้นักเรียนโยงชื่อภาพกับของรูปปริซึม หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมให้ถูกต้อง และตอนที่ 3 บอกลักษณะของปริซึม จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงรูปปริซึมที่นักเรียนต่อและใบกิจกรรมที่ 1.2 เกี่ยวกับลักษณะของรูปปริซึม จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึมแต่ละชนิด จนนำไปสู่หลักการครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปปริซึมมา คนละ 1 ชนิด พร้อมทั้งบอกชนิดของปริซึมที่ตนเองตอบด้วย

1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ผลดังต่อไปนี้

1.3.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

จากการที่ให้นักเรียนสำรวจสื่อปริซึมทรงตันส่งผลให้นักเรียนสามารถต่อปริซึมได้ถูกต้อง แต่นักเรียนบางคนไม่ได้สำรวจสื่อปริซึมทรงตันเนื่องจากสื่อมีจำนวนน้อยรวมถึงมีเวลาจำกัด และจากที่ผู้วิจัยแนะนำและสาธิตการต่อ Stick and ball geometry kit ก่อนให้นักเรียนต่อด้วยตนเองทำให้นักเรียนมีความเข้าใจสามารถต่อได้ง่ายขึ้น

1.3.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

จากการให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถต่อ Stick and ball geometry kit เป็นปริซึมได้ครบ 10 ชนิดตามที่ครูกำหนดได้ ส่วนกลุ่มที่ต่อได้นั้นต้องใช้เวลาต่อนานเกินไป รวมถึงนักเรียนไม่มีการวางแผนหรือแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน จนทำให้บันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) ไม่ทันเวลาที่กำหนด การให้นักเรียนวาดภาพปริซึมจากการต่อ Stick and ball geometry kit ทำให้นักเรียนสามารถวาดภาพทั้งแบบสามมิติและสองมิติได้ถูกต้อง และการให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอปริซึมที่ตนเองต่อโดยกลุ่มแรกนำเสนอครบทุกชนิด กลุ่มถัดไปให้นำเสนอชนิดอื่นๆ ที่แตกต่างจากเพื่อนทำให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างปริซึมชนิดต่าง ๆ ที่หลากหลายมากขึ้น

1.3.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

จากการให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เกี่ยวกับลักษณะของปริซึม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้างของปริซึม พบว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถมองใบกิจกรรมของกลุ่มตนเองได้ เนื่องจากการจัดโต๊ะเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนไม่สามารถมองใบกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง

1.3.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

จากการให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึมคนละ 2 ชนิด แล้ววาดภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึม โยงชื่อภาพกับของรูปปริซึม หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมลงในใบกิจกรรมนั้นทำให้นักเรียนได้ทบทวนความเข้าใจของตนเองอีกครั้ง และทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงความสามารถในการนึกภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งมีนักเรียนบางส่วนบอกลักษณะของปริซึมไม่ครบตามหลักการ และในการให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปปริซึมมา คนละ 1 ชนิดนั้น นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่จะตอบเป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยม

1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนกลับ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตาราง 14

ตาราง 14 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม

ขั้นตอนการสอน	ประเด็นปัญหา/อุปสรรค	แนวทางในการพัฒนา
ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)	-นักเรียนบางคนไม่ได้สำรวจสื่อปริซึมทรงตันเนื่องจากสื่อมีจำนวนน้อยรวมถึงมีเวลาจำกัด	-ผู้วิจัยควรนำสื่อปริซึมทรงตันมาให้นักเรียนสำรวจในจำนวนที่มากกว่าเดิม เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจลักษณะของปริซึมได้อย่างทั่วถึงและทันเวลา
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)	-นักเรียนไม่สามารถต่อ Stick and ball geometry kit เป็นปริซึมได้ครบ 10 ชนิดตามที่ครูกำหนดได้ ทำให้หมดเวลาไปกับการต่อนานเกินไป	-ผู้วิจัยควรกำหนดจำนวนของปริซึมให้น้อยลง โดยอาจจะกำหนดให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit ให้ได้มากกว่า 5 ชนิด และให้รางวัลกับกลุ่มที่ต่อได้มากที่สุด
ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)	-นักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถมองใบกิจกรรมของกลุ่มตนเองได้ เนื่องจากการจัดโต๊ะเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนไม่สามารถมองใบกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง	-ผู้วิจัยควรแสดงใบกิจกรรมของนักเรียนขึ้นจอโปรเจคเตอร์เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นได้ทุกคน และสามารถวิเคราะห์ลักษณะของปริซึมได้ชัดเจนขึ้น
ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)	- นักเรียนบางคนบอกลักษณะของปริซึมไม่ครบตามหลักการ - นักเรียนส่วนใหญ่ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวันเป็นรูปปริซึมสี่เหลี่ยม	-ผู้วิจัยต้องมีการเตรียมคำถามล่วงหน้าให้ละเอียด หลากหลายมากกว่าเดิม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนจากนักเรียน และในใบกิจกรรมที่ 1.2 ตอนที่ 3 การบอกลักษณะของรูปปริซึม ผู้วิจัยควรปรับรูปแบบของการตอบจากแบบอัตนัยเขียนอธิบาย มาเป็นแบบเลือกตอบโดยการเลือกประโยคเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตที่

ตาราง 14 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ประเด็นปัญหา/อุปสรรค	แนวทางในการพัฒนา
		ผู้วิจัยกำหนดให้โดยมีทั้งถูกและผิด มาเขียนอธิบายแทน เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการตอบและตอบได้ถูกต้องและครบถ้วนมากขึ้น - ผู้วิจัยควรมีการกำหนดชนิดและจำนวนของปริซึม เพื่อให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างปริซึมที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันของตนเองหลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น

2. **วงจรปฏิบัติการที่ 2**

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุง และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 โดยนำสื่อพีระมิดทรงตันมาให้นักเรียนสำรวจในจำนวนที่มากกว่าเดิม เพื่อให้นักเรียนสามารถสำรวจลักษณะของพีระมิดได้อย่างทั่วถึงและทันเวลา ขั้นที่ 2 ได้กำหนดจำนวนของพีระมิดให้น้อยลง โดยอาจจะกำหนดให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit ให้ได้มากกว่า 5 ชนิด และให้รางวัลกับกลุ่มที่ต่อได้มากที่สุด ขั้นที่ 3 แสดงใบกิจกรรมของนักเรียนขึ้นจอโปรเจคเตอร์เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นได้ทุกคนและสามารถวิเคราะห์ลักษณะของพีระมิดได้ชัดเจนขึ้น ขั้นที่ 4 เตรียมคำถามล่วงหน้าให้ละเอียด หลากหลายมากกว่าเดิม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนจากนักเรียน และในใบกิจกรรมที่ 2.2 ตอนที่ 3 การบอกลักษณะของรูปพีระมิด ผู้วิจัยปรับรูปแบบของการตอบจากแบบอัตนัยเขียนอธิบาย มาเป็นแบบเลือกตอบโดยการเลือกประโยคเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้โดยมีทั้งถูกและผิด มาเขียนอธิบายแทน

เพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการตอบและตอบได้ถูกต้องครบถ้วนมากขึ้น พร้อมทั้งกำหนดชนิดและจำนวนของพีระมิด เพื่อให้นักเรียนได้เห็นตัวอย่างพีระมิดที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันของตนเองหลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ร่วมกันสังเกตและจดบันทึก เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผลดังต่อไปนี้

2.2 **ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ** (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกต่อฐานหรือหน้าตัดของพีระมิด โดยให้แต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม จากนั้นนำพีระมิดทรงตันวางกลุ่มละ 1 ชิ้น แล้วให้นักเรียนสำรวจลักษณะของพีระมิด แล้วสลับกับดูกับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น จนครบทั้ง 5 ชิ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่า พีระมิดมีลักษณะอย่างไร มีหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เป็นรูปอะไร และมีกี่หน้า โดยสื่อทรงตันครูใช้สื่อที่ใกล้ตัวของนักเรียน ได้ กล่องของขวัญ แบบจำลองพีระมิดแห่งเมืองอียิปต์ เทียนหอม รูบิค นมถุง และถุงขนม จากนั้นผู้วิจัยแนะนำและอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยยกตัวอย่างตามรูปพีระมิดทรงตันที่ให้นักเรียนสังเกตส่วนประกอบของรูปพีระมิด 2 ตัวอย่าง

2.2.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับพีระมิดโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นรูปพีระมิดชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจลักษณะพีระมิดจากที่กลุ่มตนเองได้ต่อไว้ โดยให้นักเรียนวาดภาพพีระมิด หน้าของพีระมิดตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่าพีระมิดที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง หน้าของฉัน (พีระมิด) รายกลุ่ม โดยผู้วิจัยอธิบายเพิ่มเติมหรือแนะนำเพิ่มเติมหากนักเรียนพบข้อสงสัย แล้วทำใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง หน้าของฉัน (พีระมิด) เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอพีระมิดที่ตนเองต่อ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนต่อนั้นเป็นพีระมิดหรือไม่ เพราะเหตุใด

2.2.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง หน้าของฉัน (พีระมิด) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน โดยการให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของพีระมิด หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้างของพีระมิด

2.2.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด) รายบุคคล โดยตอนที่ 1ให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปพีระมิด คนละ 2 ชนิด แล้ววาดภาพพีระมิด ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของพีระมิดที่นักเรียนได้ทุกหน้า ตอนที่ 2 ให้นักเรียนโยงชื่อภาพกับของรูปพีระมิด หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของพีระมิดให้ถูกต้อง ตอนที่ 3 บอกลักษณะของพีระมิด จากนั้นร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของรูปพีระมิด จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิดแต่ละชนิดจากที่ทำใบกิจกรรม จนนำไปสู่หลักการ และเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปพีระมิดมา คนละ 1 ชนิด พร้อมทั้งบอกชนิดของพีระมิดที่ตนเองตอบด้วย

2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ผลดังต่อไปนี้

2.3.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกต่อฐานหรือหน้าตัดของพีระมิด โดยให้แต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ พบว่านักเรียนสามารถต่อได้ถูกต้องแต่ในการต่อรูปแปดเหลี่ยมนักเรียนส่วนใหญ่ต้องใช้เวลานานในการต่อ จากการแนะนำและอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยผู้วิจัยยกตัวอย่างตามรูปพีระมิดทรงตันที่ให้นักเรียนสังเกตส่วนประกอบของรูปพีระมิด 2 ตัวอย่าง ทำให้นักเรียนสามารถต่อพีระมิดชนิดอื่น ๆ ได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนสามารถต่อ Stick and ball geometry kit ได้คล่องแคล่วขึ้น อาจเป็นเพราะว่า เคยมีประสบการณ์จากการต่อปริซึมมาแล้ว

2.3.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับพีระมิดโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นรูปพีระมิดชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด พบว่า นักเรียนสามารถต่อได้มากที่สุด 9 ชนิด และน้อยที่สุด 5 ชนิด ซึ่งกลุ่มที่ได้น้อยที่สุดเกิดจากการวางแผนและแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มต่างก็อยากต่อเป็นของตัวเองซึ่งเป็นชนิดเดียวกัน โดยไม่แบ่งหน้าที่กันให้แต่ละคนต่อคนละชนิด และในการต่อ Stick and ball geometry kit พบว่านักเรียนสามารถต่อได้รวดเร็วขึ้น และส่วนใหญ่ที่ต่อฐานของพีระมิดแล้วจึงต่อหน้าข้างนั้นทำให้ต่อพีระมิดได้ง่ายกว่าการต่อจากจุดยอดลงมา และจากการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอพีระมิดที่ตนเองต่อ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนต่อนั้นเป็นพีระมิดหรือไม่ เพราะเหตุใดนั้น นักเรียนสามารถบอกเหตุผลได้อย่างถูกต้องและจากการให้ทุกกลุ่มออกมานำเสนอทำให้นักเรียนได้เห็นพีระมิดที่หลากหลายมากขึ้น

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองของพีระมิดที่หลากหลาย เนื่องจากได้ลงมือต่อ และสามารถมองเห็นหน้าข้าง และฐานของรูปพีระมิดหลากหลายชนิด

2.3.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในใบกิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง หน้าของฉัน (พีระมิด) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน โดยการให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของพีระมิด หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้างของพีระมิด พบว่า ส่วนใหญ่จะสังเกตเห็นเพียงลักษณะของฐาน หน้าข้างและจุดยอดไม่ได้สังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนหน้าข้างกับรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน ผู้วิจัยต้องถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสังเกตและสามารถบอกลักษณะของพีระมิดได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ในการอภิปรายถึงลักษณะของพีระมิด การถามคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและสามารถบอกลักษณะของพีระมิดได้

2.3.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด) รายบุคคล โดยตอนที่ 1 ให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปพีระมิด คนละ 2 ชนิด แล้ววาดภาพพีระมิด ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของพีระมิดที่นักเรียนได้ทุกหน้า เนื่องจาก Stick and ball geometry kit สามารถมองเห็นโครงสร้างของพีระมิดจึงทำให้นักเรียนวาดได้ถูกต้อง

และตอนที่ 2 ให้นักเรียนโยงชื่อภาพกับของรูปพีระมิด หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของพีระมิดให้ถูกต้อง ช่วยวัดความเข้าใจของนักเรียนที่ไม่คล่องแคล่วในการวาดภาพได้เป็นอย่างดี และตอนที่ 3 บอกลักษณะของพีระมิดพบว่านักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้องจนนำไปสู่หลักการและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นพีระมิดแล้ววาดภาพตามทำให้นักเรียนสามารถสร้างพีระมิดได้หลากหลายแบบและการได้เห็นโครงสร้างของพีระมิดจาก แท่ง Stick and ball geometry kit ทำให้นักเรียนวาดได้ถูกต้องที่นักเรียนสามารถบอกลักษณะของพีระมิดได้ถูกต้องตามหลักการ

2.3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนกลับ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตาราง 15

ตาราง 15 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด

ขั้นตอนการสอน	ประเด็นปัญหา/อุปสรรค	แนวทางในการพัฒนา
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)	นักเรียนบางกลุ่มไม่วางแผนและแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม	ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กัน โดยให้สมาชิกแต่ละคนต่ออย่างน้อยคนละชนิด แล้ววาดภาพลงในใบกิจกรรมพร้อมทั้งบอกชื่อผู้วาดในแต่ละข้อด้วย
ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)	นักเรียนส่วนใหญ่จะสังเกตเห็นเพียงลักษณะของฐาน หน้าข้างและจุดยอด ไม่ได้สังเกตความสัมพันธ์ของจำนวนหน้าข้างกับรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน	ผู้วิจัยควรมีการระบุประเด็นให้นักเรียนทราบว่าลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นมีอะไรบ้าง คือ จำนวนหน้าตัด จำนวนฐาน การเรียกชื่อ ความสัมพันธ์ของหน้าตัดกับหน้าข้าง และจุดยอด

3. **วงจรปฏิบัติการที่ 3**

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุง และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับแผนการการเรียนรู้ในขั้น 2 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กัน โดยให้สมาชิกแต่ละคนต่ออย่างน้อยคนละชนิด แล้ววาดภาพลงในใบกิจกรรมพร้อมทั้งบอกชื่อผู้วาดในแต่ละข้อด้วย ขั้นที่ 3 มีการระบุประเด็นให้นักเรียนทราบว่าลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นมีอะไรบ้าง คือ จำนวนหน้าตัด จำนวนฐาน การเรียกชื่อ ความสัมพันธ์ของหน้าตัดกับหน้าข้าง และจุดยอดโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ร่วมกันสังเกตและจดบันทึก เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผลดังต่อไปนี้

3.2 ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยนำทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงตันให้นักเรียนสำรวจลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่าทรงกระบอก กรวย และทรงกลม มีลักษณะอย่างไร มีหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เป็นรูปอะไร มีกี่หน้า และมียอดแหลมหรือไม่ โดยสื่อทรงตันครูใช้สื่อที่ใกล้ตัวของนักเรียนจากนั้นแนะนำและอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยครูยกตัวอย่าง โดยการต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

3.2.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับปริซึมโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นทรงกระบอก กรวย และทรงกลมให้ได้มากที่สุด แล้วให้สำรวจลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมจากที่กลุ่มตนเองได้ต่อไว้ แล้วให้นักเรียนวาดภาพทรงกระบอก

กรวย และทรงกลม หน้าของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมและระบุว่าทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) รายกลุ่ม โดยครูอธิบายเพิ่มเติมหรือแนะนำเพิ่มเติมหากนักเรียนพบข้อสงสัย จากนั้นให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอสิ่งที่กลุ่มตนเองต่อ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนต่อนั้นเป็นทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ตามที่นำเสนอหรือไม่ เพราะเหตุใด

3.2.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง โดยการให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปราย

3.2.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) รายบุคคล ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง ที่ได้จากการต่อ Stick and ball geometry kit มาชนิดละ 2 ภาพ ตอนที่ 2 ให้นักเรียนโยงชื่อกับภาพของรูปทรงกระบอก กรวย ทรงกลม หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ให้ถูกต้อง และตอนที่ 3 ให้นักเรียนนำข้อความที่ครูกำหนดให้ไปใช้อธิบายลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมให้ถูกต้อง จากนั้นร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าทั้งหมดของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมแต่ละชนิด จนนำไปสู่หลักการ พร้อมทั้งเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก กรวยและทรงกลม

3.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ผลดังต่อไปนี้

3.3.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยนำทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงตันให้นักเรียนสำรวจ ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมมีลักษณะอย่างไร มีหน้า

ตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เป็นรูปอะไร มีกี่หน้า และมียอดแหลมหรือไม่ โดยสื่อทรงตันครูใช้สื่อที่ใกล้ตัวของนักเรียนจากนั้นแนะนำและอธิบายขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยครูยกตัวอย่าง โดยการต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

จากการสังเกตพบว่า จากการให้นักเรียนเห็นตัวอย่างของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ทำให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการต่อ Stick and ball geometry kit ให้เป็นทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้ถูกต้อง

3.3.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับปริซึมโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นทรงกระบอก กรวย และทรงกลมให้ได้มากที่สุด นักเรียนสามารถต่อ Stick and ball geometry kit ได้ และจากการสำรวจลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมจากที่กลุ่มตนเองได้ต่อไว้ และให้นักเรียนวาดภาพลงในใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) รายกลุ่ม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้ถูกต้องแต่มีบางส่วนบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าตัดของทรงกระบอก และกรวย เป็นรูปวงรี ครูจึงแนะนำให้นักเรียนมองในมุมมองตรง ระดับสายตาหันหน้าตัดหรือฐานเข้าหาตัว ทำให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของหน้าตัดของทรงกระบอก กรวย ได้ถูกต้องและจากที่ให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้ตรงตามหลักการมากขึ้น

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอ แล้วให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้ตรงตามหลักการ

3.3.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง พบว่า การที่นักเรียนระบุประเด็นให้นักเรียนทราบว่าลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นมีอะไรบ้างรวมถึงผู้วิจัยถามคำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสังเกตและสามารถบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ทำให้นักเรียนบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ในการอภิปรายถึงลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม การระบุประเด็นให้นักเรียน

ทราบและถามคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและสามารถบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

3.3.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) รายบุคคล ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง ที่ได้จากการต่อ Stick and ball geometry kit มาชนิดละ 2 ภาพ เนื่องจาก Stick and ball geometry kit สามารถมองเห็นโครงสร้างของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จึงทำให้นักเรียนวาดได้ถูกต้อง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนโยงชื่อกับภาพของรูปทรงกระบอก กรวย ทรงกลม หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของให้ถูกต้องช่วยวัดความเข้าใจของนักเรียนที่ไม่คล่องแคล่วในการวาดภาพได้เป็นอย่างดีและตอนที่ 3 ให้นักเรียนนำข้อความที่ครูกำหนดให้ไปใช้อธิบายลักษณะของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม พบว่านักเรียนสามารถบอกได้ถูกต้องจนนำไปสู่หลักการและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันได้

ผลการสังเกตการณ์ปฏิบัติของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นทรงกระบอก กรวย ทรงกลม แล้ววาดภาพตามทำให้นักเรียนสามารถสร้างทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ได้หลากหลายแบบ และการได้เห็นโครงสร้างของทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จาก แท่ง Stick and ball geometry kit ทำให้นักเรียนวาดได้ถูกต้องที่นักเรียนสามารถบอกลักษณะของทรงกระบอก กรวย ทรงกลม ได้ถูกต้องตามหลักการ

3.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนกลับ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในขั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตาราง 16

ตาราง 16 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม

ขั้นตอนการสอน	ประเด็นปัญหา/อุปสรรค	แนวทางในการพัฒนา
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)	นักเรียนบางส่วนบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าตัดของทรงกระบอก และกรวยเป็นรูปวงรี	ผู้วิจัยควรให้นักเรียนมองในมุมมองตรง ระดับสายตาหันหน้าตัดหรือฐานเข้าหาตัว

4. **วงจรปฏิบัติการที่ 4**

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้ผู้วิจัยเห็นแนวทางการปรับปรุง และพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีลักษณะการดำเนินการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

4.1 ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยผู้วิจัยได้ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้น 2 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กัน โดยให้สมาชิกแต่ละคนต่ออย่างน้อยคนละชนิด แล้ววาดภาพลงในใบกิจกรรมพร้อมทั้งบอกชื่อผู้วาดในแต่ละข้อด้วย ขั้นที่ 3 มีการระบุประเด็นให้นักเรียนทราบว่าลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ผู้วิจัยต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นมีอะไรบ้าง คือ จำนวนหน้าตัด จำนวนฐาน การเรียกชื่อ ความสัมพันธ์ของหน้าตัดกับหน้าข้าง และจุดยอดโดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ร่วมกันสังเกตและจดบันทึก เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้ผลดังต่อไปนี้

4.2 **ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ** (Act)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติโดยให้นักเรียนแต่ละคนนำสื่อทรงตันที่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่เตรียมมาคนละ 1 ชนิดนั้น ให้นักเรียนจัดกลุ่มให้ตรงตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนนำมา ได้แก่ กลุ่มปริซึม กลุ่มพีระมิด กลุ่มทรงกระบอก กลุ่มกรวย และกลุ่มทรงกลม แล้วร่วมกันพิจารณาว่าในแต่ละคนเข้ากลุ่มได้ถูกต้องหรือไม่ และให้นักเรียนเข้ากลุ่มให้ถูกต้องตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ตนนำมา จากนั้นให้แยกกันเข้ากลุ่มใหม่โดยให้นักเรียนนับเลข 1-5 ใครได้หมายเลขเดียวกัน ให้อยู่กลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะมีรูปเรขาคณิตสามมิติครบทุกชนิด ทั้งปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มว่าสื่อทรงตันในกลุ่มของตนเองแต่ละชิ้นเป็นรูปสามมิติชนิดใด เพราะเหตุใด แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฉันคือใคร เป็นรายบุคคล จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น คอยเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน

4.2.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ(Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม และให้นักเรียนแต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยให้ต่อทั้งปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ตามลำดับ เพื่อให้นักเรียนมีความแม่นยำในการจำแนกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติมากยิ่งขึ้น ซึ่งแต่ละคนอาจจะต่อไม่เหมือนกัน จากนั้นผู้วิจัยสุ่มหยิบรูปเรขาคณิตสามมิติกลุ่มละ 1 ชนิด ไม่ให้ซ้ำกัน มาถ่ายภาพแล้วฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ความสัมพันธ์ฉันและเธอ เป็นรายกลุ่ม โดยให้นักเรียนเลือกข้อความที่ครูกำหนดให้ อธิบายลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างของรูปเรขาคณิตให้ถูกต้อง ใน 4 คู่ ได้แก่ ทรงกระบอกกับปริซึม พีระมิดกับกรวย พีระมิดกับปริซึม และทรงกระบอกกับกรวย

4.2.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำภาพถ่ายรูปเรขาคณิตสามมิติจัดกลุ่มให้ตรงตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนนำมา ได้แก่ กลุ่มปริซึม กลุ่มพีระมิด กลุ่มทรงกระบอก กลุ่มกรวย และกลุ่มทรงกลม แล้วร่วมกันพิจารณาว่าในแต่ละคนเข้ากลุ่มได้ถูกต้องหรือไม่ จากนั้นแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายในกลุ่มของตนเองว่าภายในกลุ่มมีรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดอื่นปน

อยู่หรือไม่ แล้วทำใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง รูปของฉัน ในตอนที่ 1 โดยนำภาพรูปเรขาคณิตสามมิติมาแปะลงในกรอบ พร้อมทั้งวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง และภาพวาดจากการต่อ Stick and ball geometry kit ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้จำแนกองค์ความรู้ให้ครบทุกองค์ประกอบที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นผู้วิจัยสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอว่าในกลุ่มของตนเอง มีรูปเรขาคณิตชนิดใดบ้าง และภาพวาดของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง และภาพวาดจากการต่อ Stick and ball geometry kit ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นเป็นอย่างไร โดยให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นที่ไม่ได้นำเสนอร่วมกันตรวจสอบและแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนนำเสนอนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

4.2.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนเล่นเกมบิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยครูจัดโต๊ะเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วแจกแผ่นบิงโก คนละ 1 แผ่น โดยรูปที่แสดงในใบบิงโกนั้นมีรูปเรขาคณิตสามมิติหลากหลายรูปแบบ เช่น รูปจากของจริง จากการต่อ Stick and ball geometry kit จากการวาดภาพ จากภาพหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด จนนำไปสู่หลักการ

4.3 ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observe)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จากการสังเกตขณะผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้ผลดังต่อไปนี้

4.3.1 ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ผู้วิจัยทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติโดยให้นักเรียนแต่ละคนนำสื่อทรงตันที่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่เตรียมมาคนละ 1 ชนิดนั้นแล้วให้นักเรียนจัดกลุ่มให้ตรงตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนนำมา ได้แก่ กลุ่มปริซึม กลุ่มพีระมิด กลุ่มทรงกระบอก กลุ่มกรวย และกลุ่มทรงกลม พบว่า มีนักเรียนบางส่วน ไม่นำมา ครูจึงให้นักเรียนเดินหาภายห้องเรียน เพื่อนำมาร่วมกิจกรรมกับเพื่อน และให้นักเรียนเข้ากลุ่มให้ถูกต้องตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ตนนำมานักเรียนสามารถเข้ากลุ่มได้ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มว่าสื่อทรงตันในกลุ่มของตนเองแต่ละชิ้นเป็นรูปสามมิติชนิดใด เพราะเหตุใด แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.1 เรื่อง ฉันคือใคร เป็นรายบุคคล เนื่องจากเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนสามารถ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันได้สะดวกและทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น คอยเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายร่วมกับเพื่อนคนอื่น ๆ ภายในกลุ่มมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ตนนำมาและบอกเหตุผลได้ถูกต้อง

4.3.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)

ผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม และให้นักเรียนแต่ละคนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้ โดยให้ต่อทั้งปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ตามลำดับ ทำให้นักเรียนมีความแม่นยำในการจำแนกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยสุ่มหยิบรูปเรขาคณิตสามมิติกลุ่มละ 1 ชนิด ไม่ให้ซ้ำกัน มาถ่ายภาพแล้วฉายขึ้นจอโปรเจคเตอร์ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4.2 เรื่อง ความสัมพันธ์ฉันและเธอ เป็นรายกลุ่ม ทำให้นักเรียนเลือกข้อความที่ครูกำหนดให้ อธิบายลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างของรูปเรขาคณิตให้ถูกต้อง ใน 4 คู่ ได้แก่ ทรงกระบอกกับปริซึม พีระมิดกับกรวย พีระมิดกับปริซึม และทรงกระบอกกับกรวยได้ถูกต้อง

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ในขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมองของรูปเรขาคณิตสามมิติที่หลากหลาย เนื่องจากได้ลงมือต่อ และสามารถมองเห็นโครงสร้างภายในของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ ทำให้สามารถวาดภาพเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องมากขึ้น

4.3.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนนำภาพถ่ายรูปเรขาคณิตสามมิติจัดกลุ่มให้ตรงตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนนำมา ได้แก่ กลุ่มปริซึม กลุ่มพีระมิด กลุ่มทรงกระบอก กลุ่มกรวย และกลุ่มทรงกลม นักเรียนสามารถเข้ากลุ่มได้อย่างถูกต้อง การให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติทำให้นักเรียนและเพื่อนได้ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของรูปที่นำมาแล้วทำใบกิจกรรมที่ 4.3 เรื่อง รูปของฉัน โดยในตอนที่ 1 นำภาพรูปเรขาคณิตสามมิติมาแปะลงในกรอบ โดยจากที่ผู้วิจัยสอบถามนักเรียนในชั่วโมงก่อนหน้านี้พบว่านักเรียนบางคน ไม่มีเครื่องปริ้นแต่มีโทรศัพท์มือถือผู้วิจัยจึงให้นักเรียนถายภาพแล้วส่งให้ผู้วิจัย ทำให้นักเรียนได้รูปที่ใช้ทำใบกิจกรรมทุกคน แล้ววาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง และภาพวาดจากการต่อ Stick and ball geometry kit ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ จากนั้นผู้วิจัยสุ่มนักเรียน

ออกมานำเสนอว่าในกลุ่มของตนเอง โดยให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นที่ไม่ได้นำเสนอร่วมกันตรวจสอบและแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนนำเสนอนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใดนั้น พบว่านักเรียนสามารถจำแนกองค์ความรู้ได้ครบทุกองค์ประกอบที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้โดยต้องมีถามคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต ตรวจสอบและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง และภาพวาดจากการต่อ Stick and ball geometry kit ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ๆ เป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนที่มีต่อรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้และในการอภิปรายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นการถามคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้ดีมากขึ้น

4.3.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ผู้วิจัยให้นักเรียนเล่นเกมบิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยรูปที่แสดงในใบบิงโกนั้นมีรูปเรขาคณิตสามมิติหลากหลายรูปแบบ เช่น รูปจากของจริง จากการต่อ Stick and ball geometry kit จากการวาดภาพ จากภาพหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่านักเรียนมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม และจากผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้เกม ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนมากขึ้น

4.4 ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนกลับ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จนมาถึงวงจรปฏิบัติการที่ 4 ส่งผลให้ไม่พบปัญหาในขั้นตอนนี้

สรุปแนวทางการจัดแบบกิจกรรมการเรียนรู้

สรุปแนวทางการจัดแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทั้งนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นรวมถึงประเด็นที่ควรนำมาสรุป รวมเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ซึ่งจำแนกตามบทบาทของครูและนักเรียน ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อครูที่สนใจนำ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังตาราง 17

ตาราง 17 สรุปแนวทางการจัดแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)	- ครูจัดกิจกรรมโดยใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่ทรงตันในการแสดงให้นักเรียนศึกษาและสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติหลาย ๆ ชนิด จากนั้นแนะนำอธิบายเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit	- นักเรียนศึกษาและสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากสื่อทรงตันที่ครูกำหนดให้
ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)	- ครูเตรียม Stick and ball geometry kit ให้นักเรียนต่อและและคอยดูแล แนะนำ นักเรียนในการต่อ Stick and ball geometry kit ชี้แจงให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในการทำงาน และแจกใบกิจกรรม	- นักเรียนทำความคุ้นเคยกับ Stick and ball geometry kit โดยการนำมาต่อเป็นเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสำรวจทั้งหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง แล้วทำใบกิจกรรม
ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)	- ครูคอยแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน ตั้งคำถามหรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด	- นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ Stick and ball geometry kit ในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของกลุ่มตนเองที่ได้ทำไว้ และทำใบกิจกรรม

ตาราง 17 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)	-ครูร่วมกันอภิปรายกับนักเรียน ถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง จำนวนของหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิด และเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยให้นักเรียนแต่ละคนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติในชีวิตประจำวัน	-นักเรียนร่วมกันอภิปรายกับครู ถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง จำนวนของหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิด และยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสามมิติในชีวิตประจำวันพร้อมทั้งบอกชนิดด้วย

ตอนที่ 2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเก็บรวบรวมข้อมูลของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการจากใบกิจกรรม และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผล ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลวิจัยจากใบกิจกรรม

ระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยพิจารณาพัฒนาการจากใบกิจกรรมทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

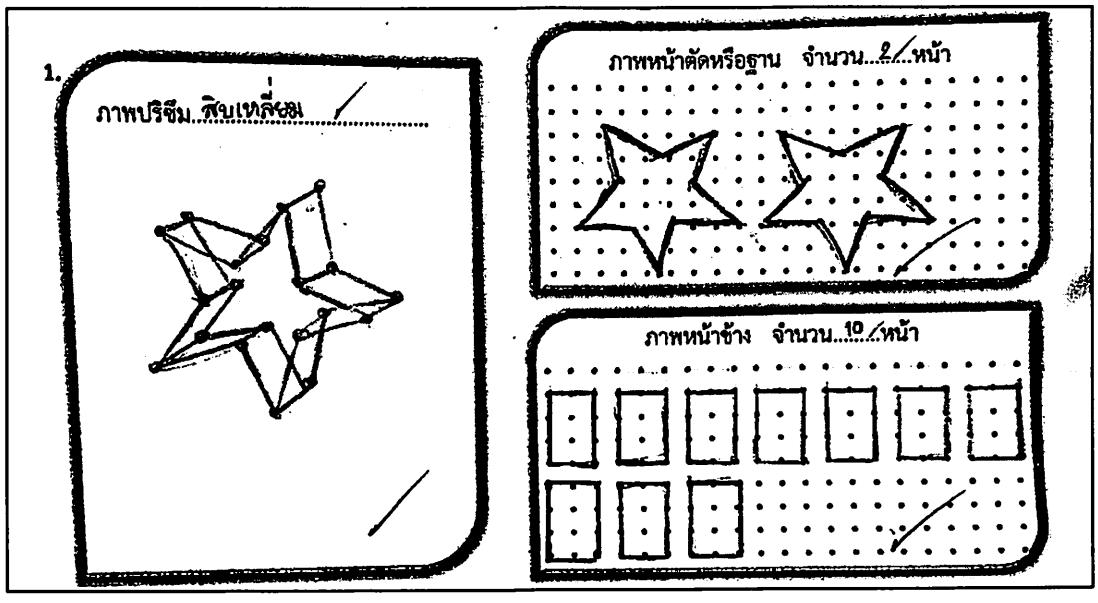
1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ปริซึม ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

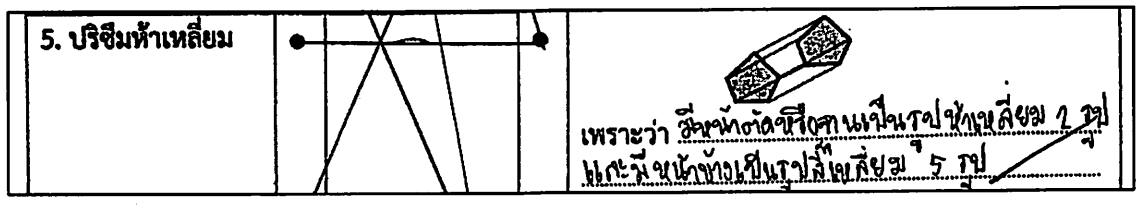
วงจรที่	ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนนักเรียน(ร้อยละ)		
		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1	การวาดภาพ	14 (56.00)	7 (28.00)	4 (16.00)
	การบอกชนิด	20 (80.00)	5 (20.00)	0 (0.00)
	การเลือกภาพ	19 (76.00)	5 (20.00)	1 (4.00)

จากตาราง 18 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 56.00 ด้านการบอกชนิดอยู่ในระดับ 3 จะนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 และด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ดังภาพ 2 - 3



ภาพ 2 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 1

จากภาพ 2 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพปริซึม หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างปริซึม บอกชนิด และบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของปริซึมได้ถูกต้อง



ภาพ 3 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 1

จากภาพ 3 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกภาพหรือจับคู่ภาพได้ตรงกับชื่อของรูปปริซึมพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

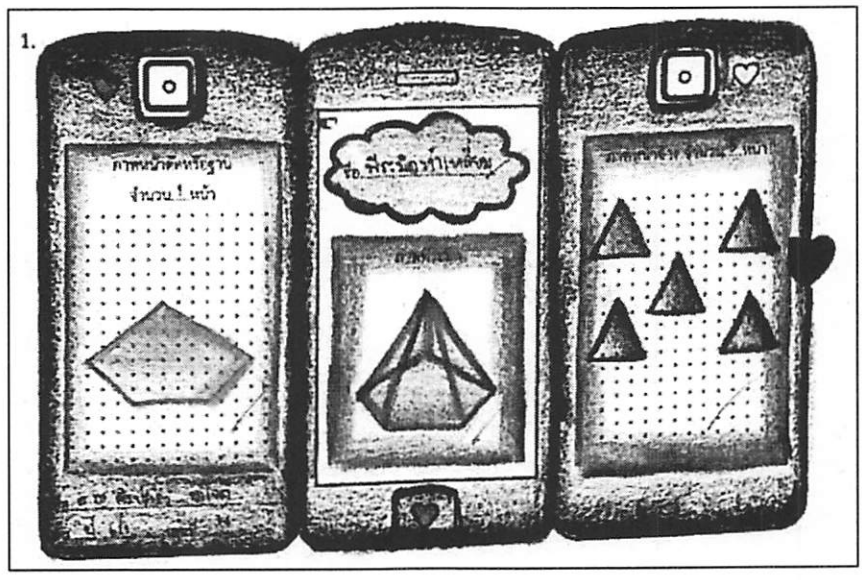
1.2 **วงจรปฏิบัติการที่ 2**

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง พีระมิด ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

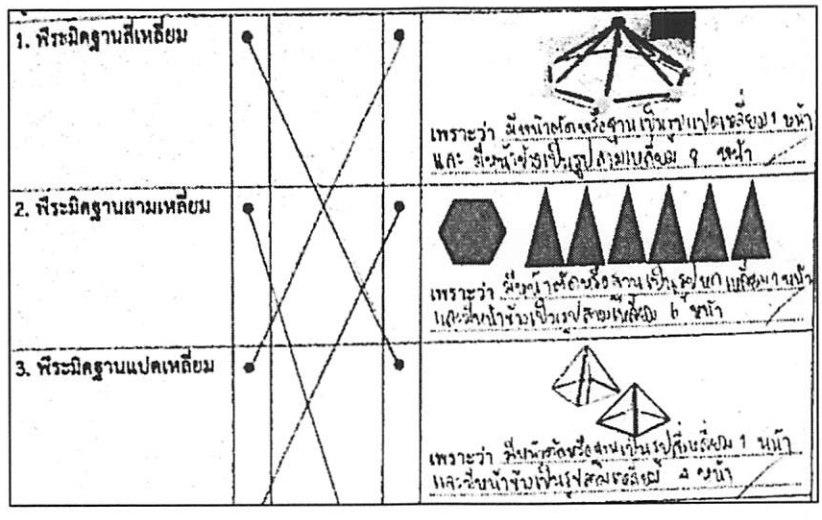
วงจรที่	ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนนักเรียน(ร้อยละ)		
		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
2	การวาดภาพ	19 (76.00)	5 (20.00)	1 (4.00)
	การบอกชนิด	25 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	การเลือกภาพ	20 (80.00)	5 (20.00)	0 (0.00)

จากตาราง 19 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 ด้านการบอกชนิดอยู่ในระดับ 3 จะนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 และด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ดังภาพ 4 – 5



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 2

จากภาพ 4 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 2.2 ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพพีระมิด หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างพีระมิด บอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของพีระมิดได้ถูกต้อง



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 2

จากภาพ 5 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 2.2 ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกภาพหรือจับคู่ภาพได้ตรงกับชื่อของรูปพีระมิดพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

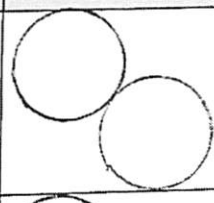
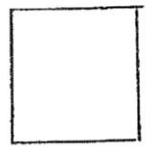
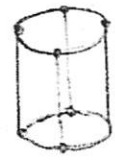
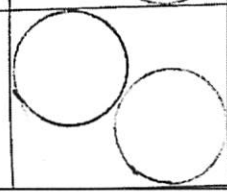
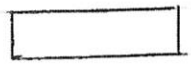
1.3 **วงจรปฏิบัติการที่ 3**

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม ดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3

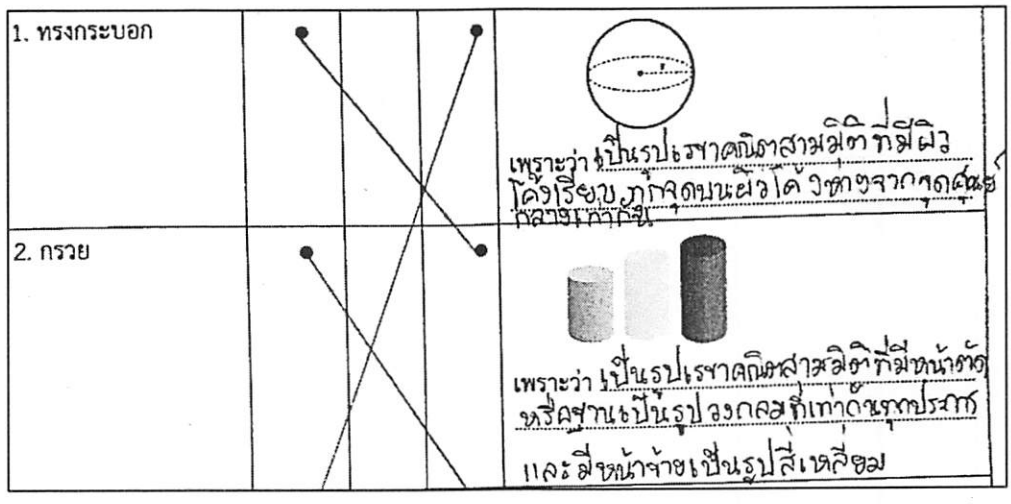
วงจรที่	ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนนักเรียน(ร้อยละ)		
		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
3	การวาดภาพ	21 (84.00)	4 (16.00)	0 (0.00)
	การบอกชนิด	25 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	การเลือกภาพ	22 (88.00)	3 (12.00)	0 (0.00)

จากตาราง 20 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 84.00 ด้านการบอกชนิดอยู่ในระดับ 3 จะนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 88.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ดังภาพ 6 – 7

ที่	ภาพหน้าตัดหรือฐาน	ภาพหน้าข้าง	ภาพวาด	ชนิดของรูปเรขาคณิต
1				ทรงกระบอก
2				ทรงกระบอก

ภาพ 6 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 3

จากภาพ 6 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 3.2 ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพ หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของทรงกระบอก กรวย ทรงกลม และบอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างได้ถูกต้อง



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 3

จากภาพ 7 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 3.2 ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกภาพหรือจับคู่ภาพได้ตรงกับชื่อของรูปทรงกระบอก กรวย ทรงกลมพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

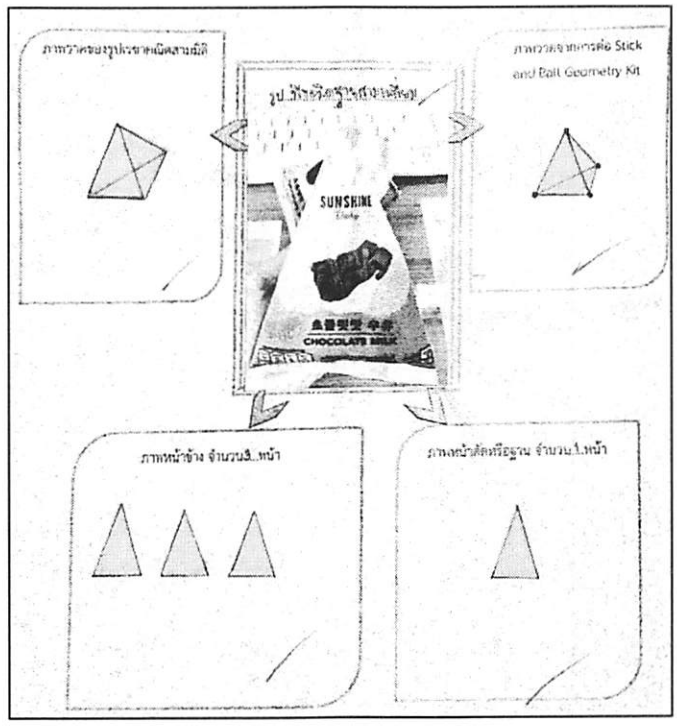
1.4 วงจรปฏิบัติการที่ 4

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จัดกลุ่มระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิต ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 4

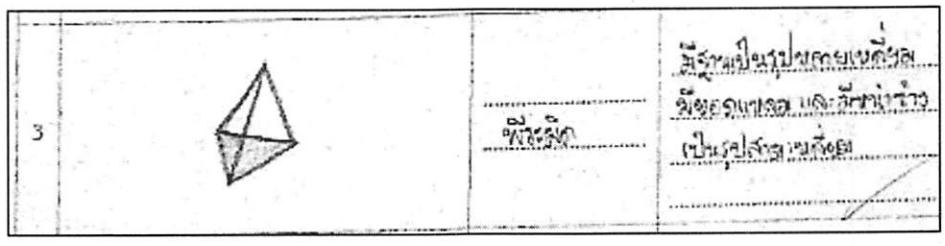
วงจรที่	ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนนักเรียน(ร้อยละ)		
		ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
4	การวาดภาพ	22 (88.00)	3 (12.00)	0 (0.00)
	การบอกชนิด	25 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	การเลือกภาพ	22 (88.00)	3 (12.00)	0 (0.00)

จากตาราง 21 เมื่อพิจารณาระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งมาจากใบกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 88.00 ด้านการบอกชนิดอยู่ในระดับ 3 จะนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 100.00 ด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 88.00 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ดังภาพ 8 – 9



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 4

จากภาพ 8 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 4.3 รูปของฉัน จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพพีระมิด หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างพีระมิด บอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของพีระมิดได้ถูกต้อง



ภาพ 9 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพและการบอกชนิดอยู่ในระดับ 3 จากใบกิจกรรมของวงจรที่ 4

จากภาพ 9 แสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 4.1 ฉันคือใคร จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนทั้ง 4 ใบกิจกรรม เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์			
		จำนวนคน(ร้อยละ)			
		วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4
การวาดภาพ	ระดับ 3	14 (56.00)	19 (76.00)	21 (84.00)	22 (88.00)
	ระดับ 2	7 (28.00)	5 (20.00)	4 (16.00)	3 (12.00)
	ระดับ 1	4 (16.00)	1 (4.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การบอกชนิด	ระดับ 3	20 (80.00)	25 (100.00)	25 (100.00)	25(100.00)
	ระดับ 2	5 (20.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การเลือกภาพ	ระดับ 3	19 (76.00)	20 (80.00)	22 (88.00)	22 (88.00)
	ระดับ 2	5 (20.00)	5 (20.00)	3 (12.00)	3 (12.00)
	ระดับ 1	1 (4.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตาราง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ

2. ผลวิจัยจากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

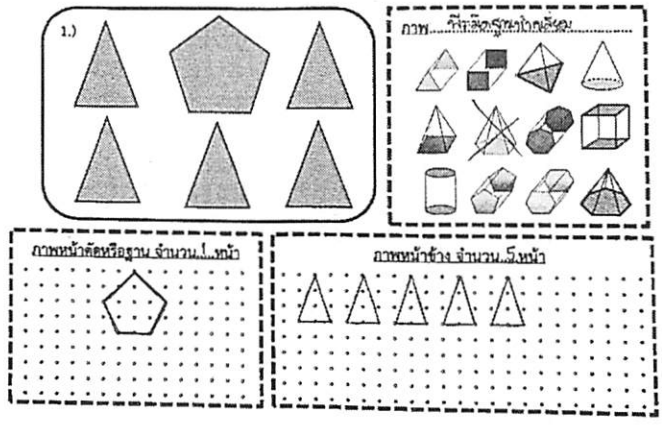
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 20 ข้อ โดยใช้เวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ การวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ระดับที่ 2 และระดับที่ 3 ดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ความสามารถรายด้าน	ระดับความสามารถ	จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์		
		จำนวนคน(ร้อยละ)		
		ปริซึม	พีระมิด	ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม
การวาดภาพ	ระดับ 3	23 (92.00)	23 (92.00)	25 (100.00)
	ระดับ 2	2 (20.00)	2 (20.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การบอกชนิด	ระดับ 3	25 (100.00)	25 (100.00)	25 (100.00)
	ระดับ 2	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
การเลือกภาพ	ระดับ 3	25 (100.00)	22 (88.00)	23 (92.00)
	ระดับ 2	0 (0.00)	3 (12.00)	2 (20.00)
	ระดับ 1	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตาราง 23 ผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามร้อยละของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทาง

คณิตศาสตร์ตามความสามารถรายด้าน 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ทั้งเรื่อง ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ดังตัวอย่าง ในภาพ 10



ภาพ 10 แสดงตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้านที่อยู่ในระดับ 3 จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ผลการวิจัยระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการจากใบกิจกรรมและผลการวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมตามลำดับวงจรปฏิบัติการและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 พร้อมทั้งมีพัฒนาการที่สูงขึ้นตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 9 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีข้อสรุปดังนี้

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication)

ขั้นนี้เป็นการเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรจัดกิจกรรมโดยใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตันในการแสดงให้นักเรียนศึกษาและสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติหลาย ๆ ชนิด เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากสื่อทรงตันทุกคน และใช้เวลาในการสำรวจน้อยลง โดยมีครูคอยกระตุ้นด้วยการถามคำถามให้นักเรียนสังเกตลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้งหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เนื่องจากนักเรียนต้องนำความรู้จากขั้นนี้ ไปใช้ในการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติให้ถูกต้องตามที่ครูกำหนดให้ จากนั้นในการแนะนำอธิบายเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit ในชั่วโมงแรกครูควรให้นักเรียนลองต่อไปพร้อม ๆ กันกับครูด้วย เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการต่อ Stick and ball geometry kit มาก่อน

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรมโดยทำความคุ้นเคยกับรูปเรขาคณิตสามมิติผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยการให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit แล้ววาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าข้างทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติพร้อมทั้งระบุชื่อและจำนวนรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าข้างด้วย ซึ่งในขณะที่นักเรียนต่อ ครูควรสังเกตการต่อของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนคนอื่นเกิดแนวคิดที่จะนำไปสู่การต่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่หลากหลายชนิดมากขึ้น และในขณะที่นักเรียนต่อ ครูควรชี้แจงให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในการทำงานและทำใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมทุกคน และควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจและสังเกตลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดที่กลุ่มของตนเองต่อเพื่อให้นักเรียนสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติซ้ำ ๆ กัน เพื่อสร้างความคุ้นเคยและมีความเข้าใจกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติมากขึ้น ในการแข่งขันกันเพื่อให้ได้รูปเรขาคณิตสามมิติที่มากที่สุด ทำให้นักเรียนมาความสนใจในการทำกิจกรรมมากขึ้น และการให้นักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมด้วยการให้แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอแล้วให้เพื่อน ๆ ที่เหลือ ช่วยกันแสดงความคิดเห็นว่าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูกำหนดให้หรือไม่ เพราะเหตุใดนั้น ทำให้ครูได้ทราบแนวคิดและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้ และในลำดับของการนำเสนอกลุ่มที่ 1 ควรให้นำเสนอทุกข้อ ส่วนกลุ่มที่เหลือควรให้นำเสนอในชนิดที่แตกต่างจากเพื่อนกลุ่มก่อนหน้า เพื่อให้ทันตามระยะเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้จากการสำรวจในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน้าตัดหรือฐานกับหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยการให้นักเรียนสังเกตจาก

ใบกิจกรรมในขั้นที่ 2 เกี่ยวกับชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนต่อ โดยครูจะต้องคอยถามคำถาม เช่น รูปเรขาคณิตสองมิติที่นักเรียนได้ในแต่ละข้อนั้นจะมีรูปเรขาคณิตสองมิติข้อละกี่ชนิด, นักเรียนสังเกตเห็นว่าในแต่ละข้อนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร รูปเรขาคณิตที่เหมือนกัน 2 ชนิดนั้นเท่ากันทุกประการหรือไม่ เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตเห็นลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูต้องการและสามารถวาดภาพได้ถูกต้องสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากการวาดภาพ ไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมรายบุคคล ซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งการบอกชื่อ วาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ วาดภาพและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติจากการต่อ Stick and ball geometry kit จากนั้นให้นักเรียนเลือกภาพให้ตรงกับชื่อของรูปเรขาคณิตที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ และบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูร่วมกันพูดคุยกับนักเรียนจากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาจนนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้สู่สิ่งของในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งใกล้ตัวและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยครูต้องมีการกำหนดจำนวนของรูปเรขาคณิตสามมิติทีละชนิด เพื่อให้ได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น

จากการศึกษา พบว่า แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication) ครูควรจัดกิจกรรมโดยใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตันในการแสดงให้นักเรียนศึกษาและสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติหลาย ๆ ชนิด โดยมีครูคอยกระตุ้นด้วยการถามคำถามให้นักเรียนสังเกตลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้งหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง ในการแนะนำอธิบายเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit ในชั่วโมงแรกครูควรให้นักเรียนลองต่อไปพร้อม ๆ กันกับครูด้วย ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization) ได้เรียนรู้จากสื่อที่เป็นรูปธรรมโดยทำความคุ้นเคยกับรูปเรขาคณิตสามมิติผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยการให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit แล้ววาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าข้างทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติโดย Stick and ball geometry kit จะช่วยให้นักเรียนเห็นรูปเรขาคณิตสามมิติหลากหลายชนิดและเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติทำให้สามารถวาดภาพได้ถูกต้องมากขึ้น ซึ่งในระหว่างที่นักเรียนต่อครูควรสังเกตการต่อของนักเรียนแต่ละคน และควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจและสังเกตลักษณะรูปเรขาคณิตสามมิติแต่

ละชนิดที่กลุ่มของตนเองต่อเพื่อให้นักเรียนสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติซ้ำ ๆ กัน เพื่อสร้างความคุ้นเคยและมีความเข้าใจกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติมากขึ้น ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำความรู้จากการสำรวจในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน้าตัดหรือฐานกับหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยการให้นักเรียนสังเกตจากใบกิจกรรมในขั้นที่ 2 เกี่ยวกับชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เป็นหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนต่อ และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแปลความหมายจากการวาดภาพ ไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยครูร่วมกันพูดคุยกับนักเรียนจากการทำกิจกรรมที่ผ่านมาจน นำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความรู้สู่สิ่งของในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งใกล้ตัวและเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยครูต้องมีการกำหนดจำนวนของรูปเรขาคณิตสามมิติทีละชนิด เพื่อให้ได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายมากขึ้น

2. ผลการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit

ผลการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรมในระหว่างวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 4 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ และหลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด 20 ข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถรายด้าน 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ทั้งเรื่อง ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม แสดงให้เห็นว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมตามลำดับวงจรปฏิบัติการและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 พร้อมทั้งมีพัฒนาการที่สูงขึ้นตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัย Stick and ball geometry kit และสื่อวัตถุที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถต่อรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง นักเรียนได้ลงมือต่อ Stick and ball geometry kit และสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง ซึ่ง Stick and ball geometry kit เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนเห็นโครงสร้างภายในต่าง ๆ จนนำไปสู่ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติได้ ในขั้น Concrete จึงมีความสำคัญในการสร้างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มาโนช บุญคุม (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอด เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมและการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนสามารถให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 73.33 ผลที่ได้จากการใช้กิจกรรมปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ความคิดรวบยอดที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ขั้นการใช้วัตถุครูควรเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการต่อ Stick and ball geometry kit และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อนั้นมาแปลเป็นรูปภาพแล้วนำไปสู่สัญลักษณ์นามธรรมทางคณิตศาสตร์ และในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การกระตุ้นนักเรียนจากการถามคำถามของครูเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เช่นกัน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหาสิ่งที่เป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2546 หน้า 8) กล่าวว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจากการจัดกิจกรรมดังกล่าวนักเรียนนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อ Stick and ball geometry kit นั้นมาแปลเป็นรูปภาพแล้วนำไปสู่สัญลักษณ์นามธรรมทางคณิตศาสตร์ได้ จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit สามารถพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hui, Hoe and Lee (2014) ว่าผลการเรียนรู้แบบ

CPA ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพและช่วยให้นักเรียนระดับประถมศึกษาเกิดการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลของการส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit

นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เห็นได้จากผลการวิจัยจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงโดยใช้สื่อรูปธรรม ได้แก่ สื่อเรขาคณิตทรงตัน และ Stick and ball geometry kit ที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง สามารถเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างชัดเจน และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อ Stick and ball geometry kit นั้นมาแปลเป็นรูปภาพของจริงที่เคยสัมผัส แล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมที่เริ่มจากการให้นักเรียนวาดภาพตามที่ตนเองต่อและหน้าทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติก่อนแล้วจึงให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด จนสามารถเข้าใจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแล้วจึงให้นักเรียนวาดโดยแยกหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง พร้อมทั้งบอกชื่อและจำนวนหน้าต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น ซึ่งการใช้กระดาษจุดจะช่วยให้นักเรียนสามารถวาดภาพได้อย่างถูกต้องและในส่วนของการเลือกภาพจะช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ไม่ถนัดในการวาดภาพ และการให้นักเรียนได้บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ จะช่วยให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คือ นึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการเพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพ ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit สามารถส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active learning ของสถาพร พฤฑฒิกุล (2555) ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Santoro (2004) ได้กล่าวถึงกิจกรรมปฏิบัติ (Hands-on activities) เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สัมผัสและ

เรียนรู้จากการทดลองทำจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ทั้งนี้การใช้กิจกรรมปฏิบัติยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มากกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เพชรชนก จันทร์หอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และ วนินทร สุภาพ (2563) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรมที่เป็นผักและผลไม้ที่เป็นรูปปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ จิตรานุช วันทมาตย์ และวนินทร สุภาพ (2557) ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อรูปธรรม จนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน และส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดและข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นอธิบายชี้แจงแนวทาง ควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจสื่อเรขาคณิตสามมิติทุกคน เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกและนักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจตั้งแต่ขั้นแรกจะทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ แล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไปเพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ตามจุดประสงค์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากนักเรียนจะแสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังต้องอาศัยการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ เรื่อง รูปเรขาคณิตของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลแนวคิดที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงปริภูมิได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลพรรณ ชีวพันธุศรี. (2548). สมองและการเรียนรู้. *หมอชาวบ้าน, 27*(317), 17-26.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงไกร มาตรมูล. (2558). *การส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ Google Sketchup* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เกษณีย์ ยอดไฟอินทร์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมท็อดคอมบิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จักรินทร์ บูรณานิจ. (2560). *ของจริง-เห็นภาพ-สัญลักษณ์การสร้างพื้นฐานคณิตศาสตร์ในเด็ก.* สืบค้น 21 พฤษภาคม 2563, จาก https://medium.com/opencurriculum/

จิตรานุช วันทมาตย์, และวนินทร สุภาพ. (2557). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง (Hands-on activities) ร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉากเพื่อเสริมสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ดลนภา โฆสิตดุลย์. (2560). การศึกษาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 10*(1), 92-99.

เบญจวรรณ นันตาเครือ. (2554). *การใช้กลวิธีการวาดภาพเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพชรชนก จันทร์หอม, รัชฎา วิริยะพงศ์, และวนินทร สุภาพ. (2563). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22*(4), 49-159.

มยุรัตน์ ธินะ. (2552). *การพัฒนาความรู้สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้สื่อประสม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาโนช บุญคุม. (2554). *การพัฒนาความคิดรวบยอดเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมปฏิบัติโรงเรียนชุมชนบ้านร้องเข็ม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิรฉัตร ทิพย์ศรี. (2549). *การพัฒนาความรู้ สึกเชิงปริภูมิของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสิเกาประชาผดุงวิทย์ จังหวัดตรัง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2562). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน(O-NET).* สืบค้น 21 พฤษภาคม 2563, จาก http//www.niets.or.th

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *ความรู้สึกเชิงปริภูมิ*. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น การพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาพร พฤฑฒิกุล. (2555). คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, 6(2)*, 3-12.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21.* เพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). *การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคะนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Education Studies in Mathematics, 52*(3), 215-241.

Amhieim. (1991). Perception cognition and visualization. *Journal of Biocommunication, 18*(2), 2-5.

Bishop. (1989). Review of research on visualization in mathematics education. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 11*(1), 7-16.

Duval. (1998). Geometry from a cognitive point a view. *Academic Publishers Dorecht, 2*(1), 142-157.

Edx education. (2020). *Stick and ball geometry kit.* Retrieved June 11, 2020, from https://www.sci4kid.com/product/

Hoe, L.N., & Jeremy, T.B.L. (2014). The role of virtual manipulatives on the concrete-pictorial-abstract approach in teaching primary mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology, 8*(2), 102-121.

Hoong, L.Y., Kin, H.W., & Pien, C.L. (2015). Concrete-pictorial-abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator, 16*(1), 1-18.

Hui, C.S., Hoe, L.N., & Lee, K.P. (2017). Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model. *The Mathematics Educator, 17*(1), 1-28.

Hershkowitz, R. (1989). Visualization in geometry-two sides of the coin. *Focus on Learning Problems in Mathematic*, 61-76.

Johnson, E. (2020). *What is the concrete pictorial abstract (CPA) approach.* Retrieved July 12, 2020, from https://thirdspacelearning.com/blog/concrete-pictorial-abstract-maths-cpa/

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.

Purwadi, I. (2019). 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.

Putri. (2015). *The influence of concrete pictorial abstract (CPA) approach to the mathematical representation ability achievement of the preservice teachers at elementary school.* N.P.: n.p.

Santoro, A.M. (2004). *Manipulatives: A hands-on.* Retrieved July 12, 2020, from https://www.naesp.org/sites/default/files/resources/2/Principal/2004/N-p28.pdf

Seriously Addictive Mathematics. (2019). *Core theory important to Singapore mathematics curriculum.* Retrieved June 10, 2020, from https://www.singaporemathsthailand.com/post/grow-your-blog-community

Sci4kid. (2020). *Stick & ball geometry kit.* Retrieved June 10, 2020, from https://www.sci4kid.com/product/

Zazkis, R., Dubinsky, E., & Dautermann., J. (1996). Coordinating visual and analytic strategies: A study of students' understanding of the group D4. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(5), 540-563.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้ มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา
   นางสาวสุภารัตน์ เชื้อโชติ
   อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์
   นางประภาภรณ์ สุริยะมณี
   ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   โรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย
3. ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์
   นางกาล สิริวงษ์
   ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
   โรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดConcrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and Ball Geometry Kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 24 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	**จุดประสงค์การเรียนรู้**							
1.1	สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้หรือตัวชี้วัด	5.00	5.00	4.67	4.67	4.83	0.19	มากที่สุด
1.2	สอดคล้องกับสาระสำคัญ	5.00	5.00	4.67	4.67	4.83	0.19	มากที่สุด
1.3	ครอบคลุมด้านความรู้	4.33	4.67	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
1.4	ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ	4.00	4.33	4.33	4.33	4.25	0.17	มาก
1.5	ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.33	4.67	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
1.6	ครอบคลุมความสามารถการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	4.00	4.67	4.33	4.33	4.33	0.27	มาก
2.	**ด้านสาระการเรียนรู้**							
2.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
2.2	มีความถูกต้อง	4.33	4.67	4.67	4.67	4.58	0.17	มากที่สุด
2.3	เหมาะสมกับเวลา	4.33	4.67	5.00	5.00	4.75	0.32	มากที่สุด

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ผลการประเมิน		
		แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3.	**ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**							
3.1	กิจกรรมมีขั้นตอนสอดคล้องกับแนวคิด CPA	4.33	4.33	4.33	4.67	4.42	0.17	มาก
3.2	ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถการนึกภาพทางคณิตศาสตร์	4.33	4.67	4.67	5.00	4.67	0.27	มากที่สุด
3.3	กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.33	4.33	4.33	4.67	4.42	0.17	มาก
3.4	กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.67	4.67	4.67	5.00	4.75	0.17	มากที่สุด
4.	**ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้**							
4.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	5.00	4.75	0.17	มากที่สุด
4.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	5.00	4.75	0.17	มากที่สุด
4.3	สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	4.67	4.67	5.00	4.67	0.27	มากที่สุด
5.	**ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้**							
5.1	สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.00	4.33	4.33	4.25	0.17	มาก
5.2	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.67	4.33	4.67	4.67	4.58	0.17	มากที่สุด
5.3	ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	4.33	4.33	4.67	4.67	4.50	0.19	มากที่สุด
5.4	สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน	4.33	4.33	4.67	4.67	4.50	0.19	มากที่สุด
	รวม	4.45	4.57	4.57	4.68	4.57	0.25	มากที่สุด

ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา

1. ในขั้น C (Concrete) และ P (Pictorial) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สำรวจ และได้เกิดความเข้าใจภาพด้วยตนเอง ขั้น P (Pictorial) จึงควรมีการฝึกวาด หรือ จับคู่ พร้อมกับการอธิบาย (เนื่องจากนักเรียนบางคนวาดภาพไม่ได้ ไม่ได้แปลว่าไม่เกิดภาพในความคิดของเขา)
2. ควรอธิบายวิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนว่าได้มาอย่างไร
3. ตัดการแบ่งกลุ่มในขั้นที่ 2 เนื่องจากซ้ำซ้อนกับขั้นที่
4. แยกจุดประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ข้อ

ภาคผนวก ค ผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 25 แสดงผลประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
2	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
3	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
4	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
5	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
6	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
7	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
8	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
9	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
10	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
11	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
12	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
13	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
14	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
15	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
16	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
17	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
18	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
19	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม
20	+1	+1	+1	3	1	เหมาะสม

ค่า IOC $\geq$ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขและพัฒนา

แบบทดสอบยังไม่เพียงพอกับ การยืนยันความสามารถในการนึกภาพ ควรเพิ่มคำถามที่ตรวจสอบ "มโนทัศน์ของรูปเรขาคณิตสามมิติ" หรือ ทดสอบความสัมพันธ์ ของภาพ คุณสมบัติ หรือลักษณะของรูปทรงใด ๆ ร่วมด้วย

ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. ใบกิจกรรมของนักเรียน

3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA)
ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**
ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา 2563**
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ **เรื่อง ปริซึม**
วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... **เวลา 2 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้

2.1.1 นักเรียนสามารถบอกลักษณะของปริซึมได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.2.1 นักเรียนสามารถวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้

2.2.2 นักเรียนสามารถเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้

2.3 ด้านคุณลักษณะ

2.3.1 นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3. **สาระสำคัญ**

• ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้าเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม

• ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

• จำนวนหน้าข้างของปริซึม เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

• จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้าตัดหรือฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง

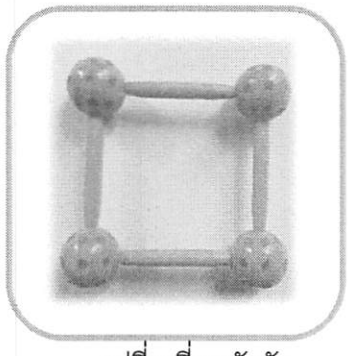
4. **สาระการเรียนรู้**

ปริซึม

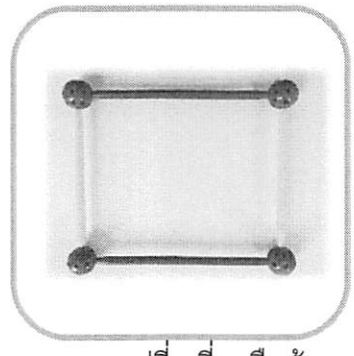
5. **กิจกรรมการเรียนรู้ (คาบที่ 1)**

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided Explication) **15 นาที**

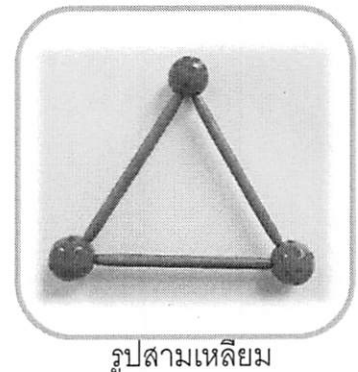
1. ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ โดยครูใช้สื่อ Stick and ball geometry kit ประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนร่วมกันบอกว่าเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใด ดังนี้



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

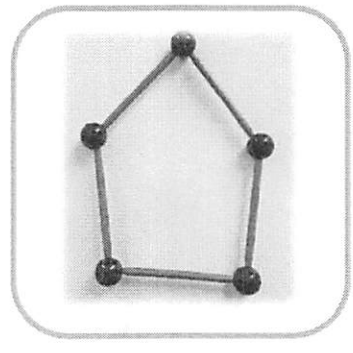


รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

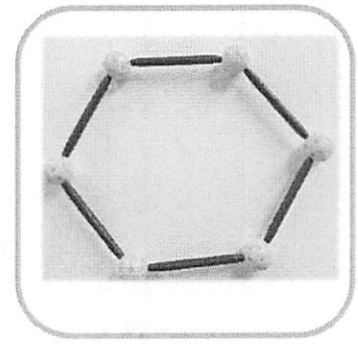


รูปสามเหลี่ยม

รูปวงกลม



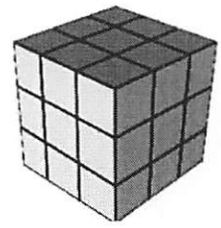
รูปห้าเหลี่ยม



รูปหกเหลี่ยม

2. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มแบบคละความสามารถ จากนั้นครูนำปริซึมทรงต้นวางกลุ่มละ 1 ชิ้น โดยไม่บอกว่าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด แล้วให้นักเรียนสำรวจลักษณะของปริซึม แล้วสลับกับดูกับเพื่อน ๆ กลุ่มอื่น จนครบทั้ง 5 ชิ้น เพื่อให้นักเรียนได้ทราบว่า ปริซึมมีลักษณะอย่างไร มีหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง เป็นรูปอะไร และมีกี่หน้า โดยสื่อทรงต้นครูใช้สื่อที่ใกล้ตัวของนักเรียน เช่น

กล่องขนมหมีโคอาล่ามาร์ช



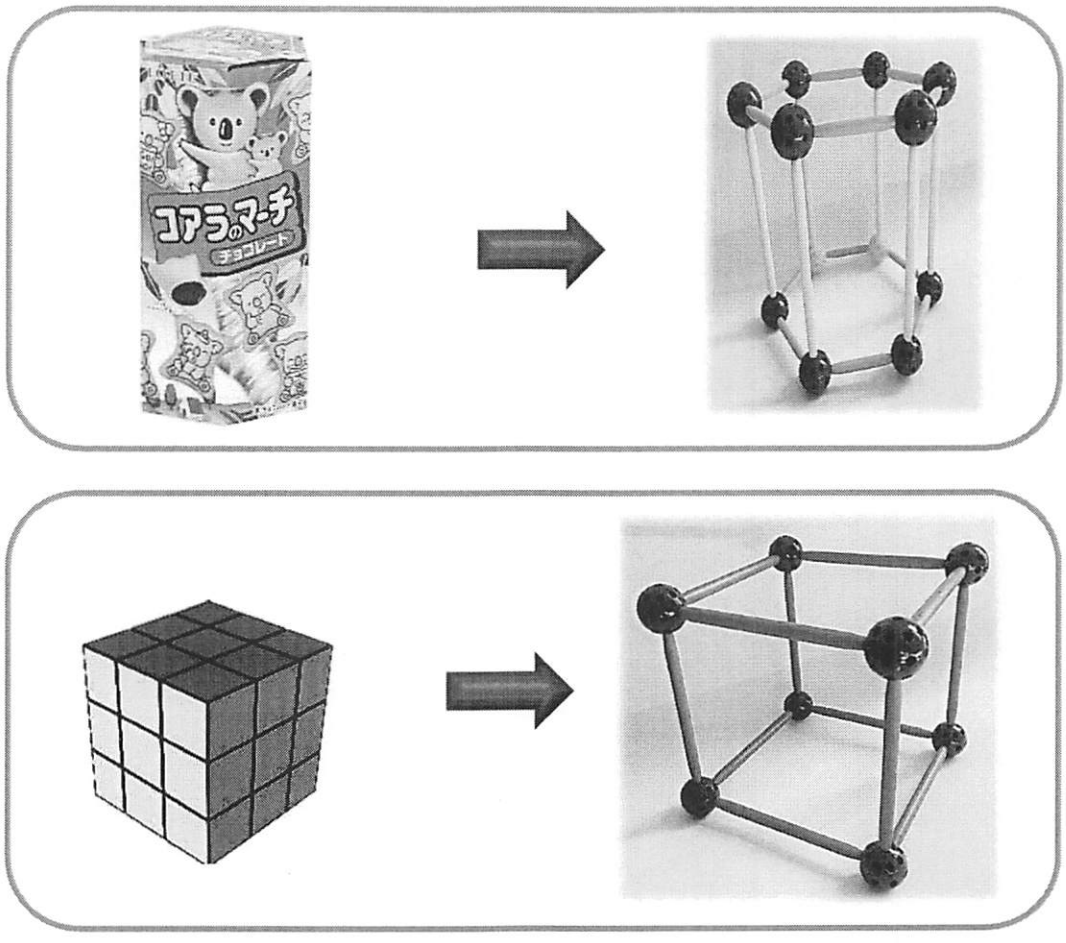
รูบิค

ยางลบ

กล่องของขวัญ

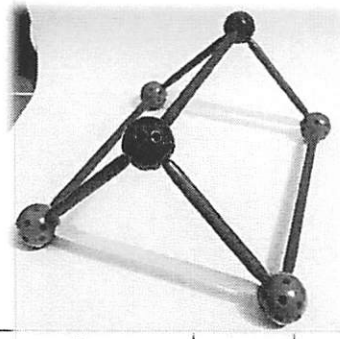
กล่องนม

3. ครูแนะนำและสาธิตขั้นตอนการใช้งาน Stick and ball geometry kit โดยครูยกตัวอย่าง โดยการต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึมตามปริซึมทรงต้นที่ในข้อ 2 ให้นักเรียนสังเกตส่วนประกอบของรูปปริซึม 1 - 2 ตัวอย่าง เช่น

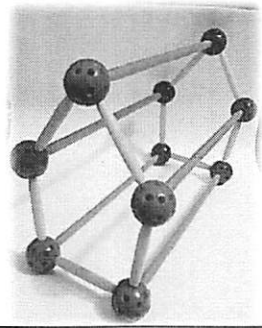


ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization) **45 นาที**

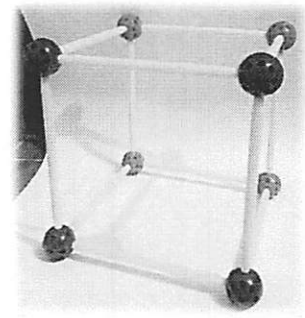
1. ครูให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับปริซึมโดยการนำ Stick and ball geometry kit มาต่อเป็นรูป ปริซึมชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันต่อปริซึมชนิดต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด ถ้ากลุ่มไหนต่อได้ครบ 10 ชนิดก่อนจะเป็นผู้ชนะ และได้รับของรางวัล ซึ่งนักเรียนอาจสร้างได้หลากหลายรูปแบบ เช่น



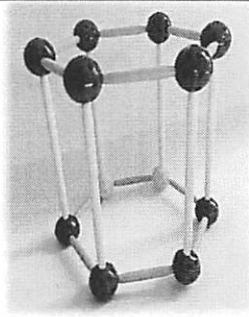
ปริซึมสามเหลี่ยมหน้าจั่ว



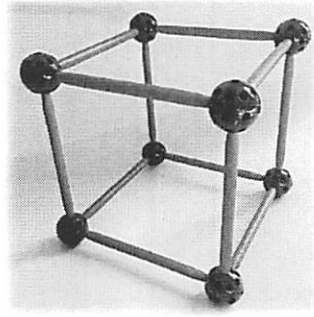
ปริซึมห้าเหลี่ยม



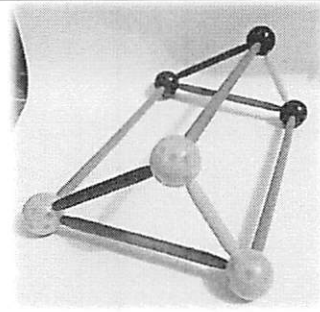
ปริซึมสี่เหลี่ยม(ลูกบาศก์)



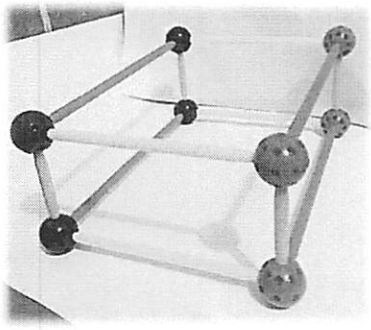
ปริซึมหกเหลี่ยม



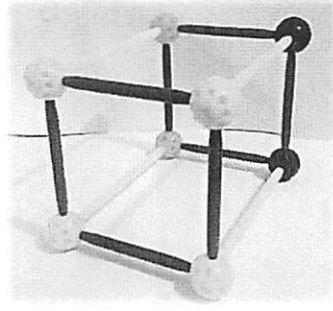
ปริซึมสี่เหลี่ยม(ลูกบาศก์)



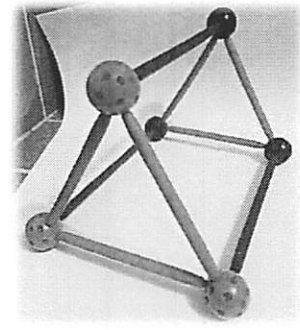
ปริซึมสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า



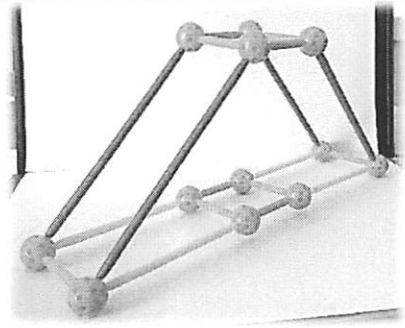
ปริซึมสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัส



ปริซึมสามเหลี่ยมด้านเท่า



ปริซึมสี่เหลี่ยมคางหมู

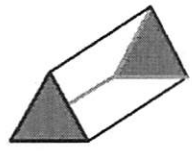
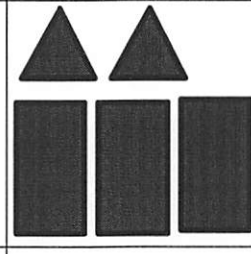
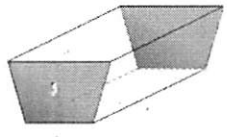
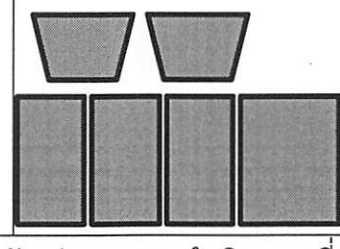
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจลักษณะปริซึม จากปริซึมที่กลุ่มตนเองได้ต่อไว้ โดยให้นักเรียนวาดภาพปริซึม หน้าของปริซึมตามที่กลุ่มของตนเองได้ต่อไว้ และระบุว่าปริซึมที่ได้ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง จำนวนชนิดละเท่าใด โดยบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) รายกลุ่ม โดยครูอธิบายเพิ่มเติมหรือแนะนำเพิ่มเติมหากนักเรียนพบข้อสงสัย

3. เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) เสร็จเรียบร้อยแล้วครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยใบกิจกรรมโดยให้ แต่ละกลุ่มออกมานำเสนอปริซึมที่ตนเองต่อ และให้เพื่อน ๆ กลุ่มอื่นแสดงความคิดเห็นว่าที่เพื่อนต่อนั้นเป็นปริซึมหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยกลุ่มแรกนำเสนอครบทุกชนิด กลุ่มถัดไปให้นำเสนอชนิดอื่นๆ ที่แตกต่างจากเพื่อน

(คาบที่ 2)

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification) **20 นาที**

1. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม) มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน เกี่ยวกับลักษณะของปริซึม หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้างของปริซึม โดยการให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปราย โดยครูแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน ดังต่อไปนี้

ที่	ภาพปริซึม	หน้าของปริซึม	ชนิดรูปเรขาคณิตสองมิติที่ได้	จำนวน
1			รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม	2 รูป 3 รูป
2			รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยม	2 รูป 4 รูป

ตัวอย่างการตอบใบกิจกรรมที่ 1.1

- รูปเรขาคณิตสองมิติที่นักเรียนได้ในแต่ละข้อนั้นจะมีรูปเรขาคณิตสองมิติข้อละกี่ชนิด
(2 ชนิด ยกเว้นลูกบาศก์)
- นักเรียนสังเกตเห็นว่าในแต่ละข้อนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(ในทุกข้อจะต้องมีรูปเรขาคณิตสองมิติที่เหมือนกัน 2 ชนิด และ มีรูปสี่เหลี่ยม)
- รูปเรขาคณิตสองมิติที่เหมือนกัน 2 ชนิดนั้นเท่ากันทุกประการหรือไม่
(เท่ากันทุกประการ)
- เราเรียกรูปเรขาคณิตสองมิติที่เหมือนกัน 2 ชนิดนั้นว่าอะไร
(หน้าตัดหรือฐาน)
- เราเรียกรูปสี่เหลี่ยมนั้นว่าอะไร
(หน้าข้าง)
- รูปสี่เหลี่ยมกับหน้าตัดหรือฐานมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
(มีจำนวนเท่ากับจำนวนเหลี่ยมของหน้าตัดหรือฐาน)

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification) **40 นาที**

1. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) รายบุคคล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยในตอนที่ 1 ให้นักเรียนต่อ Stick and ball geometry kit เป็นรูปปริซึมคนละ 2 ชนิด แล้ววาดภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมที่นักเรียนได้ และตอนที่ 2 โดยให้นักเรียนโยงชื่อภาพกับของรูปปริซึม หรือภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมให้ถูกต้อง และตอนที่ 3 บอกลักษณะของปริซึม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงรูปปริซึมที่นักเรียนต่อและใบกิจกรรมที่ 1.2 เกี่ยวกับลักษณะของรูปปริซึม จำนวนของหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง และจำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึมแต่ละชนิด จนนำไปสู่หลักการ ดังนี้

• ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้าเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม

• ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

• จำนวนหน้าข้างของปริซึม เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

• จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้าตัดหรือฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง

3. ครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปปริซึมมา คนละ 1 ชนิด พร้อมทั้งบอกชนิดของปริซึมที่ตนเองตอบด้วย เช่น

(- กล่องขนมโคอาล่ามาร์ช เป็นปริซึมหกเหลี่ยม

- แซนวิชสามเหลี่ยม, หมอนสามเหลี่ยม เป็นปริซึมสามเหลี่ยม

- กล่องลัง, กล่องนม เป็นปริซึมสี่เหลี่ยม เป็นต้น)

4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง หน้าของฉัน (ปริซึม)

6.2 ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม)

6.3 Stick and ball geometry kit

6.4 กล่องขนมหมีโคอาล่ามาร์ช, รูบิค, ยางลบ กล่องนมและกล่องของขวัญ

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การวัดผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปปริซึมได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) ในตอนที่ 3	- ใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม)ในตอนที่ 3	ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)			
2. นักเรียนสามารถวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้ 3. นักเรียนสามารถเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้	- ตรวจใบกิจกรรมที่ 1.1 หน้าของฉัน (ปริซึม) - ตรวจใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) ในตอนที่ 1 - ตรวจใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) ในตอนที่ 2	- ใบกิจกรรมที่ 1.1 หน้าของฉัน(ปริซึม) - ใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) ในตอนที่ 1 และ 2 - ใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร	ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

7.1 การวัดผล (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
		(ปริซึม)ในตอนที่ 2	
ด้านคุณลักษณะ (A)			
4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบสังเกตพฤติกรรม	ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

7.2 การประเมินผล

1. ด้านความรู้ (K)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การทำใบกิจกรรม	ทำใบกิจกรรมได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	ทำใบกิจกรรมได้ถูกต้องร้อยละ 60-79	ทำใบกิจกรรมได้ถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 60

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้างของปริซึม	สามารถวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมถูกต้องครบถ้วน	สามารถวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้ถูกต้องบ้างเป็นบางส่วน	ไม่สามารถวาดภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้
การเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึม	สามารถเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมถูกต้องครบถ้วน	สามารถเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้ถูกต้องบ้างเป็นบางส่วน	ไม่สามารถเลือกภาพของปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างของปริซึมได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	มีความตั้งใจ พยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ และส่งงานภายในระยะเวลาที่กำหนด	มีความตั้งใจ พยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ แต่ส่งงานล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนด	ไม่ทำงานที่ได้รับมอบหมาย

8. ความคิดเห็นผู้บริหาร

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางทองเพียร อ่องบางน้อย)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าซุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร)

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสุภาดา อินมา)

...../...../.....

ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม)

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างทุกหน้า ที่ได้จากการต่อ Stick and ball geometry kit พร้อมทั้งระบุชนิดและจำนวน ภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง

1.

ภาพปริซึม.....

ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน.....หน้า

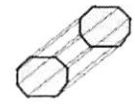
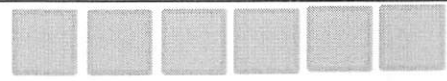
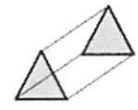
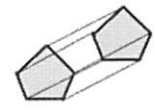
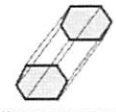
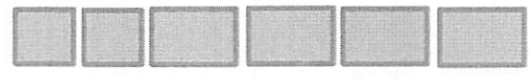
ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

2.

ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน.....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกภาพโดยการโยงชื่อกับภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมให้ถูกต้อง พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ

ชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ				ภาพปริซึม ภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง
1. ปริซึมสี่เหลี่ยม	●		●	เพราะว่า ....
2. ปริซึมสามเหลี่ยม	●		●	 เพราะว่า ....
3. ปริซึมแปดเหลี่ยม	●		●	 เพราะว่า ....
4. ปริซึมหกเหลี่ยม	●		●	 เพราะว่า ....
5. ปริซึมห้าเหลี่ยม	●		●	 เพราะว่า ....
6. ลูกบาศก์	●		●	เพราะว่า ....
			●	 เพราะว่า ....
			●	 เพราะว่า ....

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด
Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สะท้อนผลครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....
ครูผู้สอน นางสาวสุภาดา อินมา สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
สะท้อนผลโดย ☐ ผู้วิจัย
☐ ผู้มีประสบการณ์สอน.....
ช่วงเวลาตั้งแต่เวลา.....น. ถึงเวลา.....น.

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) ร่วมกับ Stick and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้น ได้แก่

ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาและสำรวจสื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตัน เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และครูอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ Stick and ball geometry kit

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับ Stick and ball geometry kit โดยการนำมาต่อเป็นเรขาคณิตสามมิติ แล้วทำการสำรวจทั้งหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างเพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจตัวอย่างเหล่านั้นซ้ำ ๆ

ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ Stick and ball geometry kit ในขั้นที่ 2 มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียนเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง โดยมีครูคอยแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน ตั้งคำถามหรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด

ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนวาดภาพหรือเลือกภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุย อภิปรายถึงลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้าง จำนวนของหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิดและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น

ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

หมายถึง ความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านต่อไปนี้

1. การวาดภาพ
2. การบอกชนิด
3. การเลือกภาพ

ซึ่งมีการวัดและประเมินผลจากใบกิจกรรมและทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยในด้านการวาดภาพวัดจากการให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ด้านการบอกชนิดวัดจากการให้นักเรียนบอกชนิด จำนวนหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และด้านการ เลือกภาพวัดจากการให้นักเรียนเลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

2. ผู้วิจัยและครูประจำการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย แล้วบันทึกรายละเอียดของการสังเกต ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

1. การจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนสอดคล้องกับนิยามของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract (CPA) **ร่วมกับ** Stick and ball geometry kit **หรือไม่**

1.1 **ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง** (Guided Explication)

1.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร

☐ บรรลุ ☐ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.....

1.1.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

☐ การวาดภาพ

☐ การบอกชนิด

☐ การเลือกภาพ

.....

.....

.....

.....

1.1.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

1.1.4 ปัญหาและอุปสรรค/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.2 ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory Familiarization)

1.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร

☐ บรรลุ ☐ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.....

1.2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

☐ การวาดภาพ

☐ การบอกชนิด

☐ การเลือกภาพ

.....

.....

.....

.....

1.2.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

1.2.4 ปัญหาและอุปสรรค/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge Classification)

1.3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร

☐ บรรลุ ☐ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.....

1.3.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

☐ การวาดภาพ

☐ การบอกซนิด

☐ การเลือกภาพ

.....

.....

.....

.....

1.3.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

1.3.4 ปัญหาและอุปสรรค/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.4 ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept Reification)

1.4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้หรือไม่อย่างไร

☐ บรรลุ ☐ ไม่บรรลุ

.....

.....

.....

.....

1.4.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร

☐ การวาดภาพ

☐ การบอกชนิด

☐ การเลือกภาพ

.....

.....

.....

1.4.3 จุดเด่น

.....

.....

.....

1.4.4 ปัญหาและอุปสรรค/แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

2. สรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 จุดเด่นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2.2 จุดที่ควรปรับปรุง (พร้อมทั้งแนวทางการปรับปรุงแก้ไข)

.....

.....

.....

3. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... **ลงชื่อ**.....

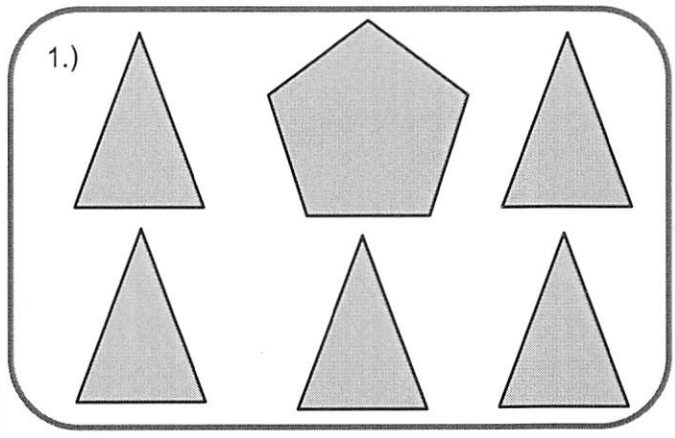
(.....) (.....)

ผู้รับการสังเกต ผู้สังเกต

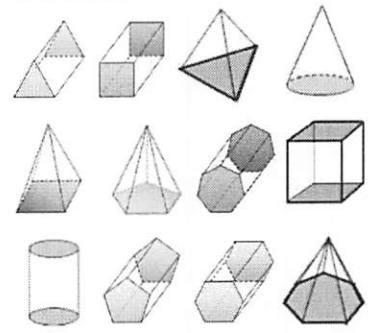
ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนบอกชื่อภาพและกากบาททับรูปเรขาคณิตสามมิติให้ตรงกับภาพของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ พร้อมทั้งวาดภาพและบอกจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้างให้ถูกต้อง

1.)



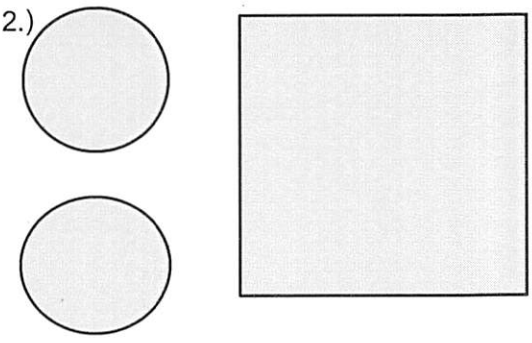
ภาพ.....



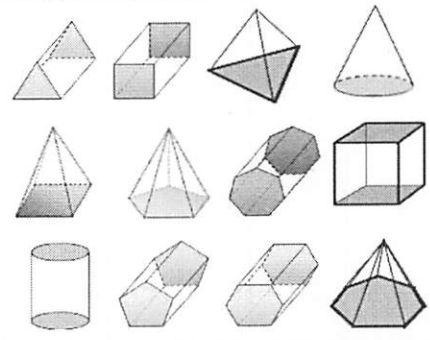
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

2.)



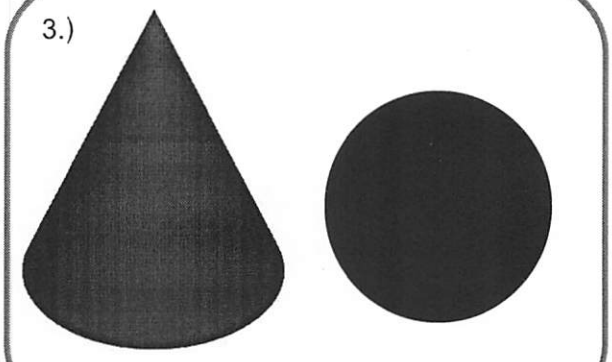
ภาพ.....



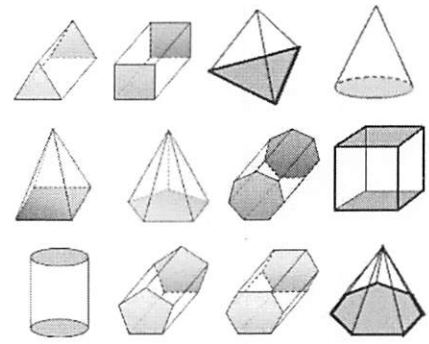
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

3.)



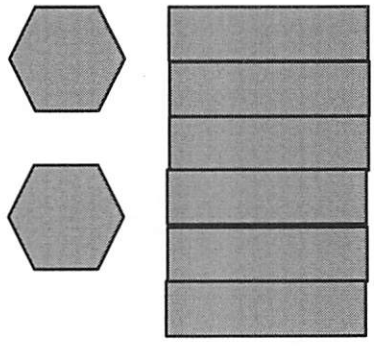
ภาพ.....



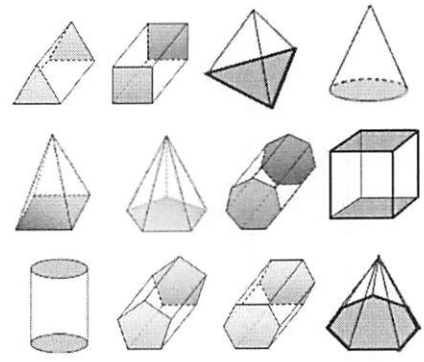
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

4.)



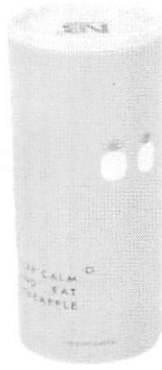
ภาพ.....



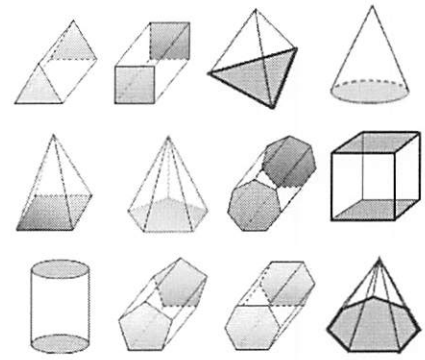
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

5.)



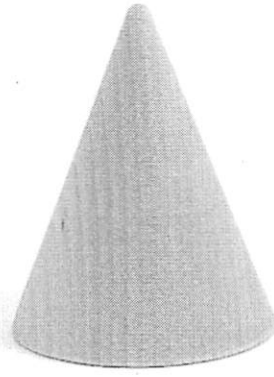
ภาพ.....



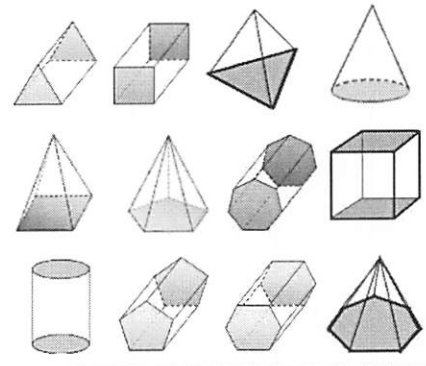
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

6.)



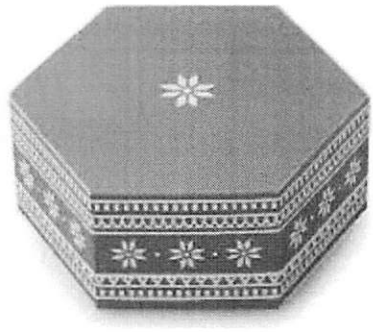
ภาพ.....



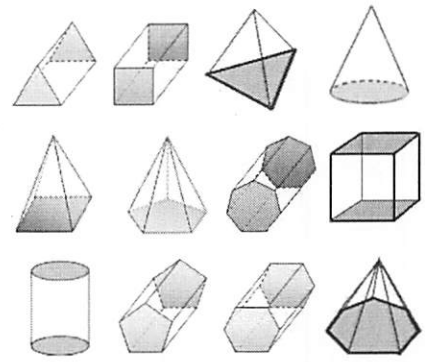
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

7.)



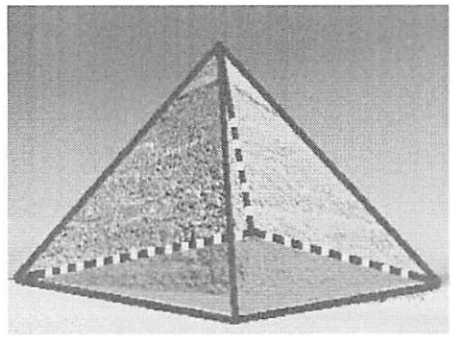
ภาพ.....



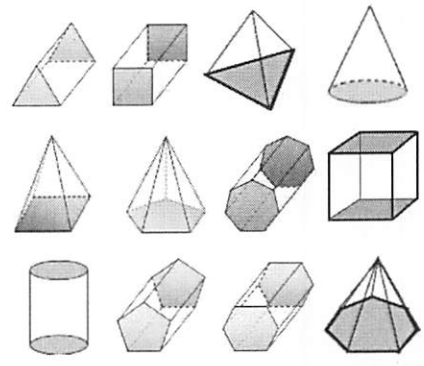
ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

8.)



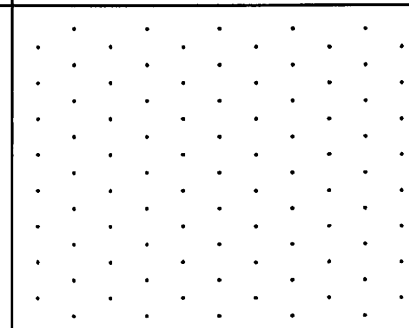
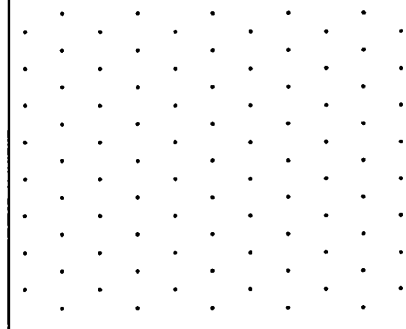
ภาพ.....



ภาพหน้าตัดหรือฐาน จำนวน....หน้า

ภาพหน้าข้าง จำนวน.....หน้า

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนบอกลักษณะและจำนวนของหน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูกำหนดให้ต่อไปนี้

ที่	ชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ	หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้าง	ภาพวาด
1	**ปริซึมสามเหลี่ยม**	**1.1 หน้าตัดหรือฐาน** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า **1.2 หน้าข้าง** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า	
2	**พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม**	**2.1 หน้าตัดหรือฐาน** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า **2.2 หน้าข้าง** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า	
3	**กรวย**	**3.1 หน้าตัดหรือฐาน** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า **3.2 หน้าข้าง** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า	
4	**ทรงกระบอก**	**4.1 หน้าตัดหรือฐาน** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า **4.2 หน้าข้าง** เป็นรูป..... จำนวน.....หน้า	

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ เป็นจริง หรือ ช่อง ☐ เป็นเท็จ เพียงช่องเดียวเท่านั้นที่ถูกต้องที่สุด พร้อมแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ

1. **โจทย์** ปริซึม มีหน้าข้างเป็นรูปหลายเหลี่ยม มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

   ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

   เนื่องจาก

   .....

   .....

2. **โจทย์** ปริซึมสี่เหลี่ยมทุกรูปเป็นลูกบาศก์

   ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

   เนื่องจาก

   .....

   .....

3. **โจทย์** พีระมิด มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน มีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมและมีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม

   ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

   เนื่องจาก

   .....

   .....

4. **โจทย์** พีระมิดฐานสามเหลี่ยมจะมีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมทั้งหมดสี่หน้า

   ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

   เนื่องจาก

   .....

   .....

5. **โจทย์** จำนวนหน้าข้างของปริซึมและพีระมิด จะมากกว่าจำนวนเหลี่ยมของหน้าตัดหรือฐานของปริซึมหรือพีระมิดนั้น

ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

เนื่องจาก

.....

.....

6. **โจทย์** รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีหน้าตัดหรือฐาน เป็นรูปวงกลม คือ ทรงกระบอกและกรวย

ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

เนื่องจาก

.....

.....

7. **โจทย์** ทรงกระบอก มีหน้าตัด หรือฐานทั้งสองเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ อยู่บนระนาบที่ขนานกัน และมีหน้าข้างเป็นรูปวงกลม

ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

เนื่องจาก

.....

.....

8. **โจทย์** รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบ ทุก ๆ จุดบนผิวห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน คือ ทรงกลม

ข้อความนี้ ☐ **เป็นจริง** ☐ **เป็นเท็จ**

เนื่องจาก

.....

.....

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระ

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระ

ชื่อ – ชื่อสกุล	สุภาดา อินมา
วัน เดือน ปี เกิด	6 ธันวาคม 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	55 หมู่ 6 ตำบลดงคู่ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย 64130
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านท่าซุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร) 317 หมู่ 2 ตำบลทุ่งเสลี่ยม อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย 64150
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	ค.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์