



การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



ภัสราภรณ์ บัวเขียว

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 "

ของ ภัสราภรณ์ บัวเขียว

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ผู้วิจัย	ภัสราภรณ์ บัวเขียว
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์, งานทางคณิตศาสตร์, ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยปฏิบัติการเชิงคุณภาพนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และ 2) ศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และใบกิจกรรม งานวิจัยนี้มี 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรประกอบไปด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต ขั้นสะท้อนผล การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์ ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้ควรเลือกใช้สถานการณ์ที่มีความน่าสนใจหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน เลือกใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายระดับ และคอยใช้คำถามกระตุ้นและตรวจสอบความถูกต้องเป็นระยะ ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงได้ 2) นักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันมากที่สุด รองลงมาคือ การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ตามลำดับ

Title	USING EXPERIENTIAL LEARNING APPROACH AND MATHEMATICAL TASKS TO ENHANCE MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY OF GRADE 9 STUDENTS IN SIMILARITY
Author	PHATSARAPRON BUAKIEOW
Advisor	Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022
Keywords	Experiential Learning Management, Mathematical Tasks, Mathematical Connection

ABSTRACT

This qualitative action research aims to 1) study how to teach by using an experiential learning approach and mathematical tasks and 2) examine mathematical connection ability in the Similarity concepts of 40 ninth grade students in a high school in Phichit Province. Research instruments were lesson plans, reflective journals, the mathematical connection ability test, observations, and worksheets. This action research consists of 3 cycles, each comprising steps of 1) planning, 2) acting, 3) observing, and 4) reflecting. Content analysis was used to analyze the data, and method triangulation was used for data credibility. The research results showed that 1) teaching by experiential learning approach and mathematical tasks have four steps: 1) Experiences, 2) Organizing analysis, 3) Generalizing, and 4) Applying. Teacher must concern choosing learning situations that are powerfully interesting and/or relating to the student's direct experience; using a wide range of mathematics tasks; and probing students' conceptions and understanding of tasks by questions periodically. Then the teaching strategies helped the students improve their mathematical connection ability. Also, 2) They related the similarity concepts to daily life situations, other mathematical concepts, and other subjects respectively.

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล ประธานที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้ความรู้ คอยชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องและตรวจสอบข้อบกพร่อง ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการศึกษาค้นคว้าอิสระด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบคุนรองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และนางมาลี ความเกตุ ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จังหวัดพิจิตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ จนได้เครื่องมือที่สมบูรณ์และเป็นประโยชน์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอกราบขอบคุนนายพรธชา รื่นรวย ครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จังหวัดพิจิตร ที่ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และให้คำแนะนำจนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบคุนผู้อำนวยการ คณะครู และขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 ที่ได้ให้ความร่วมมือและการช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าอิสระเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจสำคัญ คอยช่วยเหลือ และคอยสนับสนุนผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน

คุณประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ภัสราภรณ์ บัวเขียว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
ประกาศคุุณุปการ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	4
คำถามการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	10
การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์	18
งานทางคณิตศาสตร์.....	25
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	44
ผู้เข้าร่วมวิจัย	44
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	44
เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ	45
การเก็บรวบรวมข้อมูล	53
วิธีวิเคราะห์ข้อมูล	55
บทที่ 4 ผลการวิจัย	59
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	59
บทที่ 5 บทสรุป	95
สรุปผลการวิจัย	95
อภิปรายผล	100
ข้อเสนอแนะ	105
บรรณานุกรม	107
ภาคผนวก	111
ประวัติผู้วิจัย	166

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2.....	10
ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.3.....	11
ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 มาตรฐาน ค 2.1.....	11
ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 มาตรฐาน ค 2.2.....	12
ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.1.....	13
ตาราง 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.2.....	13
ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ.....	15
ตาราง 8 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทาง คณิตศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	28
ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของกรมวิชาการ	36
ตาราง 10 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	37
ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร ..	37
ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	39
ตาราง 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	40
ตาราง 14 แสดงเครื่องมือในการวิจัยโดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย	45
ตาราง 15 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้	46
ตาราง 16 แสดงความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้และทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์.....	46

ตาราง 17 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	49
ตาราง 18 แสดงขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างใบกิจกรรม.....	51
ตาราง 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	52
ตาราง 20 แสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกตามคำถามการวิจัย.....	55
ตาราง 21 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	55
ตาราง 22 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน..	57
ตาราง 23 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1	69
ตาราง 24 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2	77
ตาราง 25 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3	84
ตาราง 26 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนตามระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ	87
ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	91
ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย	116
ตาราง 29 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	123

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 แสดงวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร.....	44
ภาพ 2 การวิเคราะห์สถานการณ์และแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของกลุ่มนักเรียน	63
ภาพ 3 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มองการเชื่อมโยงแบบภาพรวมของสถานการณ์ปัญหา. 64	64
ภาพ 4 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่มองการเชื่อมโยงแบบย่อยของสถานการณ์ปัญหา	64
ภาพ 5 ตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	65
ภาพ 6 แสดงผลงานนักเรียนที่เขียนข้อสรุปในลักษณะของการบรรยาย.....	66
ภาพ 7 แสดงผลงานนักเรียนที่เขียนข้อสรุปเป็นเป็นข้อ ๆ	66
ภาพ 8 ตัวอย่างผลงานนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม 1.2	68
ภาพ 9 นักเรียนกลุ่มที่ใช้เงาของเสาธงในการคำนวณ	72
ภาพ 10 นักเรียนกลุ่มที่ใช้กระจกเป็นส่วนช่วยในการคำนวณ.....	72
ภาพ 11 ตัวอย่างการตอบคำถามการเชื่อมโยงของนักเรียน	75
ภาพ 12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ใช้การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์.....	75
ภาพ 13 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ใช้การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	75
ภาพ 14 ตัวอย่างการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียน.....	76
ภาพ 15 แสดงการวิเคราะห์สถานการณ์และแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของกลุ่มนักเรียน	80
ภาพ 16 ตัวอย่างการตอบคำถามการเชื่อมโยงของนักเรียน	81
ภาพ 17 ตัวอย่างผลงานนักเรียน	82
ภาพ 18 ตัวอย่างการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียน.....	83
ภาพ 19 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการทำใบกิจกรรม 3.2	83

ภาพ 20 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์.....	88
ภาพ 21 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	88
ภาพ 22 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น.....	89
ภาพ 23 แสดงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 1.1.....	89
ภาพ 24 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน.....	90
ภาพ 25 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	90
ภาพ 26 แสดงแผนภูมิแสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ที่ 1.....	92
ภาพ 27 แสดงแผนภูมิแสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ที่ 2.....	92
ภาพ 28 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	93
ภาพ 29 แสดงวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	93
ภาพ 30 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	94
ภาพ 31 แสดงพัฒนาการทางทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในระดับดี.....	98

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่เกี่ยวข้องกัน ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน (เวชฤทธิ์ อังกษะภัทรขจร, 2555) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่ง เราต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลาย ๆ วิชามารวมกันในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยมองเป็นภาพรวม ไม่ได้แยกวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็นเนื้อหาย่อย จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้ (John, Giordano, McCrone & Maurice, 2002, pp. 81 – 83) ซึ่งสอดคล้อง Blaskopf & Chazan (2001) ที่ระบุว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมาย และมีประโยชน์สำหรับทุกคน ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าทักษะในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น และเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย

ปัจจุบันทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นโครงการที่นำมาใช้ในการประเมินความสามารถในทักษะต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เน้นการวัดผลไปที่ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ และให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง ในสถานการณ์จริงในโลก ซึ่งสถานการณ์การศึกษาไทยในปัจจุบัน เมื่อพิจารณาจากผลการประเมินใน PISA 2018 เมื่อเทียบกับประเทศในเอเชียพบว่า ประเทศส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) ยกเว้นประเทศไทย ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศฟิลิปปินส์ โดยสัดส่วนจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำหรือกลุ่มที่มีความฉลาดรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน ปรากฏว่า นักเรียนไทยมีความฉลาดรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐานมากกว่าครึ่ง

(51.1%) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 41.9% (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

จากประสบการณ์ของผู้วิจัย ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนแบบสหศึกษาและเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ มีบริบทเป็นชุมชนเมือง พบว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่มีการประยุกต์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง เช่น เมื่อผู้วิจัยถามนักเรียนว่า ถ้าเราต้องการทราบความสูงของต้นไม้หรือตึก โดยที่นักเรียนมีอุปกรณ์แค่ตลับเมตรนักเรียนจะสามารถหาความสูงของต้นไม้หรือตึกได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้ เนื่องจากนักเรียนไม่รู้ว่าจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย มาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น จากปัญหาข้างต้นจะเห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำได้ จากการวิเคราะห์พบว่า สาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากวิธีการสอนของครู โดยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นการบรรยาย แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ซึ่งไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ซึ่งส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการจำและเลียนแบบตัวอย่างที่ครูได้อธิบายไว้เท่านั้น เมื่อมีสถานการณ์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงความรู้นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องหาแนวทางและพัฒนาการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในสถานการณ์ปัจจุบัน

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นวิธีการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากการกระทำ โดยเริ่มจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมไปสู่การสะท้อนความคิด ไปจนถึงการสรุปความคิดรวบยอด และนำไปทดลองในสถานการณ์ใหม่จนเกิดเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง โดยเริ่มจากการรับรู้ปัญหา คิดหาแนวทางแก้ไข ลงมือปฏิบัติจนเกิดเป็นประสบการณ์ของตนเอง เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้เดิมให้เป็นความรู้ใหม่ซึ่งจะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนของ Kolb (1991, อ้างถึงใน Tong, 2019) ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ (Experiences) เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ โดยเน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น โดยครูมีหน้าที่เพียงอำนวยความสะดวก คอยช่วยแนะนำและตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัย ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ (Organizing analysis) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับโดยการสังเกต วิเคราะห์ อย่างรอบคอบ เพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ (Generalizing) เป็นขั้นที่ผู้เรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ และขั้นที่ 4 การ

ประยุกต์ (Applying) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ในขั้นการสะท้อนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งอาจจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และหาวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งจากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์จะช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้เชิงประสบการณ์จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหัวใจหลักของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์คือการเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมและมีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับความหมายของงานทางคณิตศาสตร์

งานทางคณิตศาสตร์ เป็นงานที่จะช่วยสนับสนุนการจัดการเรียนเชิงประสบการณ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากงานทางคณิตศาสตร์เป็นงานที่มีความท้าทายผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และมีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์เป็นงานที่ถูกสร้างขึ้นโดยครูและมอบหมายให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและความสงสัยก่อนลงมือแก้ปัญหา เพื่อเป็นการกระตุ้นการคิด ทักษะ และการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Isoda & Katagiri, 2012) โดยงานทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1. ระดับความรู้ความจำ (Memorization) เป็นระดับการรู้คิดในระดับต่ำ 2. ระดับการใช้ขั้นตอนวิธีการดำเนินการ แต่ไม่มีการเชื่อมโยง (Procedures without Connections) เป็นระดับการรู้คิดในระดับต่ำ 3. ระดับการใช้ขั้นตอนในการดำเนินการ และมีการเชื่อมโยง (Procedures with Connections) เป็นระดับการรู้คิดในระดับสูง 4. ระดับการทำคณิตศาสตร์ (Doing Mathematics) เป็นระดับการรู้คิดในระดับสูง (Silver, 2000) ซึ่งในระดับการทำคณิตศาสตร์จะเน้นที่การลงมือทำ เน้นการใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน จะเห็นว่างานทางคณิตศาสตร์เป็นงานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เพราะผู้เรียนจะได้คิดค้นกลยุทธ์ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและขั้นตอนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำถามการวิจัย

1. แนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร
2. ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนแบบสหศึกษาและเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ มีบริบทเป็นชุมชนเมือง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และการนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

เนื้อหาที่ใช้ คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่

- 1) รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
- 2) รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

3) รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยมีการเก็บข้อมูลและดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 10 ชั่วโมง ใน เรื่อง ความคล้าย ซึ่งประกอบไปด้วย

- 1) รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง
- 2) รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง
- 3) รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 4 ชั่วโมง

โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย ที่เกิดขึ้นโดยการลงมือปฏิบัติเพื่อคิดหาคำตอบและนำกระบวนการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนเป็นวงจรต่อเนื่องกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ เรื่อง ความคล้าย ให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งประสบการณ์ที่ครูจัดนั้นจะต้องมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นประสบการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ โดยเน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น แล้วนำสิ่งที่นักเรียนประสบนั้นมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม โดยการสังเกต วิเคราะห์ อย่างรอบคอบ และลงมือแก้ปัญหาร่วมกันโดยการปฏิบัติ การวาดรูป และคำนวณหาคำตอบ เป็นต้น และครูมีหน้าที่เพียงอำนวยความสะดวก คอยช่วยแนะนำและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เรื่อง ความคล้าย

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้หรือหลักการ เรื่อง ความคล้าย ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือ ประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ออกมาสู่ชีวิตประจำวันของนักเรียน

2. งานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เพื่อใช้ในการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน และ รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ เรื่อง ความคล้าย ที่มีความท้าทายผู้เรียนใน การหาคำตอบ จะเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกันปฏิบัติ วาดรูป และหาคำตอบ และมีการเชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวันของนักเรียนในเรื่อง การก่อสร้าง การหาความสูงของสิ่งของที่อยู่รอบตัวของนักเรียน หรือการหาความยาวของแม่น้ำ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดย งานทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้เป็นงานทางคณิตศาสตร์ระดับการใช้ความคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นงานทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับสูงในการแก้ปัญหา และเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการลงมือทำ เน้นการใช้ความรู้ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา เน้นการคิด ทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและ ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่ สามารถคาดเดาคำตอบได้

3. การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย ที่เกิดขึ้นโดยการลงมือปฏิบัติผ่านการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อความท้าทายนักเรียนในการหาคำตอบ เน้นการใช้ความรู้ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการ หาแนวทางการแก้ปัญหา และเน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน ไม่สามารถคาดเดาคำตอบได้ ซึ่งจะให้นักเรียนได้ร่วมกันปฏิบัติ วาดรูป และหาคำตอบ และ มีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนในเรื่อง การก่อสร้าง การหาความสูงของสิ่งของที่อยู่ รอบตัวของนักเรียน หรือการหาความกว้างของแม่น้ำ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนเป็นวงจร ต่อเนื่องกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ เรื่อง ความคล้าย ให้ นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วนำสิ่งที่นักเรียนประสบนั้นมาเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์เดิม ผ่านการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และ สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ได้ โดยการสังเกต วิเคราะห์ อย่างรอบคอบ และลงมือ แก้ปัญหาร่วมกันโดยการปฏิบัติ การวาดรูป และคำนวณหาคำตอบ เป็นต้น และครูมีหน้าที่เพียง อำนวยความสะดวก คอยช่วยแนะนำและตอบคำถามที่นักเรียนสงสัย

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติผ่านงานทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เรื่อง ความคล้าย

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้หรือหลักการ เรื่อง ความคล้าย ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือ ประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันของนักเรียน

4. ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาแนวคิด หลักการทางและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียนมาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง ความคล้าย โดยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นนําการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่าในการแก้ปัญหา เรื่อง ความคล้าย จะต้องใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน การเท่ากันทุกประการ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และเส้นขนานมาช่วยในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นนําการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไปเชื่อมโยงเรื่อง แสง ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ เรื่อง การวาดภาพเหมือน ในวิชาศิลปะ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นนําการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร เช่น เมื่อต้องการซ่อมบำรุงสะพานนักเรียนจะสามารถหาความยาวของสะพานได้ เป็นต้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นตัวอย่างให้กับครูคณิตศาสตร์ในการนำการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ได้แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 1.3 ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์
 - 1.4 สรุปโน้ตค้น เรื่อง ความคล้าย กับศาสตร์อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.5 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. งานทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของงานทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ประเภทและลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 สรุปงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ประเภทของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 การประเมิน/ตรวจสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 สรุปเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรและตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 11) ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	การแยกตัวประกอบของพหุนาม - การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ฟังก์ชันกำลังสอง - กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง - การนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ ในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน เพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
2. ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การแก้อสมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการกำลังสองตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา
3. ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ระบบสมการ - ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 มาตรฐาน ค 2.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของ พีระมิต กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	พื้นที่ผิว - การหาพื้นที่ผิวของพีระมิต กรวย และทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิต กรวย และทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาณของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	ปริมาตร - การหาปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 มาตรฐาน ค 2.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	ความคล้าย - รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน - การนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	อัตราส่วนตรีโกณมิติ - อัตราส่วนตรีโกณมิติ - การนำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของ มุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา ไปใช้ในการแก้ปัญหา
3. เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	วงกลม - วงกลม คอร์ด และเส้นสัมผัส - ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพกล่อง และ แปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	สถิติ - ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล แผนภาพกล่อง - การแปลความหมายผลลัพธ์ - การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตาราง 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	ความน่าจะเป็น - เหตุการณ์จากการทดลองสุ่ม - ความน่าจะเป็น - การนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้ในชีวิตจริง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และจัดทำแผนการเรียนรู้

1.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 16) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิต พลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ
- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิดกรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
- มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่องและใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

1.3 ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหา เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปใช้เป็นเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรื่อง ความคล้าย มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ซึ่งมีมาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

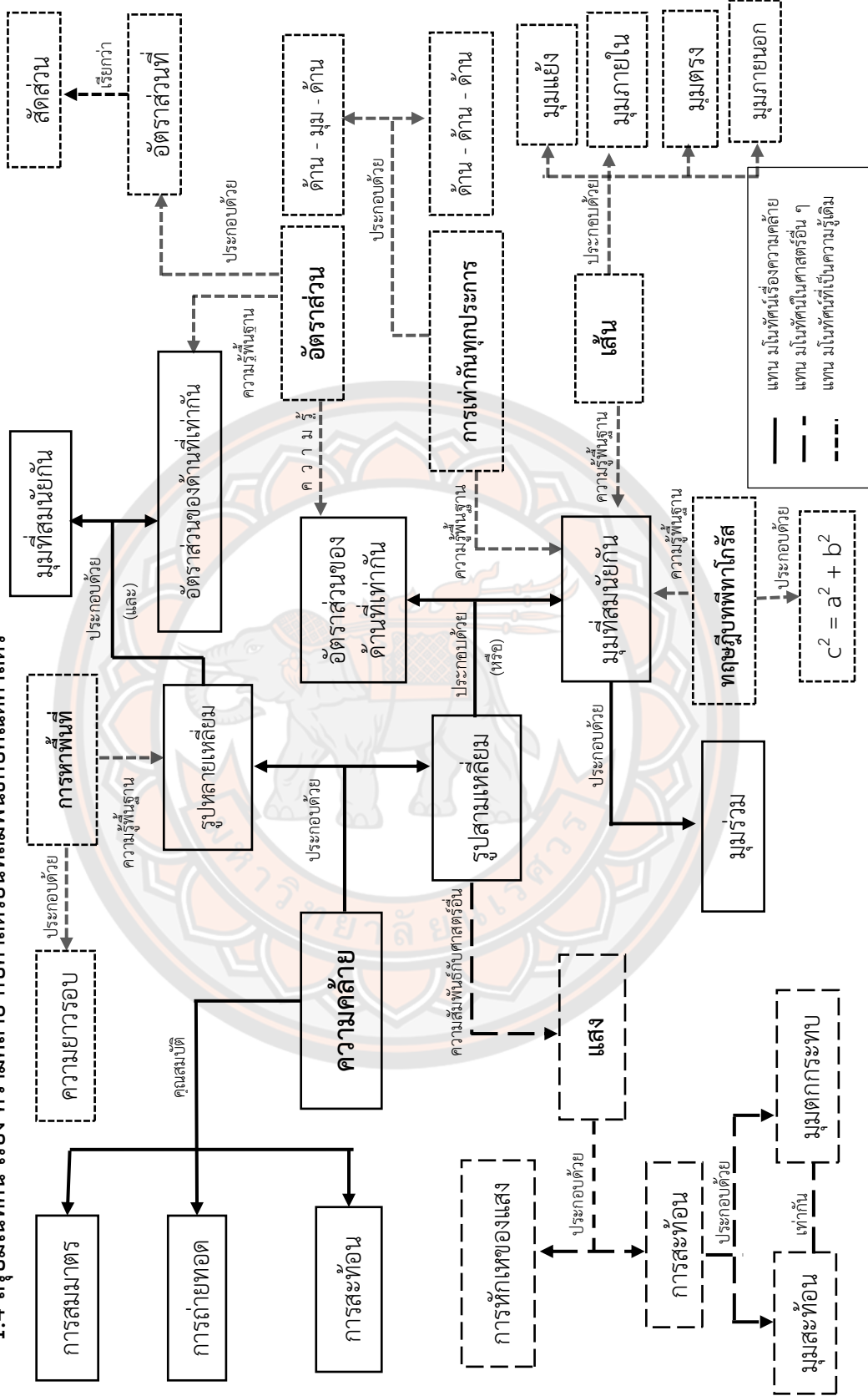
มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
13. ออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ด้วยวิธีที่เหมาะสมในการอธิบาย ปรากฏการณ์ของแสง	- เมื่อแสงตกกระทบบัวตจะเกิดการสะท้อนซึ่งเป็นไปตามกฎการสะท้อนของแสง โดยรังสีตกกระทบบ เส้นแนวฉาก รังสีสะท้อน
14. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดง การเกิดภาพจากกระจกเงา	- สะท้อนตัดกันหรือต่อแนว รังสีสะท้อนให้ตัดระนาบเดียวกัน และมุมตกกระทบบเท่ากับมุมสะท้อน ภาพจากกระจกเงาเกิดจากรังสีเดียวกัน โดยถ้ารังสีสะท้อนตัดกันจริง จะเกิดภาพจริง แต่ถ้าต่อแนวรังสีสะท้อนให้ ไปตัดกัน จะเกิดภาพเสมือน
15. อธิบายการหักเหของแสงเมื่อผ่านตัวกลาง โปร่งใสที่แตกต่างกัน และอธิบายการกระจาย แสงของแสงขาวเมื่อผ่านปริซึมจากหลักฐานเชิงประจักษ์	- เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลางโปร่งใสที่แตกต่างกัน เช่น อากาศและน้ำ อากาศและแก้ว จะเกิด การหักเห หรืออาจเกิดการสะท้อนกลับหมด ในตัวกลางที่แสงตกกระทบบ การหักเหของแสงผ่าน เลนส์ทำให้เกิดภาพที่มีชนิดและขนาดต่าง ๆ
16. เขียนแผนภาพการเคลื่อนที่ของแสง แสดงการเกิดภาพจากเลนส์บาง	- แสงขาวประกอบด้วยแสงสีต่าง ๆ เมื่อแสงขาวผ่านปริซึมจะเกิดการกระจายแสงเป็นแสงสีต่าง ๆ เรียกว่า

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
17. อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง และการทำงานของทัศนอุปกรณ์จากข้อมูลที่รวบรวมได้	<p>สเปกตรัมของแสงขาว เมื่อเคลื่อนที่ในตัวกลางใด ๆ ที่ไม่ใช่อากาศ จะมีอัตราเร็วต่างกัน จึงมีการหักเหต่างกัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสะท้อนและการหักเหของแสงนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับแสง เช่น รุ้ง มิราจ และ อธิบายการทำงานของทัศนอุปกรณ์เช่น แว่นขยาย กระจกโค้ง จราจร กล้องโทรทรรศน์ กล้องจุลทรรศน์และแว่นสายตา - ในการมองวัตถุ เลนส์ตาจะถูกปรับโฟกัส เพื่อให้เกิดภาพชัดที่จอตา ความบกพร่องทางสายตา เช่น สายตาสั้น และสายตาวาว เป็นเพราะตำแหน่ง ที่เกิดภาพไม่ได้อยู่ที่จอตาพอดีจึงต้องใช้เลนส์ ในการแก้ไขเพื่อช่วยให้มองเห็นเหมือนคนสายตา ปกติโดยคนสายตาสั้นใช้เลนส์เว้า ส่วนคนสายตาวาวใช้เลนส์นูน

1.4 สรุปรวมโน้ตค้น เรื่อง ความคล้าย กับศาสตร์อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์



การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือ Experiential learning พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ดังนี้

Kolb (1991, p. 255) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่าเป็น กระบวนการของการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริง

Dewey (1991, p. 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หมายถึง กระบวนการ ค้นหาความเชื่อมโยงที่พิเศษระหว่างสิ่งที่กระทำและผลของจากการกระทำเพื่อที่จะรู้ว่าสองสิ่งนี้มีความเกี่ยวข้องกัน

Beardand & Wilson (2006, p. 16) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่าเป็นความเกี่ยวเนื่องกันระหว่างทฤษฎี (Theory) และการลงมือปฏิบัติ (Practice)

Marcella (2016, p. 9) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างสำคัญในการวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ และในการรวบรวม การวิเคราะห์ และการใช้เนื้อหาและต้องผ่านประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมจนถึงการทดลองเชิงรุก

ทิศนา แคมมณี (2558, น. 130) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่า หมายถึง การดำเนินการอันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เรื่องที่เรียนรู้อีกแล้วจึงให้ผู้เรียนย้อนไป สังเกตทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้น และนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่าง ๆ ในเรื่องที่เรียนรู้ แล้วจึงนำความคิดหรือสมมติฐานเหล่านั้นไปทดลองหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ต่อไป

เรียมพร แสนซึ้ง (2558, น. 41) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่า หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยการลงมือกระทำ โดยสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่จากประสบการณ์นั้น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด วิเคราะห์ประสบการณ์ สรุป และนำประสบการณ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

จตุพร ผ่องลุนहित (2560, น. 16) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยการลงมือปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน และมีการไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้รับ เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2.2.1 แนวคิดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) จุดเริ่มต้นของการศึกษาเชิงประสบการณ์ เริ่มในทศวรรษ 1930 เมื่อ John Dewey (1974 อ้างอิงใน เรียมพร แสน

ซุง, 2558, น. 42) ได้เขียนหนังสือ "Experience and Education" ตีพิมพ์ในปี 1938 ซึ่งก่อให้เกิดการตื่นตัวเรื่องการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงโดยเฉพาะในสถานการณ์การทำงานและในทศวรรษที่ 1960 ผลจากการปฏิวัติของการศึกษา คือ การเพิ่มการใช้ประสบการณ์ภาคสนามมาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับอุดมศึกษา

จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ คือ การให้ผู้เรียนได้ตระหนักในปรากฏการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา โดยให้ประสบการณ์ภาคสนามเชื่อมโยงการเรียนรู้ ความคิดและการกระทำเข้าด้วยกัน การเรียนรู้เชิงประสบการณ์จึงสัมพันธ์กับ "การเรียนรู้จากการกระทำ" วิธีการเรียนการสอนจะเชื่อมโยงทักษะการเรียนรู้กับสถานการณ์จริงในโลกของการทำงานจริง ซึ่งเป็นวิธีสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากประสบการณ์เดิม โดยมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

2.1.1 การเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียน

2.1.2 ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ท้าทายอย่างต่อเนื่อง และเป็นการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาในการเรียน ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมตลอดเวลา ไม่ได้นั่งฟังการบรรยายอย่างเดียว

2.1.3 มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

2.1.4 ปฏิสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดการขยายตัวของเครือข่ายความรู้ออกไป

2.1.5 อาศัยการสื่อสารทุกรูปแบบ เช่น การพูด หรือการเขียน การวาดรูป การแสดง บทบาทสมมติ ซึ่งจะเอื้ออำนวยให้เกิดการแลกเปลี่ยน การวิเคราะห์ และสังเคราะห์ การเรียนรู้

2.2.2 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ David Kolb (1984 อ้างอิงใน เรียมพร แสนซุง, 2558, น. 42) ตามทัศนะของ Kolb ผู้เรียนที่เรียนรู้จากประสบการณ์เชิงรูปธรรม โดยผ่านการสะท้อนประสบการณ์ต่าง ๆ และปรับประสบการณ์เหล่านั้นมาสู่การทดลองและการปฏิบัติกับปัญหาจริง จากการที่การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เน้นที่การแก้ปัญหา การสะท้อนคิด และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีของ Kolb จึงเข้ากับหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่มีประโยชน์กับการเรียนรู้ที่ยืดงานเป็นหลัก และสามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการคิดที่ซับซ้อน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ แรงจูงใจในการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการทำงานได้ง่ายขึ้น การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการประสานระหว่างการนำประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาเป็นส่วนที่สำคัญของการเรียนรู้ และเป็นการศึกษาที่เพิ่มประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ดังนั้นการเรียนรู้เชิงประสบการณ์จึงรวมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทุกรูปแบบ

2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ดังนี้

Kolb (1991, p. 257) ได้เสนอทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดในตัวผู้เรียนเป็นวงจรแห่งการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้จะเริ่มจากจุดใดจุดหนึ่งของวงจรแห่งการเรียนรู้ก็ได้ แต่ต้องดำเนินการให้ครบวงจรแห่งการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่ Kolb ได้นำเสนอและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางมีลักษณะสำคัญ 4 อย่าง ดังนี้

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) เป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อผู้เรียนเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เป็นส่วนประกอบของชีวิต ประสบการณ์จะนำไปสู่การรวบรวมความสามารถในการจัดการที่ยิ่งใหญ่ เป็นความสัมพันธ์ที่มีค่า ซึ่งประสบการณ์อาจจะมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ได้ ทั้งการยอมรับและการปฏิเสธ

2. การสังเกตและการไตร่ตรอง (Observe and reflect) การเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยการให้ผู้เรียนได้มีการสะท้อนกลับ มีการไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นประโยชน์ หรือไม่เป็นประโยชน์

3. การพิจารณาถึงความเห็นและการสร้างแนวคิด (Generalize and conceptualize) เป็นการรวบรวมความรู้เพื่อสร้างกรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดอื่น ๆ ที่ได้จากประสบการณ์ ในอดีตและความรู้ที่ได้จากการกระทำหรือได้รับมา หรือการได้รับความรู้จากข้อมูลจากครูผู้สอน การสนทนาพูดคุย แล้วนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของตนเอง

4. การตรวจสอบและการบูรณาการ (Experiment and Integrate) เป็นสิ่งท้าทายที่ดีที่สุดคือการฝึกปฏิบัติจริง เป็นการทดลองฝึกปฏิบัติ และตรวจสอบเพื่อการลองผิดลองถูก เป็นการตรวจสอบแนวคิด หาความจริงในสถานที่แตกต่างกัน และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลง

Burnard (1996, pp. 15-19) อธิบายว่า การเรียนรู้จากประสบการณ์มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการกระทำ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติอย่างจริงจัง นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้โดยทำเทียบกับผู้สอน และมีสิ่งเร้าใจที่หลากหลายกว่าการบรรยายของผู้สอนเพียงอย่างเดียว เช่น บทบาทสมมติ การแสดงละคร เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การเรียนน่าสนใจมากขึ้น

2. ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้คิดทบทวนเกี่ยวกับประสบการณ์ตนเอง เนื่องจากประสบการณ์อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะมั่นใจได้ว่าจะมีการเรียนรู้เกิดขึ้น ความสำคัญจึงอยู่ที่การ บูรณาการประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิม โดยผ่านกระบวนการคิดทบทวน ซึ่งอาจเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนโดยลำพัง หรือเกิดขึ้นโดยกระบวนการกลุ่มจากการอภิปราย

3. ผู้สอนยอมรับการเรียนรู้ของผู้เรียนจากประสบการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ตีค่าให้ความหมายหรือแปลความในสิ่งที่ผู้เรียนนำเสนอ เพราะการให้คุณค่าเป็นบทบาทของผู้เรียนเองผู้สอนมีบทบาทเป็นเพียงผู้อำนวยการความสะดวกมากกว่าเป็นครู ผู้บรรยายหรือผู้นำ

4. เป็นการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยให้ความสำคัญกับความเข้าใจของผู้เขียน และการสร้างมุมมองต่าง ๆ ตามความคิดของผู้เรียนเอง

5. ประสบการณ์ของบุคคลเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่มีค่า ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้คิดทวนเกี่ยวกับประสบการณ์ในอดีตเพื่อวางแผนสำหรับอนาคต จึงกล่าวได้ว่าเป็นการใช้ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลให้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้

6. มีการรับฟังซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นหัวใจของการเรียนรู้ ผู้สอนไม่เพียงแต่รับฟังทุกคนแต่ต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนรับฟังซึ่งกันและกัน โดยเคารพในความเป็นบุคคลและแสดงบทบาทในการเป็นผู้ฟังที่ดี

ทิตินา แคมมณี (2558, น. 131-132) ได้เสนอตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนมีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) ในเรื่องที่เรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ลงไปประสบด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนมีการสะท้อนความคิด (Reflect) และอภิปรายร่วมกันกับสิ่งที่ได้ประสบมา หรือเกิดขึ้นในสถานการณ์การเรียนรู้นั้น

3. ผู้เรียนมีการสร้างความคิดรวบยอด หลักการ สมมติฐาน จากประสบการณ์ที่ได้รับ

4. ผู้เรียนมีการนำเสนอความคิดรวบยอด หลักการ และสมมติฐานต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นไปทดลองหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ

5. ผู้สอนมีการติดตามผลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนผลการทดลองและประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้ หรือปรับเปลี่ยนความคิด หลักการ และสมมติฐานตามความเหมาะสม

6. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผล โดยใช้การประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองประกอบกับการประเมินผลของผู้สอนด้วย

เรียมพร แสนซึ้ง (2558, น. 44) กล่าวว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะแสวงหาความรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ

จตุพร ผ่องอุณหิต (2560, น. 19) ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วย

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอาศัยประสบการณ์เรียนรู้ของตนเอง และมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์
2. การสังเกตและการสะท้อนคิด เป็นการไตร่ตรองประสบการณ์ที่ได้รับประสบมา หรือ ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์การเรียนรู้
3. การพิจารณาถึงความเห็นและสร้างข้อสรุป เป็นการรวบรวมความรู้เพื่อสร้างกรอบแนวคิด ความคิดรวบยอด
4. การประยุกต์ใช้ เป็นการฝึกปฏิบัติจริง และทดลองในสถานการณ์ใหม่ ๆ

2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

Kolb (1991, p. 256) ได้เสนอวัฏจักรการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience หรือ CE) ผู้เรียนมีการปฏิบัติกิจกรรมหรือมีการทดลองตามแนวคิดที่วางไว้

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ (Reflective Observation หรือ RO) ผู้เรียนได้มีการพิจารณาไตร่ตรองถึงประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ (Abstract Conceptualization หรือ AC) ผู้เรียนมีความพยายามร่วมกันที่จะสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้ความรู้ (Active Experimentation หรือ AE) ผู้เรียนมีการประยุกต์ความรู้หรือหลักการที่ได้รับเพื่อนำไปสู่การทดลองใหม่ ๆ

Pfeiffer & Jones (1983, pp. 24-28) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลักษณะของวงจรแห่งการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยเรียกว่า วงจรการเรียนรู้จากประสบการณ์ ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 การค้นหาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Experiencing) ผู้เรียนจะเข้ามามีส่วนร่วมเกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยการค้นหาและแลกเปลี่ยนกับกลุ่มเพื่อน และครูผู้สอน เป็นขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การนำเสนอประสบการณ์ (Publishing) ผู้เรียนจะแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการนำเสนอประสบการณ์ในอดีต การสังเกต การร่วมปฏิสัมพันธ์ต่อกันในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การเข้าร่วมอภิปราย (Processing) ผู้เรียนมีโอกาสตรวจสอบและเข้าร่วมอภิปรายรูปแบบและการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรม

ขั้นที่ 4 การสรุปสร้างความรู้ใหม่ (Generalizing) ผู้เรียนจะนำประสบการณ์ที่ได้รับมา ผสมผสานและกำหนดสร้างเป็นความรู้ใหม่

ขั้นที่ 5 การประยุกต์ใช้ (Applying) การนำเสนอความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและสร้างเป็นประสบการณ์ใหม่สำหรับตนเอง

Marcella (2016, pp. 6-7) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม เป็นขั้นตอนการวางแผนโดยครูและผู้เรียน โดยเป็น ขั้นกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้และวัตถุประสงค์ ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการวางแผนประสบการณ์การ เรียนรู้

ขั้นที่ 2 การสังเกตแบบไตร่ตรอง เป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้อย่างแท้จริงและนักเรียน มีส่วนร่วมสำคัญในกิจกรรมการเรียนรู้และการสำรวจประสบการณ์การเรียนรู้ ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการ จัดทำรายการตรวจสอบสิ่งที่ผู้เรียนควรลองทำ เช่น การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างกระตือรือร้น และ จัดทำบันทึกหรือบันทึกคำถามบางประเภทและกำหนดคำถามที่เหมาะสม

ขั้นที่ 3 แนวคิดเชิงนามธรรม เป็นขั้นที่ครูและผู้เรียนไตร่ตรองถึงประสิทธิผลของการ เรียนรู้ประสบการณ์ ภายใต้นี้จะเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดของวัฏจักร ครูและนักเรียนควรไตร่ตรองถึงสิ่ง ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ วิธีที่เรียนรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือไม่ เป็นต้น การ สนทนาเกี่ยวกับการไตร่ตรองเหล่านี้กับครูสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งเช่นเดียวกับการ สนทนากับเพื่อน ขั้นตอนการสังเกตแบบไตร่ตรองนั้นสำเร็จได้ด้วยการอภิปราย การระดมความคิด และคำถามเกี่ยวกับความคิด

ขั้นที่ 4 การทดลองเชิงรุก ขั้นตอนที่ครูและผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้กับ ทฤษฎีการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ทดลองเชิงรุกที่ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้กับสถานการณ์ใหม่ผ่านการ ทำงานภาคสนาม โครงการ และการมอบหมายงาน

Tong (2019, p. 244) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ไว้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 จัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประสบการณ์ ครูจัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม และสถานการณ์เฉพาะเพื่อใช้ประโยชน์จากประสบการณ์จริงของนักเรียนเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ใหม่ ๆ สถานการณ์ที่เลือกสำหรับกิจกรรมเชิงประสบการณ์จะต้องได้รับการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนใช้ ประโยชน์และเชื่อมโยงประสบการณ์เก่ากับบริบทใหม่

ขั้นที่ 2 จัดระเบียบ วิเคราะห์และประมวลผลประสบการณ์ นักเรียนเรียนรู้สถานการณ์ จากนั้นสังเกต พิจารณาไตร่ตรองกิจกรรมและปรากฏการณ์ที่ประสบเหตุการณ์ ค้นหาทดสอบวิธี ดำเนินกิจกรรมและค้นหาหลักการของกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ด้วยประสบการณ์เก่า ๆ ภายใต้นี้เป็นช่วงที่ ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมโดยตรงสังเกตตั้งคำถามและค้นหาคำตอบบ่อย ๆ

ขั้นที่ 3 ทำให้อยู่ในรูปทั่วไป ครูขอให้นักเรียนบรรยายสิ่งที่พวกเขาารู้และสรุปเป็นความรู้ ซึ่งกิจกรรมนี้จะสนับสนุนนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่และทักษะต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้และการทดสอบเชิงบวก ครูขอให้นักเรียนระบุวิธีการประยุกต์ใช้สิ่งที่เรียนรู้ใหม่ในการนำความรู้ไปใช้

เรียมพร แสนซุง (2558, น. 66) สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนการทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมด้วยคำถามหรือสื่อหรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม แล้วให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมเป็นรายบุคคลตามกิจกรรมที่ครูได้จัดไว้เมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้ โดยครูมีหน้าที่เตรียมข้อมูล แนะนำกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามหรือช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จำเป็นและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

2. การแบ่งปัน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ระดมสมองแลกเปลี่ยนประสบการณ์จากขั้นตอนที่ 1 โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 3 - 4 คน จากนั้นให้นักเรียนระดมสมองแลกเปลี่ยนประสบการณ์ภายในกลุ่ม เมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้และบันทึกผลที่ได้รับเพิ่มเติมนอกเหนือจากการปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง (ขั้นตอนที่ 1) พร้อมทั้งให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลของกลุ่มต่อชั้นเรียน

3. การสรุป เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำผลจากขั้นตอนที่ 2 มาร่วมกันอภิปรายทุกกลุ่ม และวิเคราะห์ความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับ เพื่อนำไปสู่การสรุปหลักการสาระสำคัญ กระบวนการแก้ปัญหา หรือแนวทางที่สามารถใช้ได้ในสถานการณ์จริง พร้อมทั้งให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้และบันทึกผลที่ได้รับเพิ่มเติมนอกเหนือจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม (ขั้นตอนที่ 2)

4. การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น

จตุพร ผ่องลุนहित (2560, น. 27) ได้สรุปขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Interesting) เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอความรู้เดิม หรือทบทวนประสบการณ์เดิม

2. ขั้นการสร้างประสบการณ์ (Doing) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นหาสิ่งที่อยากทราบ จนได้รับประสบการณ์

3. ขั้นการสะท้อนคิด (Reflecting) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ

4. ขั้นการสรุป (Generalizing) เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้รับ มาสร้างเป็นองค์ความรู้

5. **ขั้นการประยุกต์ (Applying)** เป็นขั้นผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

2.5 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์สามารถสรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ได้ ดังนี้ การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยการลงมือปฏิบัติและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง ซึ่งการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง มีการสะท้อนความคิด และอภิปรายร่วมกันกับสิ่งที่ได้ประสบมา หรือเกิดขึ้นในสถานการณ์การเรียนรู้นั้น มีการสร้างความคิดรวบยอด หลักการ สมมติฐาน จากประสบการณ์ที่ได้รับ และมีการนำเสนอความคิดรวบยอด หลักการ และสมมติฐานต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นไปทดลองหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งการฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนเป็นวงจรต่อเนื่องกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ โดยเน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น โดยครูมีหน้าที่เพียงอำนวยความสะดวก คอยช่วยแนะนำและตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัย

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ

งานทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของงานทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของงานทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของงานทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

Stein, Grover, & Henningsen (1996, p. 459) ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีเป้าหมายเพื่อเน้นความสนใจ กระตุ้นการเข้าร่วมการแสดงแนวคิด เน้นการสร้างความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อจะนำไปสู่การเรียนรู้ของนักเรียน

Cai (2003) ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง ซึ่งเป็นสิ่งที่จะนำไปสู่การพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

Isoda & Katagiri (2012) ได้กล่าวว่า งาน คือ สิ่งที่ครูสร้างขึ้นและมอบหมายให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและความสงสัยก่อนลงมือแก้ปัญหา และมีความแตกต่างกันในชั้นเรียน โดยที่ งาน คือ สิ่งที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำและมักจะนำเสนอคำถามควบคู่กันไปด้วย ส่วนปัญหา คือ สิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังจากที่ครูนำเสนองานและคำถาม โดยที่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนนั้น มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วก่อนหน้านี้แล้ว

วรรณิสา เมืองโคตร (2560, น. 8) ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ถูกออกแบบโดยครูที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และมอบหมายให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหาและความสงสัยก่อนลงมือแก้ปัญหา เป็นการกระตุ้นการคิด ทักษะและการเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

นิราวรรณ หมู่ธรรมไชย (2560, น. 8) ได้กล่าวว่างานทางคณิตศาสตร์ คือ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครูเป็นผู้ออกแบบและมอบหมายให้นักเรียนเพื่อกระตุ้นการคิดแก้ปัญหาและการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.2 ความสำคัญของงานทางคณิตศาสตร์

Cai & Lester (2010) กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ที่ทำทลายความสามารถของผู้เรียนสามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ได้ ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องเป็นงานที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย อยากที่จะแก้ปัญหาและทำให้เกิดบริบทที่จะนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ งานทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพควรมีลักษณะดังนี้

1. มีความสำคัญและมีประโยชน์ทางคณิตศาสตร์
2. ต้องใช้ความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหา
3. ช่วยให้เกิดการพัฒนาความคิดเชิงมโนทัศน์
4. เปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินระดับการเรียนรู้และประสบการณ์ของผู้เรียน
5. สามารถใช้วิธี ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างได้

6. มีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายหรือตัดสินใจได้อย่างแตกต่างในการทำงานรวมถึงการยืนยันแนวคิดที่ได้จากการแก้ปัญหา

7. กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอภิปราย
8. มีความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน
9. ส่งเสริมการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน
10. เปิดโอกาสให้ฝึกฝนทักษะที่สำคัญ

Jamar (2011) ได้กล่าวว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหาผ่านการใช้งานทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยปราศจากการสอนวิธีในการแก้ปัญหานั้น ๆ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ต้องใช้ความคิดขั้นสูง และความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกัน ซึ่งหมายถึง ความรู้ใหม่สามารถสร้างได้ โดยการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมมาใช้ ดังนั้นนักเรียนควรได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถจดจำองค์ความรู้เหล่านั้นได้อย่างยาวนานและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ในอนาคตได้ นอกจากนี้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหา ส่งผลทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการอธิบาย ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในองค์ความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

สมาคมครู คณิตศาสตร์ แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2014, pp. 23-24) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และค้นหาวิธีการที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยงานทางคณิตศาสตร์ จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์จึงเป็นการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

ตาราง 8 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
- สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจ สืบเสาะ และแก้ปัญหา เพื่อสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง	- พยายามแก้ปัญหาและให้เหตุผลผ่านงานทางคณิตศาสตร์
- เลือกงานทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ผ่านการใช้สื่อหรือการดำเนินการแทนที่หลากหลาย	- พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์ โดยมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมและสร้างองค์ความรู้ใหม่

นิราวรรณ หมู่ธรรมไชย (2560, น. 9) ได้กล่าวว่างานทางคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และสามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้ ซึ่งการที่ผู้สอนจะจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรคำนึงถึงการคัดสรรงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยหลักสำคัญคือต้องพิจารณาความหลากหลายของความสามารถของผู้เรียนแนวความคิดการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เน้นให้ความสำคัญกับการให้เหตุผลของแต่ละวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นมากกว่าคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างถ่องแท้

วรรณิสา เมืองโคตร (2560, น. 10) ได้กล่าวว่างานทางคณิตศาสตร์ สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และลงมือแก้ปัญหา ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และค้นหายุทธวิธีที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยงานทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน และงานทางคณิตศาสตร์ที่สามารถท้าทายความสามารถของนักเรียนนำไปสู่การเพิ่มและพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและลงมือแก้ปัญหา

3.3 ประเภทและลักษณะของงานทางคณิตศาสตร์

Henningsen & Stein (1997) ได้เสนอว่า งานทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ งานทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอในหลักสูตรหรือหนังสือเรียน งานทางคณิตศาสตร์ที่ถูกกำหนดโดยครูด้วยการพิจารณาลักษณะของงานและความต้องการเชิงการรู้ และงานทางคณิตศาสตร์ที่ถูกตีความโดยนักเรียนในชั้นเรียน โดยเป็นปัญหาที่ผ่านการออกแบบจากครู

Stein & Smith (1998, p. 345) ได้แบ่งลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ตามระดับการรู้คิด โดยการรู้คิด (Cognitive Demand) หมายถึง ชนิดและระดับของความคิดที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1. ระดับความรู้ความจำ (Memorization) ซึ่งเป็นระดับการรู้คิดในระดับต่ำ 2. ระดับการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการ แต่ไม่มีการเชื่อมโยง (Procedures without Connections) ซึ่งเป็นระดับการรู้คิดในระดับต่ำ 3. ระดับการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการ และมีการเชื่อมโยง (Procedures with Connections) ซึ่งเป็นระดับการรู้คิดในระดับสูง 4. ระดับการทำคณิตศาสตร์ (Doing Mathematics) ซึ่งเป็นระดับการรู้คิดในระดับสูง (Stein, Smith, Henningsen, และ Silver 2000) ดังนั้น ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ที่แบ่งตามระดับการรู้คิดมีอยู่ทั้งหมด 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความรู้ความจำ เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับต่ำในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเน้นความรู้ความจำ การจำกฎ สูตร หลักการและขั้นตอนวิธีการ เพื่อจะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์แบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการแต่ไม่มีการเชื่อมโยง เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับต่ำในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการเน้น การใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการในการอธิบายแนวคิดแต่ไม่มีการเชื่อมโยงกับศาสตร์ความรู้อื่น ๆ โดยจะเป็นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

3. ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์แบบอาศัยการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการและมีการเชื่อมโยง เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับสูงในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการเน้นการอธิบายแนวคิด วิธีการในการแก้ปัญหา เน้นการให้ความหมายที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีดำเนินการด้วยการเชื่อมโยงกับความรู้ต่าง ๆ

4. ลักษณะงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับสูงในการแก้ปัญหา และเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการลงมือทำ เน้นการใช้ความรู้ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและ ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่สามารถคาดเดาคำตอบได้ และเป็นกิจกรรมที่เน้นมีการให้เหตุผล ใช้ความรู้ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เช่น การตรวจสอบข้อคาดการณ์ การลงข้อสรุป การแปลความหรือตีความ เป็นต้น

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2014, p. 19) ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์มีความกว้างมาก ตั้งแต่แบบฝึกหัดไปจนถึงงานที่นักเรียนต้องพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยงานทางคณิตศาสตร์ที่แบ่งตามระดับการรู้คิดมีอยู่ทั้งหมด 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ระดับความจำ เป็นการให้ข้อมูล กฎ รูปแบบและขั้นตอนที่ยอมรับแล้วจำ และงานที่ไม่มีใครที่แก้ได้ มีความชัดเจน นักเรียนรู้ว่าต้องทำอะไร และ ใช้วิธีการที่เคยเรียนมาแล้วตรงไปตรงมา ไม่ต้องคิดอะไร

2. ระดับเน้นกระบวนการแต่ไม่มีการเชื่อมโยงกับแนวคิด กฎ สูตร เป็นขั้นที่มีกระบวนการ ลำดับขั้นตอน ที่เกี่ยวข้องกับการสอนครั้งที่ผ่านมา ไม่ต้องใช้การคิดเยอะแต่สามารถทำสำเร็จได้ มีความคลุมเครือเล็กน้อยให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการ และไม่มีการเชื่อมโยงกับแนวคิดหรือความหมายของกระบวนการ

3. ระดับเน้นกระบวนการและการเชื่อมโยง มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ มีการชี้แนะซึ่งเชื่อมโยงกับแนวคิด แตกต่างกับการให้วิธีการที่เฉพาะเจาะจง มีการใช้วิธีการที่หลากหลาย นักเรียนต้องเชื่อมโยงสู่แนวคิด ที่เป็นพื้นฐานกระบวนการนั้นเพื่อพัฒนาไปสู่ความสำเร็จ

4. ระดับสูง เป็นงานที่ซับซ้อน ไม่มีวิธีการที่ชัดเจนในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องเลือกเครื่องมือ แนวคิดมาใช้ในการแก้ปัญหาเอง นักเรียนต้องวิเคราะห์ปัญหา ข้อจำกัดของปัญหารวมถึงตรวจสอบวิธีคิดของตัวเอง

นิตราวรรณ หมู่ธรรมไชย (2560, น. 11) งานทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ งานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับการรู้คิดต่ำและงานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับการรู้คิดสูง ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 ลักษณะย่อย ได้แก่ งานทางคณิตศาสตร์แบบความรู้ ความจำ งานทางคณิตศาสตร์แบบใช้ขั้นตอนวิธี งานทางคณิตศาสตร์แบบใช้ขั้นตอนวิธีและมีการเชื่อมโยง และงานทางคณิตศาสตร์แบบใช้การรู้คิดในระดับสูง

วรรณิสสา เมืองโคตร (2560, น. 13) งานทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ โดยแบ่งประเภทตามจุดประสงค์ของการใช้งานทางคณิตศาสตร์นั้น ซึ่งส่วนใหญ่จะแบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ งานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นความรู้ความจำ งานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นขั้นตอนกระบวนการ งานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง และงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นใช้ความคิดขั้นสูง

3.4 สรุปรูปงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์สามารถสรุปรูปงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้ งานทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่

ออกแบบโดยครู เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่มีความท้าทายผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และมีการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้และค้นหายุทธวิธีที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และนอกจากนี้การให้นักเรียนใช้งานทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยปราศจากการสอนวิธีในการแก้ปัญหานั้น ๆ ซึ่งหมายถึง ความรู้ใหม่สามารถสร้างได้ โดยการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมมาใช้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์จึงเป็นการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของนักเรียนได้ ซึ่งงานทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. งานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความรู้ความจำ เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับต่ำในการแก้ปัญหา เป็นการเน้นความรู้ความจำ กฎ สูตร หลักการและขั้นตอนวิธีการ
2. งานทางคณิตศาสตร์แบบอาศัยการใช้ขั้นตอน วิธีดำเนินการแต่ไม่มีการเชื่อมโยง เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับต่ำในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการเน้นการใช้ขั้นตอนวิธีดำเนินการในการอธิบายแนวคิดแต่ไม่มีการเชื่อมโยงกับศาสตร์ความรู้อื่น ๆ
3. งานทางคณิตศาสตร์แบบอาศัยการใช้ขั้นตอน วิธีดำเนินการและมีการเชื่อมโยง เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับสูงในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นการเน้นการอธิบายแนวคิดวิธีการในการแก้ปัญหา
4. งานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความคิดขั้นสูง ซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้การรู้คิดในระดับสูงในการแก้ปัญหา และเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการลงมือทำ เน้นการใช้ความรู้ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาแนวทางการแก้ปัญหา เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไม่สามารถคาดเดาคำตอบได้

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

John et al (2002) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็น ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ

อัมพร ม้าคอง (2559, น. 60) ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาเข้ากับความรู้ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ตนพบ

อริวัฒน์ นาวารัตน์ (2559, น. 42) ได้กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการผสมผสานแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยนำความรู้ เนื้อหาสาระ หรือ หลักการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

จิราวรรณ ใจเรือน (2560, น. 6) ได้กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนขึ้น

สุภากานต์ สุรัตน์ (2560, น. 8) หมายถึงความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นพื้นฐานในการใช้เชื่อมโยงกับสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในสาระอื่น ๆ รวมไปถึงการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 44) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

4.2 ความสำคัญของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Kennedy & Tipps (1994, pp. 194 - 198) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่ามีความสำคัญ นักเรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ ภาพประกอบ สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

Reed (1995) ได้กล่าวเกี่ยวกับความสำคัญของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันไว้ว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ นั้นจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และยังช่วยให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

สมาคมครู คณิตศาสตร์ แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000, p. 132) ได้นำเสนอเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการสร้างการเชื่อมโยงเป็นการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ถ้าไม่มีการเชื่อมโยง นักเรียนต้องเรียน และจำด้วยความคิดรวบยอดที่ถูกแยกซึ่งมีจำนวนมากเกี่ยวกับการเชื่อมโยง ถ้านักเรียนเรียนแล้วสามารถ

เชื่อมโยงได้ เป็นการสร้างความเข้าใจใหม่จากความรู้อันมีอยู่ก่อนหน้านี้ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เพราะสามารถช่วยให้นักเรียนบรรลุผลสำเร็จเกี่ยวกับความคิดรวบยอดใหม่ และเห็นว่าคณิตศาสตร์เข้าใจได้ง่ายนักเรียนควรจะถูกละเลยและส่งเสริมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะพัฒนาลักษณะนิสัยการมองเพื่อการเชื่อมโยงและความสงสัยเกี่ยวกับการเชื่อมโยง เช่น ภายในหัวข้อของคณิตศาสตร์การเชื่อมโยงจากบทนิยามเบื้องต้นและสถานการณ์ที่ใช้ความซับซ้อน นำไปสู่การพัฒนาเชิงเหตุผลและความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ขณะที่การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์และแสดงกระบวนการซึ่งคณิตศาสตร์ไม่ใช้การสะสมของแนวคิดที่แยกเป็นส่วน ๆ การเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนมีทักษะและความคิดรวบยอดและใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

Blaskopf & Chazan (2001, p. 625) กล่าวว่า การเชื่อมโยงช่วยให้นักเรียนตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นจริง มีความหมาย และมีประโยชน์สำหรับทุกคน การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและเห็นคุณค่าในคณิตศาสตร์มากขึ้น

John et al (2002, pp. 81-83) ได้อธิบายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ

สุภาภานต์ สุรัตน์ (2560, น. 10) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญยิ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้มากขึ้น สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนเนื้อหาใหม่ เชื่อมโยงกับสาขาวิชาอื่น ๆ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4.3 ประเภทของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The Nation Council of Teacher of Mathematics, 1991) แบ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาเป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์กันให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพจริง

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, น. 124-126) กล่าวถึง ประเภทและทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะ/ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีและทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายมากขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะ/ กระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงที่นิยมใช้ในห้องเรียนมี 3 ลักษณะ ได้แก่

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

ปิยะวรรณ หาญวัฒน์กุล (2559, น. 24) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 44) ได้แบ่งลักษณะของการเชื่อมโยงไว้ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีและกะทัดรัดขึ้น

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

การที่ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและมีความคงทนในการเรียนรู้ ตลอดจนช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้เรียนรู้คณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

4.4 การประเมิน/ตรวจสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 19) ได้กล่าวว่า การประเมินทักษะการเชื่อมโยงสามารถประเมินได้จากความสามารถในการเปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ ความสามารถในการเชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถหาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้โน้ตทัศน์ที่ซับซ้อน และสามารถสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551, น. 60) ได้กล่าวว่า การประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัดจากการเขียนอนุทิน หรือข้อสอบที่เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้โอกาสนักเรียนแสดงความสามารถ

อัมพร ม้าคนอง (2559, น. 181) กล่าวถึงการประเมินการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าส่วนใหญ่จะเป็นการประเมินระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยยกตัวอย่างการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยง เช่น ให้นักเรียนยกตัวอย่างการวัดความยาว การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาอย่างละ 2 ตัวอย่าง พร้อมทั้งระบุหน่วยการวัดของทุกตัวอย่าง และ ผู้สอนให้นักเรียนทำงานกลุ่มโดยให้ใช้แผนที่ประเทศไทยและอุปกรณ์ เช่น ไม้บรรทัด ดินสอ ในการใช้ความรู้เรื่องทิศ มาตราส่วน อัตราส่วน ทาทิศและระยะทางที่จังหวัดสำคัญต่าง ๆ อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ รวมทั้งคำนวณเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยให้นักเรียนกำหนดความเร็วในการเดินทางตามความเหมาะสม

เกณฑ์การประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, น. 12) ได้นำเสนอองค์ประกอบของเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ดังนี้

การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนจะต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

1. ประเด็นที่จะประเมิน คือ สิ่งสะท้อนผลการเรียนรู้หลัก ๆ หรือมาตรฐานการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายของแต่ละหน่วย/ ภาระงาน

2. ระดับความสามารถ ส่วนใหญ่จะกำหนดเป็นเลขคี่มากกว่าเลขคู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการให้คะแนนที่ตกอยู่ตรงกลาง ทำให้จำแนกความสามารถได้ยาก และแต่ละระดับอาจกำหนดเป็นตัวเลขหรือคำแสดงคุณภาพต่าง ๆ เช่น ดีมาก ดี พอใช้ ยังต้องปรับปรุง เป็นต้น

3. คำอธิบายคุณภาพของแต่ละระดับความสามารถ ว่าคุณภาพของความสามารถแต่ละระดับที่คาดหวังนั้นเป็นอย่างไร คำบรรยายเหล่านี้จะต้องมีความชัดเจนในการใช้ภาษาที่กะทัดรัด เข้าใจง่าย และเห็นความแตกต่างระหว่างระดับความชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนน มีวิธีการ 2 แบบ คือ

การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม (Holistic Score) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่ามีคุณสมบัติกับเกณฑ์ในระดับใด และมีคะแนนเดียวสำหรับงานนั้น ซึ่งจะมีคำอธิบายคุณภาพของงานประกอบการให้คะแนนและตัดสินคะแนนต่าง ๆ ได้ด้วยการกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งที่จะประเมินออกเป็นประเด็นย่อย (Analytic Score) เป็นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ โดยระบุรายละเอียดออกเป็นประเด็นย่อย ๆ และแต่ละประเด็นมีคุณภาพอย่างไร

กรมวิชาการ (2546, น. 121-124) ได้นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงไว้ ดังนี้

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของกรมวิชาการ

คะแนน/ ความหมาย	ผลการทำงานที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 ต้องปรับปรุง	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 93-94) ได้นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยง ไว้ดังนี้

ตาราง 10 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงไม่เหมาะสมหรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, น. 117) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์สาระอื่น และชีวิตประจำวันอย่างสอดคล้องและเหมาะสม
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์สาระอื่น และชีวิตประจำวันได้บางส่วน
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์และสาระอื่น แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้
1 (ปรับปรุง)	พยายามนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงแต่ไม่เหมาะสม
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ

4.5 สรุปเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาข้อมูลสามารถสรุปเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้ ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหา แนวคิด หลักการทางและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียนมาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าเกี่ยวข้องกับวิชาใดวิชาหนึ่ง เราต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลาย ๆ วิชามาร่วมกันในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยมองเป็นภาพรวมไม่ได้แยกวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็นเนื้อหาย่อย จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีความเข้าใจและเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น โดยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และสำหรับการประเมินการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าส่วนใหญ่จะเป็นการประเมินระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยการวัดผลประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ควรกระทำอย่างต่อเนื่องโดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบ และใช้วิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม เช่น การสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ การสัมภาษณ์ การจัดทำแฟ้มสะสมงาน หรือการทำโครงการการเลือกใช้วิธีการวัดที่เหมาะสมและเครื่องมือที่มีคุณภาพ จะทำให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ มีการใช้เครื่องมือ ดังนี้

1. ใบกิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่สะท้อนลำดับความคิดและการเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียน โดยนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่าในการแก้ปัญหา เรื่อง ความคล้าย จะต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง และเมื่อจบบทเรียนนักเรียนสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

2. การใช้คำถาม ลักษณะคำถามที่ใช้เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ควรเป็นคำถามที่เจาะลึกแนวคิด ยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา และเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ โดย

ลักษณะของคำถามให้เป็นลักษณะของคำถามว่า “เพราะเหตุใด” “ทำไม” “อย่างไร” เช่น “เรื่องที่เรียนอยู่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมาก่อนหน้านี้อย่างไร” “นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหา” เป็นต้น

3. การสังเกตพฤติกรรม เป็นการใช้รูปแบบการสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง ซึ่งสังเกตกระบวนการคิดของผู้เรียน โดยที่ผู้สังเกตไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือเข้าไปแทรกแซงกระบวนการคิดของผู้เรียน

4. การสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์เพิ่มเติมในประเด็นแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์กับข้อมูลส่วนอื่น ๆ โดยนำรูปแบบการแก้ปัญหาของนักเรียนและใบกิจกรรมมาประกอบการสัมภาษณ์ โดยใช้คำถามลักษณะปลายเปิด และมีเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

ตาราง 12 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น		
	คณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ	คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน
3 ดี	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมและนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ อย่างเหมาะสมและนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสมและนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น		
	คณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ	คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไป เชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวันอย่าง เหมาะสมบางส่วน และ นำไปสู่คำตอบของ สถานการณ์ปัญหาที่ไม่ ถูกต้อง
0 ต้อง ปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือ ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ไม่ เหมาะสม หรือ ไม่มีการ เชื่อมโยงใด ๆ	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไป เชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวันไม่ เหมาะสม หรือ ไม่มีการ เชื่อมโยงใด ๆ

ตาราง 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์	1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ 2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น 3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้	1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้	1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
ขั้นที่ 4 การประยุกต์	1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ 2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น 3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

เรียมพร แสนซุง (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเกณฑ์ร้อยละ 75 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและเกณฑ์ร้อยละ 75

จตุพร ผ่องลุนहित (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วรรณิสมา เมื่องโคตร (2560) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนร้อยละ 83.33 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยงานทางคณิตศาสตร์สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจน พร้อมทั้งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของเงื่อนไขที่กำหนดให้ในสถานการณ์ปัญหาได้ ส่วนการวางแผนในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ ถูกต้องเหมาะสม และสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว และสามารถดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Chesimet (2016) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของแนวทางการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศเคนยา โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือเพื่อศึกษาผลของแนวทางการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง สถิติ โดยกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนรวบรวมและจัดระเบียบข้อมูล วาดตารางการกระจายความถี่ แล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มข้อมูลเหมาะสม จากนั้นคำนวณค่าเฉลี่ย ฐานนิยม และค่ามัธยฐาน แล้วแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟเส้น กราฟแท่ง แผนภูมิวงกลม รูปสัญลักษณ์ ฮิสโตแกรม และรูปหลายเหลี่ยม จากนั้นตีความข้อมูลจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Tong (2019) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับการสอนสมการของวงกลม โดยมีตัวอย่างกิจกรรม เรื่อง สมการวงกลม ดังนี้ กิจกรรมที่ 1 จัดให้นักเรียนมีส่วนร่วมในประสบการณ์ ครูนำเสนอปัญหาเกี่ยวกับการจัดส่งอาหารของร้านอาหารกุด ซึ่งในแก้ปัญหานี้ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นสี่กลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มดูแผนที่ท้องที่ของซูเตียนร่วมกับแผนงาน ครูให้นักเรียนสนทนาและหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหารวมกัน โดยครูสังเกตการทำงานกลุ่มและคอยให้การช่วยเหลือเมื่อจำเป็น กิจกรรมที่ 2 การจัดประสบการณ์การวิเคราะห์และการประมวลผล เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหานี้ได้พวกเขาต้องวาดระบบพิกัดบนแผนที่ที่ครูแจก กิจกรรมที่ 3 ลักษณะทั่วไป ในขั้นตอนนี้ครูจะให้แต่ละกลุ่มรายงานผลงาน เพื่อสรุปเนื้อหาของสมการวงกลมในการดำเนินการกระบวนกร โดยการตอบคำถามเหล่านี้นักเรียนจะได้รับความรู้และจะได้รับโอกาสในการสร้างประสบการณ์ ทักษะและความรู้ใหม่ ขั้นที่ 4 การประยุกต์ใช้และการทดสอบเชิงบวก ในขั้นตอนนี้ครูจะให้ปัญหาที่คล้ายกันเพื่อให้นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งใหม่ ๆ เพื่อเรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองโดยการ ใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีทัศนคติในการเรียนรู้เชิงบวก รวมถึงมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

Zulkardi & Meryansumayeka (2020) ได้ทำการวิจัยโดยการศึกษาการทำงาน ของนักเรียนกับงานทางคณิตศาสตร์ที่คล้าย PISA โดยใช้บริบท COVID - 19 โดยการศึกษาครั้งนี้เกี่ยวข้องกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาอายุ 15 ปีจำนวน 29 คนและแต่ละคนมีระดับทักษะทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันซึ่งผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถกระตุ้นนักเรียนในการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์ และการใช้บริบทในปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่ดีในการดึงดูดนักเรียนให้เรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากพวกเขาเข้าใจบริบทและสามารถสำรวจคณิตศาสตร์จากการวิเคราะห์ปัญหาที่กำหนดได้ ซึ่งในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คล้าย PISA นักเรียนพยายามทำความเข้าใจโดยการอ่านคำถาม ซึ่งเป็นขั้นตอนแรก of นักเรียนในการแก้ปัญหา แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนไม่ได้อ่านทุกส่วนของปัญหา และนอกจากนี้การใช้รูปภาพในปัญหาทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ เนื่องจากรูปภาพช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและให้ข้อมูลด้วยสายตา และเมื่อนักเรียนเห็นปัญหาที่แสดงข้อมูลน้อย ส่วนใหญ่นักเรียนจะใช้ข้อมูลทั้งหมดในการค้นหาคำตอบ ในขณะที่การแสดงข้อมูลจำนวนมาก สิ่งที่ทำนักเรียนทำคือใช้กลยุทธ์ในการหาคำตอบ นักเรียนบางคนใช้การประมาณค่าในการหาผลลัพธ์ พวกเขาไม่ได้นับเป็นจำนวนที่แน่นอน พวกเขาพยายามหาจำนวนใกล้เคียงกับคำตอบมากที่สุด



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนแบบสหศึกษาและเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ มีบริบทเป็นชุมชนเมือง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research : CAR) โดยผู้วิจัยดำเนินการตามแบบจำลองของ Kemmis & McTaggart (1998) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

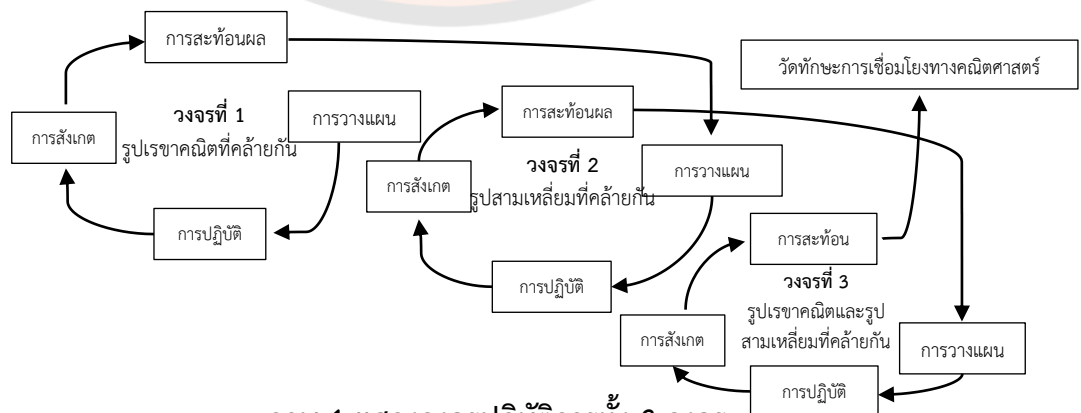
ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) เป็นขั้นที่ครูปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) เป็นขั้นที่ครูจะต้องสังเกต บันทึก และวิเคราะห์ข้อมูลจากผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) ครูนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น เพื่อนำผลไปปรับปรุงและวางแผนต่อในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดวงจรในการปฏิบัติไว้ 3 วงจร มีรายละเอียด ดังนี้ วงจรที่ 1 รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน วงจรที่ 2 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และวงจรที่ 3 ความคล้าย ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจร

เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ โดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ประกอบด้วย ดังนี้

ตาราง 14 แสดงเครื่องมือในการวิจัยโดยจำแนกตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย	แหล่งข้อมูล
1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทาง คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความ คล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้สถานการณ์โควิด	- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย - บันทึกสะท้อนผลการจัดการ เรียนรู้	- ครูผู้วิจัย - ครูหัวหน้ากลุ่ม สาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความ คล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้ สถานการณ์โควิด	- แบบวัดทักษะในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ - แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้ งานทางคณิตศาสตร์ - ใบกิจกรรม	นักเรียน

การพัฒนาเครื่องมือวิจัย

1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 แผน รวม 10 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างแผน ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างงานทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ กำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับ เรื่อง ความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดการ เรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ ดังนี้

ตาราง 15 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้

วงจรปฏิบัติการ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
วงจรปฏิบัติการที่ 1	1	รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	3
วงจรปฏิบัติการที่ 2	2	รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	3
วงจรปฏิบัติการที่ 3	3	รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	4

ตาราง 16 แสดงความสัมพันธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แผนที่	สาระการเรียนรู้	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์		
		คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
1	รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	- การเท่ากันทุกประการ - อัตราส่วน	วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย	ความปลอดภัยในการซื้อสินค้าออนไลน์
2	รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	- การเท่ากันทุกประการ - อัตราส่วน - มุม	วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - แสง	การหาความสูงของเสาธง
3	รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	- การเท่ากันทุกประการ - อัตราส่วน - มุม	วิชาศิลปะ - การวาดภาพเหมือน	การวาดแบบจำลองของสถานที่ที่ท่องเที่ยวได้

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำแผนการจัดการเรียนรู้ตลอดภาคเรียนมาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้สื่อ อุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล โดยจัดเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อย ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือจุดเน้นของหลักสูตรสภาพผู้เรียน ความพร้อมของโรงเรียนในด้านวัสดุ อุปกรณ์ และตรงกับชีวิตจริงในห้องเรียน

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านงานทางคณิตศาสตร์ ด้านสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ให้ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อนำไปทดลองใช้จริงตามประเด็น ดังนี้

1.) ปรับการเฉลยคำตอบจากทศนิยมให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ
2.) ปรับคำอธิบายความคิดรวบยอดเป็นลักษณะของรายชื่อเพื่อให้มีความชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น

3.) ระบุอัตราส่วนเป็นอัตราส่วนของความยาวด้าน

2. ขั้นตอนการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสะท้อนผลการเรียนรู้จากหนังสือการวัดและประเมินผล และเอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

2.2 ระบุของเขตในการสะท้อนผลการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หรือไม่ ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขตามประเด็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.4 นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
 อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์
 จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณา และประเมินความเหมาะสมของประเด็นการสะท้อนผล

2.5 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจัดทำให้ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อนำไปทดลองใช้จริง ดังนี้ เพิ่มคำชี้แจงให้มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น เพิ่มคำอธิบายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และคำอธิบายของทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3. ขั้นตอนการสร้างแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.2 ศึกษาการสร้างแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากหนังสือการวัดและประเมินผล และเอกสารประกอบการเรียนวิชาการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

3.3 สร้างแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบอัตนัย ให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้และครอบคลุมเนื้อหาตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ เพื่อคัดไว้ใช้จริง 6 ข้อ

3.4 นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์ศึกษาศาสตร์
 จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน

เพื่อทำการตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการประเมิน

3.5 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ตามประเด็น ดังนี้

- 1) ปรับข้อความให้มีรายละเอียดและความชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- 2) ปรับเฉลยคำตอบของวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากทศนิยมให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

3) ปรับเกณฑ์ในการประเมินให้ชัดเจนและสอดคล้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในด้าน คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ดังนี้

ตาราง 17 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น		
	คณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ	คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน
3 ดีมาก	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสมและ นำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น อย่างเหมาะสมและ นำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน อย่างเหมาะสมและนำไปสู่ คำตอบของสถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น อย่างเหมาะสม บางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของสถานการณ์ ปัญหาที่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ ถูกต้อง
1 ควรแก้ไข	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ไม่ ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น อย่างเหมาะสม บางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของสถานการณ์ ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน อย่างเหมาะสมบางส่วน และนำไปสู่ คำตอบของ สถานการณ์ ปัญหาที่ไม่ ถูกต้อง

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น		
	คณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์	คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น ๆ	คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน
0 ต้อง ปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ อย่างถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือ ไม่มีการเชื่อมโยงใด ๆ	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์ อื่น ไม่เหมาะสม หรือ ไม่ มีการเชื่อมโยงใด ๆ	นำความรู้ หลักการ และ วิธีการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ไม่เหมาะสม หรือ ไม่มีการ เชื่อมโยงใด ๆ

4. ขั้นตอนการสร้างแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้
- 4.1 ศึกษาการสร้างแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง จากเอกสารประกอบการเรียนวิชาการ
วิจัย
- 4.2 ระบุพฤติกรรมที่ต้องการจะสังเกตเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทาง
คณิตศาสตร์
- 4.3 สร้างประเด็นที่จะสังเกตและออกแบบฟอร์มในการสังเกต
- 4.4 นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย
อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
จำนวน 1 ท่าน
ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน
- เพื่อทำการตรวจสอบการใช้ภาษา และความเหมาะสมของพฤติกรรมที่จะสังเกตให้
สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสังเกต
- 4.5 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
โดยให้มีการเพิ่มคำอธิบายของแบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้างให้มีรายละเอียดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- 4.6 นำไปทดลองใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างย่อย
- 4.7 ปรับปรุงแก้ไขฟอร์มในการสังเกตให้เหมาะสมเพื่อนำไปทดลองใช้จริง

5. ขั้นตอนการสร้างใบกิจกรรม เรื่อง ความคล้าย โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างงานทางคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และ กำหนดจำนวนชั่วโมงให้สอดคล้องกับ เรื่อง ความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5.3 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างใบกิจกรรม ดังนี้

ตาราง 18 แสดงขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างใบกิจกรรม

วงจร ปฏิบัติการ	สาระการเรียนรู้	ใบกิจกรรม	ระดับของงานทาง คณิตศาสตร์
วงจร ปฏิบัติการที่ 1	รูปเรขาคณิตที่ คล้ายกัน	กิจกรรมพนักงาน บริษัทสกุลเงิน	งานทางคณิตศาสตร์แบบการ ใช้ความคิดขั้นสูง
วงจร ปฏิบัติการที่ 2	รูปสามเหลี่ยมที่ คล้ายกัน	กิจกรรมเสาธงร้อยปี	งานทางคณิตศาสตร์แบบการ ใช้ความคิดขั้นสูง
วงจร ปฏิบัติการที่ 3	รูปเรขาคณิตและรูป สามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	กิจกรรมนิทรรศการ จังหวัด	งานทางคณิตศาสตร์แบบการ ใช้ความคิดขั้นสูง

5.4 สร้างใบกิจกรรม เรื่อง ความคล้าย

ตาราง 19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในใบกิจกรรมกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถามในใบกิจกรรม	ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง มาช่วยในการแก้ปัญหา	
2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์	การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ	การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น
2.3 อื่น ๆ	การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
7. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง	การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
3.4 นำไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ ต้องการประเมิน	
3.5 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำให้ถูกต้องและ เหมาะสมเพื่อนำไปทดลองใช้จริง โดยมีรายละเอียด ดังนี้	
1) ปรับคำอธิบายของใบกิจกรรมให้มีรายละเอียดมากยิ่งขึ้น	
2) เพิ่มภาพประกอบให้เหมาะสม ได้แก่ ภาพที่มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาและชีวิตประจำวันของนักเรียน	
3) เพิ่มความยาวด้านของใบเฉลยใบกิจกรรมที่ 3.1	
4) ปรับคำถามในใบกิจกรรมที่ 3.2 ให้มีความสอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์	
5) เพิ่มคำถามเพื่อสะท้อนแนวคิดของนักเรียน ดังนี้ “นักเรียนมีวิธีการวางแผนใน การแก้ปัญหาอย่างไร”	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ในการส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง ทั้งหมด 11 ชั่วโมง โดยแบ่งเวลาเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 10 ชั่วโมง และทำแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 1 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. ชี้แจงจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้และสร้างความคุ้นเคยก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้
2. ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน จากนั้นวางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกับครูประจำการ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) นำผลที่ได้จากการบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัยและครูประจำการ มาวิเคราะห์ว่าบรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ มีสภาพปัญหาอย่างไร และควรปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2

วงจรที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) นำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้อีก แล้วปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาสะท้อนผลการจัดการเรียนร่วมกับครูประจำการ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) นำผลที่ได้จากการบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัยและครูประจำการ มาวิเคราะห์ว่าบรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ มีสภาพปัญหาอย่างไร และควรปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นนำไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3

วงจรที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) นำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้อีก แล้วปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 4 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ และขั้นที่ 4 การประยุกต์

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาสะท้อนผลการจัดการเรียนร่วมกับครูประจำการ เพื่อหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) นำผลที่ได้จากการบันทึกการสะท้อนผลของผู้วิจัยและครูประจำการ มาวิเคราะห์ว่าบรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ มีสภาพปัญหาอย่างไร และควรปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากนั้นนำผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์หาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

4. วัตถุประสงค์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เป็นรายบุคคลเพื่อประเมินว่านักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด

5. นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ข้อมูลแล้วเขียนเป็นรายงานการวิจัย

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งข้อมูลออกเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งสามารถจำแนกตามคำถามการวิจัย ได้ดังนี้

ตาราง 20 แสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกตามคำถามการวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. แนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร	- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย - บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) - การตรวจสอบแบบสามเส้า ด้านแหล่งข้อมูล (resource triangulation)
2. ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	- แบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ - แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ - ใบกิจกรรม	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) - ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) - การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (method triangulation)

ตาราง 21 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย

จุดมุ่งหมาย	แผนการจัดการ กิจกรรมการ เรียนรู้	บันทึก สะท้อนผล การจัดการ เรียนรู้	แบบวัด ทักษะในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	แบบสังเกตการ จัดการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ ร่วมกับการใช้งาน ทางคณิตศาสตร์	ใบ กิจกรรม
ข้อที่ 1	✓	✓			
ข้อที่ 2			✓	✓	✓

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (method triangulation) เพื่อตรวจสอบผลของการเก็บข้อมูลว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 การเตรียมจัดระบบข้อมูล เตรียมข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากนั้นอ่านข้อมูลทั้งหมด

1.2 กำหนดกรอบเนื้อหาในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการกำหนดกรอบนั้นจะต้องคำนึงถึงประเด็นคำถามในการวิจัย สามารถตอบคำถามวิจัยได้ เช่น ปัญหา แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

1.3 การลงรหัสข้อมูล และตัดประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องออก เพื่อลดทอนข้อมูลและจัดหมวดหมู่ของข้อมูลให้อยู่ในกรอบของเนื้อหาสาระ

1.4 นำข้อมูลมาตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (method triangulation) เพื่อตรวจสอบผลของการเก็บข้อมูลว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ จากนั้นจึงนำมาเขียนบรรยายให้อยู่ในรูปของเรียงความ

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ให้กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง และใบกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (method triangulation) เพื่อตรวจสอบผลของการเก็บข้อมูลว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.1 การเตรียมจัดระบบข้อมูล เตรียมข้อมูลที่ได้จากการแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตแบบกึ่งโครงสร้าง และใบกิจกรรม จากนั้นอ่านข้อมูลทั้งหมด

1.2 การลงรหัสข้อมูล และตัดประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้องออก เพื่อลดทอนข้อมูลและจัดหมวดหมู่ของข้อมูลที่บ่งบอกถึงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งประเด็นในการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนได้ ดังตาราง 22

ตาราง 22 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

องค์ประกอบ	รหัส	คำนิยาม	ตัวอย่างพฤติกรรม
คณิตศาสตร์ กับ	MM1	เชื่อมโยงความรู้ได้ มากกว่า 2 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับ เรื่อง อัตราส่วน รูปเรขาคณิตสอง มิติ และระบบสมการ
คณิตศาสตร์	MM2	เชื่อมโยงความรู้ได้ 2 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับ เรื่อง การเท่ากันทุกประการ และ มุม
	MM3	เชื่อมโยงความรู้ได้ 1 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับเรื่อง การเท่ากันทุกประการ
	MM4	เชื่อมโยงไม่ได้	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ/ ตอบไม่ตรงประเด็น
คณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น	MO1	เชื่อมโยงความรู้ได้ มากกว่า 2 เนื้อหา	เชื่อมโยง กับ วิชา วิทยาศาสตร์ การงานอาชีพ และศิลปะ
	MO2	เชื่อมโยงความรู้ได้ 2 เนื้อหา	เชื่อมโยง กับ วิชา สังคม และวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี
	MO3	เชื่อมโยงความรู้ได้ 1 เนื้อหา	เชื่อมโยง กับ วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
	MO4	เชื่อมโยงไม่ได้	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ/ ตอบไม่ตรงประเด็น
คณิตศาสตร์ กับ	MR1	เชื่อมโยงความรู้ได้ มากกว่า 2 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับ การหาความสูงของอาคาร การวาด ภาพจำลอง และการออกแบบแปลนบ้าน
ชีวิตประจำวัน	MR2	เชื่อมโยงความรู้ได้ 2 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับ การวาดภาพจำลองและการ ออกแบบแปลนบ้าน
	MR3	เชื่อมโยงความรู้ได้ 1 เนื้อหา	เชื่อมโยงกับ การหาความสูงสิ่งของต่าง ๆ
	MR4	เชื่อมโยงไม่ได้	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ/ ตอบไม่ตรงประเด็น

1.3 นำข้อมูลมาตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (method triangulation) เพื่อตรวจสอบผลของการเก็บข้อมูลว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ จากนั้นจึงนำมาเขียนบรรยายให้อยู่ในรูปของเรียงความ



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 คำถาม ดังนี้

1. แนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรเป็นอย่างไร

2. ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยจำแนกผลการวิจัยตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 การศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) และขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดวงจรในการปฏิบัติไว้ 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรถวายปฏิบัติที่ 1 รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ของนักเรียนในปัจจุบัน โดยวิเคราะห์จากผลการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) พบว่าผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยใน PISA 2018 มีคะแนนต่ำกว่าระดับพื้นฐานมากกว่าครึ่ง (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) และจากประสบการณ์ของผู้วิจัย ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนแบบสหศึกษาและเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ มีบริบทเป็นชุมชนเมือง พบว่า ในสถานการณ์ปัญหาที่มีการประยุกต์หรือสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปัญหาในชีวิตจริง นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามปัญหาดังกล่าวได้ ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากวิธีการสอนของครู โดยรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นการบรรยาย แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิด และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการจำและเลียนแบบตัวอย่างที่ครูได้อธิบายไว้เท่านั้น เมื่อมีสถานการณ์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงความรู้ นักเรียนจะไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครูไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 ชั่วโมง ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน แผนการจัดการเรียนรู้ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วยงานทางคณิตศาสตร์ ใบกิจกรรม และมีขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

ขั้นที่ 4 การประยุกต์

และมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาในงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนในงานทางคณิตศาสตร์ที่ 1 เรื่อง พนักงานบริษัทสกุลเงิน โดยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์หาคนร้ายจากบัตรพนักงานที่มาจากรูปต้นแบบที่เป็นรูปห้าเหลี่ยมเดียวกัน นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม เรื่อง อัตราส่วน มุม และการเท่ากัน

ทุกประการ มาช่วยในการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเอง แล้วร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ในใบกิจกรรม เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสรุปความเชื่อมโยงลงในสมุดของตัวเองเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาในงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนในงานทางคณิตศาสตร์ที่ 2 เรื่อง เสาธงร้อยปี โดยให้นักเรียนร่วมกันหาความยาวของเชือกในการเชิญธง เนื่องจากเชือกเดิมมีการชำรุด นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม เรื่อง อัตราส่วน มุม การเท่ากันทุกประการ และทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาช่วยในการแก้ปัญหา รวมถึงเชื่อมโยงความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง มาช่วยในการหาขนาดของมุม วิชาการงานอาชีพ เรื่อง การใช้เครื่องมือ มาช่วยในการวัดความยาวของแต่ละด้าน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเอง แล้วร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ในใบกิจกรรม เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสรุปความเชื่อมโยงลงในสมุดของตัวเองเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาในงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียนในงานทางคณิตศาสตร์ที่ 3 เรื่อง นิทรรศการจังหวัด โดยให้นักเรียนร่วมกันวาดภาพจำลองของวัดท่าหลวงเพื่อส่งประกวดในนิทรรศการของจังหวัด นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม เรื่อง อัตราส่วน มุม การเท่ากันทุกประการ รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในวงจรถัดที่ 1 และวงจรถัดที่ 2 มาช่วยในการแก้ปัญหา และเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวเอง แล้วร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ เรื่อง ความคล้าย รวมถึงสามารถสรุปได้ว่ารูปเรขาคณิตและรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกันมีวิธีการแก้ปัญหาที่เหมือนและแตกต่างกัน อย่างไร แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน ในใบกิจกรรม เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และสรุปความเชื่อมโยงลงในสมุดของตัวเองเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์

ผู้วิจัยและนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับการปลอมแปลงเอกสารในปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นว่าในปัจจุบันมีธุรกิจเกี่ยวกับการปลอมบัตรประชาชน การปลอมวุฒิการศึกษา การปลอมพาสปอร์ต และมี

การทำกันอย่างแพร่หลาย นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ว่าสิ่งใดบ้างที่ทำให้ตำรวจสามารถจับได้ว่าเป็น บัตรประชาชนปลอม หรือวุฒิปลอม จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง พนักงานบริษัทสกุลเงิน (งานทางคณิตศาสตร์ 1) เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งในใบกิจกรรม มี สถานการณ์เกี่ยวกับการจับคนร้าย โดยการพิจารณาจากรูปห้าเหลี่ยม จากนั้นให้นักเรียนออกมา นำเสนอวิธีคิดและคำตอบของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้ ในการพิจารณารูปห้าเหลี่ยมในแต่ละรูปนักเรียนพิจารณาสิ่งใดบ้าง โดยในการพิจารณานักเรียนพิจารณามุมและด้านอย่างไร จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน และเขียนสรุปความหมายและองค์ประกอบในการพิจารณารูปเรขาคณิตที่คล้ายกันลงในสมุดของตนเอง

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน และออกมานำเสนอความรู้ โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันร่วมกันอีกครั้ง โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม รวมถึงให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้

ขั้นที่ 4 การประยุกต์

นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 1.2 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เพื่อเป็นการตรวจสอบนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวัน ดังนี้ ความคล้าย กับ คณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน การเท่ากันทุกประการ ความคล้าย กับ การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความคล้าย กับ ความปลอดภัยในการซื้อสินค้าออนไลน์ และให้นักเรียนเขียนความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันเพิ่มเติมลงในสมุดของตัวเองเป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ครูประจำการ และจากใบกิจกรรมของนักเรียนรายกลุ่มและรายบุคคล ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้วิจัยได้เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้คำถามพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์การปลอมแปลงเอกสารในปัจจุบัน จากการสังเกตพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามแสดงถึงความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง พนักงานบริษัทสกุลเงิน ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และตอบคำถามก่อนแจกใบกิจกรรม ซึ่งหลังจากที่แจกใบกิจกรรมพบว่านักเรียนบางกลุ่มมีความตั้งใจและให้ความสนใจในการช่วยกันคิดวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เนื่องจากสถานการณ์ของผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและมีความเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถเริ่มต้นทำใบกิจกรรมได้ ผู้วิจัยจึงเข้าไปสอบถามนักเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: ทำไมกลุ่มนี้ถึงนั่งนิ่งคะ

นักเรียน: ผมไม่รู้จะเริ่มเขียนอย่างไรครับ กลัวเขียนผิด

ผู้วิจัย: เขียนตามเข้าใจของเราเลยคะ ไม่มีผิดไม่มีถูก

นักเรียน: ผมเขียนตามที่ผมคิดได้เลยใช่ไหมครับ

ผู้วิจัย: ใช่คะ เขียนตามความเข้าใจของเราได้เลย ไม่ต้องกังวลเรื่องการใช้ภาษา นะคะ ครูอยากรู้วิธีคิดตามความเข้าใจของพวกเรา

นักเรียน: ขอบคุณครับ พอไม่มีตัวอย่างแล้วผมเริ่มต้นไม่ถูก กลัวเขียนผิดครับ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนคุ้นชินกับการสอนแบบเดิมที่เป็น การสอนแบบบรรยายที่ครูสอน แล้วนำความรู้ที่ครูสอนไปทำแบบฝึกหัด โดยการเลียนแบบจาก ตัวอย่างของครู แต่เมื่อเจอการสอนที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ นักเรียนจึงไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มอย่างไร และ กลัวว่าความคิดของตนเองจะไม่ถูกต้อง หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มตอบคำถามในใบกิจกรรม ดังภาพ 2

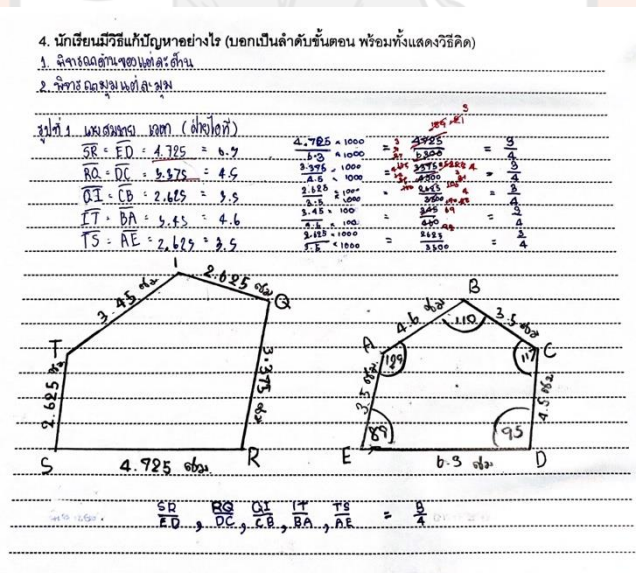


ภาพ 2 การวิเคราะห์สถานการณ์และแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของกลุ่มนักเรียน

ผู้วิจัย: ในการตอบคำถามข้อที่ 2 นักเรียนคิดอย่างไรคะ

นักเรียน: ข้อ 2.1 ผมเขียนตามที่ผมใช้เลยครับ ผมเริ่มต้นโดยการหมุนรูป การสะท้อน แล้วก็นำมาคำนวณ ผมก็เลยเขียนมาหมดเลย ส่วนข้อ 2.2 ผมวิเคราะห์ทุกประโยคเลยครับ เช่น มันเป็นข่าวในโลกออนไลน์ผมก็เลยมองเป็นการรู้เท่าทันเหตุการณ์ปัจจุบัน การโกงกัน ก็เป็นเรื่องของคุณธรรมอะไรประมาณนี้ครับ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมองสถานการณ์ปัญหาแตกต่างกัน กลุ่มที่มองการเชื่อมโยงแบบย่อย นักเรียนจะสามารถเขียนความเชื่อมโยงได้หลากหลายกว่า เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการสังเกตและการวิเคราะห์ วิชาสังคมศึกษา เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม เป็นต้น ซึ่งนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนสามารถตอบได้ว่าการแก้ปัญหาที่ต้องการหาคนร้ายจากบัตรพนักงานที่ถูกออกแบบมาจากรูปต้นแบบทำให้เสียเปรียบเดียวกัน ซึ่งในการพิจารณา จะต้องพิจารณามุม เปรียบเทียบมุมทุก ๆ มุมของภาพต้นแบบและบัตรพนักงาน และพิจารณาอัตราส่วนของความยาวด้านในทุก ๆ ด้านว่าอัตราส่วนเหล่านั้นเท่ากันหรือไม่ ดังภาพ 5



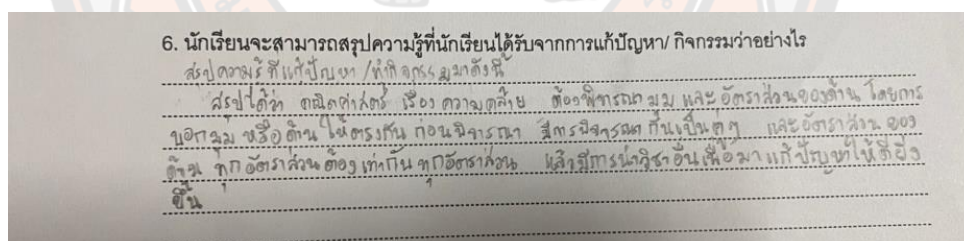
ภาพ 5 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

แต่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่ครูกำหนดให้ เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ แต่ขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ จึงต้องมีการทบทวนความรู้เดิมก่อนนำไปใช้ โดยเฉพาะ เรื่อง การทำเศษส่วนที่เป็นทศนิยมให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ ผู้วิจัยจึงต้องเข้าไปให้คำแนะนำในทุก ๆ กลุ่ม ซึ่งจะเห็นว่าความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา

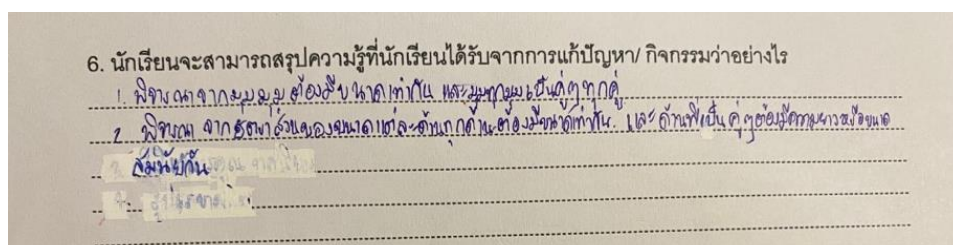
ในสถานการณ์ต่าง ๆ เนื่องจากนักเรียนจะต้องนำความรู้เดิมมาช่วยในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้ นักเรียนยังขาดการวางแผนในการทำงานและกระบวนการทำงานเป็นทีม

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เริ่มใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจากผลการสังเกตพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามองค์ประกอบในการพิจารณาอุปราคาณิตที่คล้ายกันได้ตรงกัน และหลังจากนั้นนักเรียนจึงร่วมกันระดมสมอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายทุกคน แสดงให้เห็นถึงความกระตือรือร้นของนักเรียน แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่มีนักเรียนคิดและแก้ปัญหาเพียง 2-3 คน ส่วนสมาชิกที่เหลือคอยดูเพื่อนและไม่มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงเข้าไปกระตุ้นนักเรียนเพื่อให้ช่วยเหลือนักเรียนในกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองและออกมานำเสนอการสรุปองค์ความรู้ตนเอง โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งจากการสังเกตพบว่า เนื่องจากข้อสรุปของนักเรียนแต่ละกลุ่มตรงกันจึงทำให้การสรุปความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน จึงมีคล้ายกัน แตกต่างกันเพียงลักษณะการเขียน นักเรียนบางกลุ่มเขียนในลักษณะของการบรรยาย และ นักเรียนบางกลุ่มเขียนเป็นข้อ ๆ ดังภาพ 6 และภาพ 7



ภาพ 6 แสดงผลงานนักเรียนที่เขียนข้อสรุปในลักษณะของการบรรยาย



ภาพ 7 แสดงผลงานนักเรียนที่เขียนข้อสรุปเป็นเป็นข้อ ๆ

ภาพ 6 และภาพ 7 จะเห็นว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถเขียนข้อสรุป เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ได้ตรงกันและตรงกับองค์ความรู้ของเรื่องความคล้าย โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากสถานการณ์ปัญหาในงานทางคณิตศาสตร์ได้ว่าการพิจารณาบัตรคนร้ายที่คล้ายกันจะต้องพิจารณามุมและอัตราส่วนของความยาวด้าน ซึ่งสอดคล้องกับนิยามของรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันที่ว่า รูปเรขาคณิตสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปเรขาคณิตสองรูปนั้นมีขนาดของมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ และมีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากันทุกอัตราส่วน จากการสรุปองค์ความรู้ พบว่านักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ จึงนำไปสู่ข้อสรุปในขั้นสรุปองค์ความรู้ถูกต้องได้ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่เขียนการสรุปองค์ความรู้เป็นการเขียนสรุปผลกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจคำถามและไม่สามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงเข้าไปช่วยเหลือและให้นักเรียนแก้ไขคำตอบ จนนักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้โดยแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่นักเรียนทุกกลุ่มใช้เวลาเกินเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้อีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตรงกัน จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม และให้นักเรียนยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนบางส่วนสามารถยกตัวอย่างได้หลากหลาย และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น

นักเรียน: ของหนูเป็นการเล่นเกมได้ไหมคะ

ผู้วิจัย: การเล่นเกมอย่างไรคะ

นักเรียน: เกมจับผิดภาพค่ะ เพราะว่าเกมจับผิดภาพมันต้องพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างของรูปภาพค่ะ

แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถตอบคำถามได้ เนื่องจาก สถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยยกมายังไม่มีความหลากหลาย และบางสถานการณ์ปัญหานักเรียนไม่คุ้นเคย

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 1.2 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ ใครคือคนร้าย แต่มีการเปลี่ยนจากรูปห้าเหลี่ยมเป็นรูปหกเหลี่ยมซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนทุกคนสามารถแก้ปัญหาได้และตอบคำถามได้ถูกต้อง ดังภาพ 8

ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

วิธีทำ จักรณนาม $\hat{A} = \hat{H} \quad \hat{B} = \hat{G} \quad \hat{C} = \hat{L}$
 $\hat{D} = \hat{K} \quad \hat{E} = \hat{J} \quad \hat{F} = \hat{I}$

จากรณนามอัตราส่วน

$\frac{AB}{HG} = \frac{2.4}{3.6} = \frac{2}{3}$	$\frac{BC}{GL} = \frac{2.6}{3.9} = \frac{2}{3}$
$\frac{CD}{LK} = \frac{2.4}{3.6} = \frac{2}{3}$	$\frac{DE}{KJ} = \frac{3}{4.5} = \frac{2}{3}$
$\frac{EF}{JI} = \frac{2.1}{3.15} = \frac{2}{3}$	$\frac{FA}{IH} = \frac{2.5}{3.75} = \frac{2}{3}$

ดังนั้น $\square ABCDEF \sim \square GHIJKL$

วิธีทำ จักรณนาม $\hat{E} = \hat{M} \quad \hat{D} = \hat{N} \quad \hat{C} = \hat{O} \quad \hat{B} = \hat{P} \quad \hat{A} = \hat{S}$
 $\hat{F} = \hat{R}$

จากรณนามอัตราส่วน

$\frac{ED}{MN} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$	$\frac{DN}{NO} = \frac{2.4}{3.6} = \frac{2}{3}$
$\frac{CB}{OP} = \frac{2.4}{3.6} = \frac{2}{3}$	$\frac{BA}{PS} = \frac{1.4}{4.8} = \frac{1}{3}$
$\frac{AF}{SR} = \frac{2.5}{3.75} = \frac{2}{3}$	$\frac{FE}{RN} = \frac{2.1}{3.15} = \frac{2}{3}$

ดังนั้น $\square ABCDEF$ ~~คล้ายกับ~~ $\square MNOPSR$

ภาพ 8 ตัวอย่างผลงานนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม 1.2

แต่นักเรียนบางคนใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมค่อนข้างนาน เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐาน เมื่อทำกิจกรรมรายบุคคลจึงใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมนานกว่าการทำกิจกรรมกลุ่ม และเมื่อให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงลงในสมุดตนเอง จากการสังเกตพบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถเขียนความเชื่อมโยง ของ เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้ แต่ไม่มีความหลากหลาย เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกมายังไม่มีความหลากหลาย และบางสถานการณ์ปัญหานักเรียนไม่คุ้นเคย และนอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เขียนตามที่ผู้วิจัยและนักเรียนสรุปร่วมกัน ซึ่งทำให้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้เพียงบางส่วนเท่านั้น แต่ภายหลังได้มีการเรียกนักเรียนมาแนะนำและแก้ไข ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ไขและสรุปความเชื่อมโยงได้หลากหลายมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้ทำการสรุปผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน พบปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรการปฏิบัติการที่ 1 สรุปได้ดังตาราง 23

ตาราง 23 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์	นักเรียนเริ่มต้นในการทำกิจกรรมไม่ถูกต้อง	ผู้วิจัยควรเสนอแนะแนวทางในการทำกิจกรรมให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ปรับตัวก่อนทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนคุ้นชินกับการสอนแบบเดิม
	นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานกว่าเวลาที่กำหนดให้	ผู้วิจัยควรชี้แจงจุดประสงค์ ขั้นตอนในการทำกิจกรรมทั้งวงจรปฏิบัติให้นักเรียนได้รับทราบก่อนเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถวางแผนในการทำกิจกรรมได้ดียิ่งขึ้น
	นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัยควรทบทวนความรู้พื้นฐานที่ต้องนำไปใช้ก่อนเริ่มทำกิจกรรม เนื่องจากความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการทำกิจกรรม หรือใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายระดับ เพื่อทบทวนนักเรียนก่อนนำไปสู่การใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ซับซ้อนขึ้น
ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้	นักเรียนบางกลุ่มขาดความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม	ผู้วิจัยควรสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมกลุ่มให้กับนักเรียน เช่น เพิ่มคะแนนให้สำหรับนักเรียนที่ทำเสร็จกลุ่มแรก เป็นต้น
	ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้	นักเรียนบางกลุ่มเขียนการสรุปองค์ความรู้เป็นการเขียนสรุปผลกิจกรรม
นักเรียนใช้เวลาในการสรุปองค์ความรู้ นานกว่าเวลาที่กำหนดไว้		ผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจน รวมถึงกำหนดเวลาในการคิดและตอบคำถามของนักเรียน
นักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ได้		ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมอง เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความคุ้นเคยกับชีวิตจริงของนักเรียนมากขึ้น เช่น

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
		เปลี่ยนจากบัตรพนักงานเป็นบัตรประจำตัวนักเรียน เป็นต้น
ขั้นที่ 4 การประยุกต์	นักเรียนบางส่วนเขียนตามที่ผู้วิจัยและนักเรียนสรุปร่วมกัน	ผู้วิจัยควรอธิบายการเขียนคำตอบให้ชัดเจน และกำหนดว่าห้ามให้นักเรียนเขียนคำตอบตรงกับที่ผู้วิจัยนักเรียนร่วมกันสรุปการเชื่อมโยง
	นักเรียนบางคนขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัยควรให้ความใส่ใจ และให้การช่วยเหลือนักเรียนที่ขาดความรู้พื้นฐานเป็นพิเศษ

วงจรถอบปฏิบัติที่ 2 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้นำผลของการสะท้อนผลการดำเนินกิจกรรมในวงจรถอบปฏิบัติที่ 1 มาทำการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่ครูกำหนด เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานและการวางแผนในการทำกิจกรรม รวมถึงตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ไม่ตรงกับคำถามในใบกิจกรรม จึงมีการปรับปรุงกิจกรรม ได้แก่ บอกวัตถุประสงค์และกิจกรรมคร่าว ๆ ให้นักเรียนทราบก่อนเริ่มทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถวางแผนและควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเองได้ มีการทบทวนความรู้พื้นฐาน รวมถึงบอกเวลาที่ชัดเจนและมีการเตือนเวลาคงเหลือเป็นระยะ ๆ และมีการอธิบายคำสั่งของใบกิจกรรมให้ชัดเจน สอบถามความเข้าใจของนักเรียนก่อนให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 3 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์

ผู้วิจัยบอกจุดประสงค์และกิจกรรมคร่าว ๆ ให้นักเรียนทราบ ทบทวนความรู้พื้นฐาน และพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับการมาโรงเรียนของนักเรียนในแต่ละวันว่าก่อนนักเรียนจะมาโรงเรียนต้องทำอะไรบ้าง ให้นักเรียนยกตัวอย่างกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำก่อนเข้าเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง เสาชงร้อยปี (งานทางคณิตศาสตร์ 2) เพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งในใบกิจกรรม มีสถานการณ์เกี่ยวกับการหาความยาวของเชือกในการเชิญธง โดยให้นักเรียนพิจารณาจากความสูงของเสาชงจริง นักเรียนวางแผนการทำกิจกรรมและวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ

เพื่อมาคำนวณหาความสูงของเสาธง เพื่อนำไปสู่การคำนวณความยาวของเชือกที่ใช้ในการเชิญธง จากนั้นให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีคิดและคำตอบของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้ ในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมในแต่ละรูปนักเรียนพิจารณาสิ่งใดบ้าง โดยในการพิจารณานักเรียนพิจารณามุมและด้านอย่างไร จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และเขียนสรุปความหมายและองค์ประกอบในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันลงในสมุดของตนเอง

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และออกมานำเสนอความรู้ โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันร่วมกันอีกครั้ง โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม รวมถึงให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้

ขั้นที่ 4 การประยุกต์

นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เพื่อเป็นการตรวจสอบนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนเขียนความเชื่อมโยงของเรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ลงในสมุดของตนเองเป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ครูประจำการ และจากใบกิจกรรมของนักเรียน ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้วิจัยได้เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้โดยการชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมและใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง เสาธงร้อยปี ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และวางแผนในการทำใบกิจกรรม ซึ่งหลังจากที่แจกใบกิจกรรมพบว่านักเรียนมีการวางแผนภายในกลุ่มของตนเอง มีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน ทำให้สามารถทำกิจกรรมได้ทันเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ซึ่งในระหว่างนั้นมี

นักเรียนคนหนึ่งเดินเข้ามาถามผู้วิจัยว่า "ครูคะ หนูใช้กระดาษตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วไปใช้เล็งได้ไหม" จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนไปที่บริเวณเสาธงเพื่อวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนทุกกลุ่มมีความกระตือรือร้น อยากที่จะทำกิจกรรม และทำหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งหลังจากนักเรียนลงมือวัดความยาวของสิ่งต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถแบ่งนักเรียนได้ 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มที่ใช้เงาของเสาธงในการคำนวณ และ นักเรียนกลุ่มที่ใช้กระดาษเป็นส่วนช่วยในการคำนวณ ดังภาพ 9 และภาพ 10



ภาพ 9 นักเรียนกลุ่มที่ใช้เงาของเสาธงในการคำนวณ



ภาพ 10 นักเรียนกลุ่มที่ใช้กระดาษเป็นส่วนช่วยในการคำนวณ

จากภาพ 9 และภาพ 10 จะเห็นว่านักเรียนในกลุ่มที่หนึ่งจะใช้เงาของเสาธง และนักเรียนกลุ่มที่สองจะใช้กระจก ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้คำถามร่วมอภิปรายกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ดังนี้

ผู้วิจัย: ทำไมถึงมายืนตรงนี้คะ

นักเรียน: ตรงนี้เป็นปลายของเงาเสาธงครับ

ผู้วิจัย: ทำไมเราถึงมายืนตรงปลายของเงาเสาธง

นักเรียน: ผมนึกถึงตอนเรียนพีทาโกรัส มันมีสถานการณ์คล้าย ๆ แบบนี้ครับ ผมก็เลยคิดว่ามันน่าจะใช้ได้

ผู้วิจัย: แล้วเราจะวัดอะไรบ้างคะ

นักเรียน: เงาของผมกับเงาของเสาธงครับ มันจะวาดออกมาเป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ผู้วิจัย: กลุ่มนี้ใช้กระจกใช้ไหมคะ

นักเรียน: ใช่คะ

ผู้วิจัย: ลองอธิบายวิธีการวัดกับวิธีคิดของกลุ่มเราให้ฟังหน่อยได้ไหมคะ

นักเรียน: วิธีการวัดก็คือวางกระจกไว้ แล้วหนูก็เดินถอยหลังไปเรื่อย ๆ จนเห็นยอดเสาธงในกระจก แล้วก็วัดระยะทางได้เลยคะ ส่วนวิธีคิดตอนครูบอกให้เอากระจกมาหนูก็เห็นว่ามันต้องเกี่ยวกับการสะท้อนแน่ ๆ ก็เลยลองไปดูพวกมุมสะท้อน มุมตกกระทบมาคะ

ผู้วิจัย: มุมสะท้อนกับมุมตกกระทบนี้เป็นวิชาอะไรคะ

นักเรียน: วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงคะ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน นักเรียนกลุ่มที่หนึ่งจะเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาช่วยในการแก้ปัญหา ส่วนนักเรียนกลุ่มที่สองจะเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง มาช่วยในการแก้ปัญหา และนอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าหลังจากที่วัดระยะทางเรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มมีการวัดความสูงจากพื้นถึงฐานของเสาธง ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปอภิปรายร่วมกับนักเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: อันนี้นักเรียนวัดอะไรกันคะ

นักเรียน: ความสูงของพื้นถึงที่มัดเชือกครับ

ผู้วิจัย: ทำไมถึงต้องวัดคะ

นักเรียน: เพราะว่าความสูงที่เราจะคำนวณได้เป็นความสูงจากพื้นถึงเสาธงครับ แต่เขาให้หาความยาวเชือกเลยต้องวัดความยาวจากพื้นเพื่อนำไปลบออก แล้วคูณสองครับ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง มีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกจริง แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ และนักเรียนสามารถเขียนการเชื่อมโยงได้หลากหลายมากขึ้น แต่นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่ครูกำหนดให้ เนื่องจากนักเรียนบางกลุ่มเขียนวิธีแสดงวิธีทำไม่ได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงเข้าไปอภิปรายร่วมกับนักเรียน ดังนี้

ผู้วิจัย: กลุ่มนี้มีปัญหาอะไรหรือเปล่าคะ

นักเรียน: ครูคะ แล้วเราจะเขียนวิธีคิดอย่างไรคะ ในเมื่อเราต้องมีทั้งมุมและอัตราส่วนของความยาวด้าน

ผู้วิจัย: แล้วตอนนี้หนูมีอะไรแล้วบ้างคะ

นักเรียน: ตอนนี้หนูมีมุมคะ แต่อัตราส่วนของความยาวด้านมันติดตัวแปร

ผู้วิจัย: หนูใช้วิธีคิดจากคาบที่แล้วใช่ไหมคะ

นักเรียน: ใช่คะ ตอนที่พิจารณาคาบที่แล้วหนูต้องคิดทั้งมุม และอัตราส่วนของความยาวด้านเลยคะ

จากการตอบคำถามของนักเรียนจะพบว่านักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้จากรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน โดยการพิจารณารูปเรขาคณิตที่คล้ายกันนักเรียนจะต้องพิจารณามุมและอัตราส่วนของความยาวด้าน แต่ในสถานการณ์ปัญหาของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถหาได้เพียงมุมอย่างเดียว ซึ่งผู้วิจัยจึงเข้าไปอธิบายนักเรียนว่าในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ถ้านักเรียนมีมุมหรืออัตราส่วนของความยาวด้านอย่างใดอย่างหนึ่ง จะสามารถหาสิ่งที่เหลือได้ ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยเข้าไปอธิบาย พบว่านักเรียนจึงสามารถแก้ปัญหาได้ แต่มีนักเรียนหนึ่งกลุ่มที่ได้คำตอบไม่ตรงกับกลุ่มอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงได้เข้าไปให้การช่วยเหลือ พบว่า ความสูงที่นักเรียนคำนวณได้เป็นความสูงจากพื้นถึงยอดของเสาธง นักเรียนจึงทำการแก้ไขจนได้คำตอบที่ถูกต้อง ดังภาพ 11 ภาพ 12 และภาพ 13

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์
 รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก, สามเหลี่ยม, มุม, การวัดเงา, ทศนิยม, อัตราส่วน, เส้นขนาน

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ
 สูงกำแพง = ความสูงของอาคาร, สีธง = เหนือ, ลักษณะสีธง = แกว่งเท่าตึก, เหนือ
 มงกุฎ - การวัดเงาของเสา

2.3 อื่น ๆ
 ความสัมพันธ์ของมุม

ภาพ 11 ตัวอย่างการตอบคำถามการเชื่อมโยงของนักเรียน

4. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร (ยกเว้นค่าที่เขียน พยายามแสดงวิธีทำ)

$AB \perp BC$ (ฉาก)
 $CE \perp CD$ (ฉาก)
 $\angle ABC = \angle DEC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\angle BAC = \angle EDC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\frac{AB}{BC} = \frac{CE}{CD}$ (อัตราส่วน)
 $\frac{X}{0.9} = \frac{1.7}{0.2}$
 $X = \frac{1.7 \times 0.9}{0.2}$
 $X = 19 \text{ ม.}$
 ความสูงที่จริงคือ $= 19 - (0.2 + 0.2)$
 $= 18.56 \text{ ม.}$
 ความยาวธง $= 3.7 \text{ ม.}$
 เส้น ขว้างธง $\approx 40 \text{ ม.}$

ภาพ 12 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ใช้การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์

4. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร (ยกเว้นค่าที่เขียน พยายามแสดงวิธีทำ)

$AB \perp BC$ (ฉาก)
 $CE \perp CD$ (ฉาก)
 $\angle ABC = \angle DEC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\angle BAC = \angle EDC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ (มุมในทิศเดียวกัน)
 $\frac{AB}{BC} = \frac{CE}{CD}$ (อัตราส่วน)
 $\frac{X}{1.15} = \frac{1.100}{0.145}$
 $X = \frac{1.100 \times 1.15}{0.145}$
 $X = 1.900 \text{ ม.}$
 $X = 1.900 \text{ ม.}$
 ความสูง $(1.755 + 1.9) = 3.655 \text{ ม.}$
 ความยาวธง $= 1.9 \text{ ม.}$
 เส้น ขว้างธง 1.9 ม.

ภาพ 13 ตัวอย่างผลงานนักเรียนที่ใช้การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจากการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนพบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถตอบคำถามองค์ประกอบในการพิจารณาสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้ และหลังจากนั้นนักเรียนจึงร่วมกันระดมสมอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มร่วมกันอภิปรายทุกคน แสดงให้เห็นถึงความกระตือรือร้นของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองและออกมานำเสนอการสรุปองค์ความรู้ตนเอง โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ดังภาพ 14

6. นักเรียนจะสามารถสรุปความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการแก้ปัญหา/กิจกรรมว่าอย่างไร
 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน คือ รูปที่มีมุมวางเหมือนกัน และรูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน
 ก็ต่อเมื่อ... รูปหลายเหลี่ยมสองรูปนั้นต้องมีขนาดมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ หรือ มีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สม
 นัยกันเท่ากันทุกอัตราส่วน

ภาพ 14 ตัวอย่างการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียน

จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้โดยแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถสรุปได้ว่าการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน สามารถพิจารณามุมหรืออัตราส่วนของยาวด้านเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งสอดคล้องกับนิยามกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันที่ว่า รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปหลายเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ หรือ มีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากันทุกอัตราส่วน และนอกจากนี้นักเรียนยังมีการใช้ความรู้ในการเชื่อมโยงที่แตกต่างกัน ทำให้ได้คำตอบที่หลากหลาย แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถเขียนการสรุปองค์ความรู้ได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงเข้าไปช่วยเหลือจนนักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้อีกครั้งเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ตรงกัน จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติมและให้นักเรียนยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนบางส่วนสามารถยกตัวอย่างได้ และสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน แต่คำตอบของนักเรียนมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เช่น การหาความสูงของอาคาร การหาความสูงของต้นไม้ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ เสอธร้อยปี มีการกำหนดความสูงและระยะทางมาให้ ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนกลุ่มที่มีการแก้ปัญหาจากการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์จะแก้ปัญหาได้ทันที เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคย แต่นักเรียนกลุ่มที่มีการแก้ปัญหาจากการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์จะใช้เวลาแก้ปัญหานานกว่าที่ครูกำหนดให้ เนื่องจากวิธีแก้ปัญหาในใบกิจกรรมไม่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่ทำให้ขึ้นต้น ซึ่งผู้วิจัยจึงต้องมีการนำใบกิจกรรม เรื่อง เชือกเสอธ มาอธิบายให้นักเรียนฟังอีกครั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและสามารถแก้ปัญหาได้ และเมื่อให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงลงในสมุดตนเอง จากการสังเกตพบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถเขียนความเชื่อมโยงของเรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้ แต่คำตอบของนักเรียนไม่มีความหลากหลาย มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้ทำการสรุปผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน พบปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ดังตาราง 24

ตาราง 24 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์	นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรม นานกว่าเวลาที่กำหนดให้	ผู้วิจัยควรแนะนำวิธีการเขียนวิธีทำให้นักเรียน หรือ มีการยกตัวอย่าง เนื่องจากเขียนวิธีทำไม่ถูกต้อง
ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้	-	-
ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้	นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้	ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างการแปลงเงื่อนไข หรือใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพิ่มเติม

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
	นักเรียนมีการเชื่อมโยงได้ไม่หลากหลาย	ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมอง เพื่อให้ให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงได้มากยิ่งขึ้น
ขั้นที่ 4 การประยุกต์	นักเรียนบางส่วนใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมเกินเวลาที่ผู้วิจัยกำหนดให้	ผู้วิจัยควรออกแบบใบกิจกรรมให้ครอบคลุมวิธีคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนที่แสดงวิธีคิดที่แตกต่างกันสามารถทำกิจกรรมได้ทุกคน

วงจรปฏิบัติการที่ 3 รูปหลายเหลี่ยมและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้นำผลของการสะท้อนผลการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาทำการพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนขาดความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม มีการเชื่อมโยงได้ไม่หลากหลาย ใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่ผู้วิจัย จึงมีการปรับปรุงกิจกรรม ได้แก่ ให้นักเรียนกำหนดหน้าที่ภายในกลุ่มให้ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้ทำกิจกรรม รวมถึงมีการยกตัวอย่างที่หลากหลายและหลายมุมมอง และออกแบบใบกิจกรรมให้สอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จำนวน 4 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์

ผู้วิจัยบอกจุดประสงค์และกิจกรรมคร่าว ๆ ให้นักเรียนทราบ และพูดคุยกับนักเรียนเกี่ยวกับการท่องเที่ยวในจังหวัดของตนเอง ให้นักเรียนเลือกสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดของตนเองที่นักเรียนชอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง นิทรรศการจังหวัด (งานทางคณิตศาสตร์ 3) เพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งในใบกิจกรรม มีสถานการณ์เกี่ยวกับการวาดภาพจำลองวัดท่าหลวง เพื่อนำไปประกวดในนิทรรศการ โดยให้นักเรียนกำหนดอัตราส่วนระหว่างความสูงจริงและภาพจำลองได้ตามความเหมาะสม จากนั้นให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีคิดและคำตอบของกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้ ในการพิจารณารูปที่คล้ายกันในแต่ละรูปนักเรียนพิจารณาสิ่ง

ไต่ถาม นักเรียนพิจารณาอย่างไร นักเรียนพิจารณาด้านอย่างไร และการพิจารณารูปเรขาคณิตที่คล้ายกันและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันมีความแตกต่างกันอย่างไร จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และเขียนสรุปลงในสมุดของตนเอง

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และออกมานำเสนอความรู้ โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันร่วมกันอีกครั้ง โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม รวมถึงให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้

ขั้นที่ 4 การประยุกต์

นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 3.2 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ เพื่อเป็นการตรวจสอบนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสรุปความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนเขียนความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ลงในสมุดของตนเองเป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observe) ผู้วิจัยได้สังเกตผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ครูประจำการ และจากใบกิจกรรมของนักเรียน ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ผู้วิจัยได้เริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้โดยการชี้แจงจุดประสงค์ของกิจกรรมและใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง นิทรรศการของจังหวัด ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และวางแผนในการทำใบกิจกรรม ซึ่งหลังจากที่แจกใบกิจกรรมพบว่านักเรียนทุกกลุ่มมีความกระตือรือร้น มีการวิเคราะห์สถานการณ์ร่วมกัน จากนั้นจึงวางแผนและแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่ม ซึ่งมีการแบ่งหน้าที่กันอย่างชัดเจน นักเรียนที่มีหน้าที่ในการเขียนคำตอบลงมือเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม นักเรียนที่ได้รับหน้าที่ในการคำนวณลงมือในการคำนวณ ส่งผลให้นักเรียนบริหารเวลาได้อย่างดี ดังภาพ 15



ภาพ 15 แสดงการวิเคราะห์สถานการณ์และแก้ปัญหาในใบกิจกรรมของกลุ่มนักเรียน

ในการทำกิจกรรมนี้ นักเรียนจะต้องเชื่อมโยงความรู้จากวงจรปฏิบัติที่ 1 และวงจรปฏิบัติที่ 2 จากการสังเกตพบว่านักเรียนบางกลุ่มสามารถเชื่อมโยงความรู้ดังกล่าวได้ เนื่องจากใบกิจกรรมมีการยกตัวอย่างวัตถุต่าง ๆ ที่มีภาพประกอบ ทำให้นักเรียนสามารถสังเกตเห็นรูปร่างลักษณะที่เป็นส่วนประกอบของภาพได้ แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ ผู้วิจัยจึงได้เข้าไปสอบถาม ดังนี้

ผู้วิจัย: กลุ่มนี้มีปัญหาอะไรหรือเปล่าคะ

นักเรียน: ครูครับ โจทย์ไม่ครบหรือเปล่าครับ

ผู้วิจัย: ตรงไหนไม่ครบคะ

นักเรียน: อันที่เป็นรูปสามเหลี่ยมคะ เหมือนครูไม่ได้กำหนดมุมมาให้ หนูเลยไม่รู้จะวาดมุมอย่างไร

ผู้วิจัย: แล้วตอนนี้หนูคำนวณอัตราส่วนของด้านได้แล้วใช่ไหมคะ

นักเรียน: ได้แล้วคะ เหลือแต่มุมคะ

ผู้วิจัย: งั้นนักเรียนลองวาดแบบไม่กำหนดมุมมาดูนะคะ แล้วลองมาวัดว่ามุมมันเท่ากับภาพต้นแบบหรือเปล่า

จากการสอบถาม พบว่า นักเรียนไม่สามารถบอกความแตกต่างของรูปร่างลักษณะที่คล้ายกัน และรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้าย ภายในความคล้ายได้ รวมถึงนักเรียนเกิดความสับสนในเรื่องของมุม และอัตราส่วนของด้าน

ของรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งหลังจากนักเรียนวาดรูปสามเหลี่ยมจนเสร็จสมบูรณ์ผู้วิจัยจึงเข้าไปอภิปรายร่วมกับนักเรียนอีกครั้ง ดังนี้

ผู้วิจัย: เป็นไงบ้างคะ วาดได้ไหม

นักเรียน: วาดได้แล้วค่ะ

ผู้วิจัย: แล้วมุมเท่ากันไหมคะ

นักเรียน: เท่ากันเป๊ะเลยครับครู

ผู้วิจัย: แสดงว่ารูปสามเหลี่ยมต้องใช้มุมไหมคะ

นักเรียน: หนูนึกออกแล้วค่ะ รูปสามเหลี่ยมใช้อัตราส่วนด้านหรือมุมอย่างเดียวค่ะ

ผู้วิจัย: แสดงว่าตอนนี้เราเห็นความแตกต่างแล้วใช่ไหมคะ

นักเรียน: เห็นแล้วค่ะ

หลังจากที่นักเรียนลงมือทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนสามารถตอบได้ว่าการพิจารณา รูปเรขาคณิตที่คล้ายกันและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน รูปเรขาคณิตที่คล้ายกันจะต้องพิจารณาทั้งมุม และอัตราส่วนของด้านที่เท่ากัน ส่วนรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันสามารถพิจารณามุมหรืออัตราส่วนของ ด้านที่เท่ากันเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะเห็นว่า นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของรูป เรขาคณิตที่คล้ายกันและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้ รวมถึงสามารถอธิบาย ออกมาเป็นความเข้าใจ ของกลุ่มตนเอง มีการเชื่อมโยงความรู้ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และ ชีวิตประจำวันมาช่วยในการแก้ปัญหาได้ และในวงจรปฏิบัตินี้ นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ได้ หลากหลายมากยิ่งขึ้น ดังภาพ 16 และภาพ 17

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

ทฤษฎีอัตราส่วน, เศษส่วน, เรขาคณิต, สมการ, การคูณ, การหาร

อื่นๆ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่นๆ

ภาษาไทย = อ้อ! จังใจความ, ศิลปะ = จิตรศิลป์, สังคม = ศาสนา, วิชาชีววิทยา = สิ่งมีชีวิต, ภาษาอังกฤษ = การออกเสียงคำ

2.3 อื่นๆ

การทอผ้า, การตลาด, การกีฬา

ภาพ 16 ตัวอย่างการตอบคำถามการเชื่อมโยงของนักเรียน

4. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร (บอกเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด)

วิธีทำ กำหนดอัตราส่วนคือ 3 เซนติเมตร ต่อ 1.5 เมตร

1. โปสเตอร์ เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มุมฉาก 90°

ความยาวของด้านยาว คือ $\frac{x}{3} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 6$ ซม.

ความยาวของด้านกว้าง คือ $\frac{x}{1.5} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 4.5$ ซม.

2. ประตู เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มุมฉาก 90°

ความยาวของด้านยาว คือ $\frac{x}{2.5} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 3.75$ ซม.

ความยาวของด้านกว้าง คือ $\frac{x}{1} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 2$ ซม.

3. จักรเย็บผ้าสี่เหลี่ยม

ความยาวของด้าน คือ $\frac{x}{3} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 6$ ซม.

4. หนักเป็นปกนกลมหลังขมหมึก มีความยาวด้าน 2.5 เมตรและ 2 เมตร

ความยาวของด้าน a คือ $\frac{x}{2.5} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 3.75$ ซม.

ความยาวของด้าน b คือ $\frac{x}{2} = \frac{3}{1.5}$ ดังนั้น $x = 3$ ซม.

ภาพ 17 ตัวอย่างผลงานนักเรียน

แต่นักเรียนบางกลุ่มที่ใช้เวลานานกว่าที่ผู้วิจัยกำหนดให้ สาเหตุมาจากข้อจำกัดของอัตราส่วนที่คำนวณได้ เนื่องจากผู้วิจัยให้นักเรียนกำหนดอัตราส่วนเองตามความเหมาะสมปรากฏว่าอัตราส่วนบางอัตราส่วนคำนวณความยาวของด้านได้เป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง ซึ่งทำให้นักเรียนวาดรูปออกมาได้ยาก รวมถึงบางกลุ่มมีการกำหนดอัตราส่วนเกินขนาดของกระดาษที่ผู้วิจัยกำหนดให้ ทำให้ต้องมีการปรับแก้อัตราส่วนใหม่ ให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสม

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจากผลการสังเกต การตอบคำถามของนักเรียนพบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถตอบคำถามความแตกต่างของรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้ และหลังจากนั้นนักเรียนจึงร่วมกันระดมสมอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับ เรื่อง ความคล้าย ซึ่งนักเรียนร่วมกันอภิปรายทุกคน แสดงให้เห็นถึงความกระตือรือร้นของนักเรียน

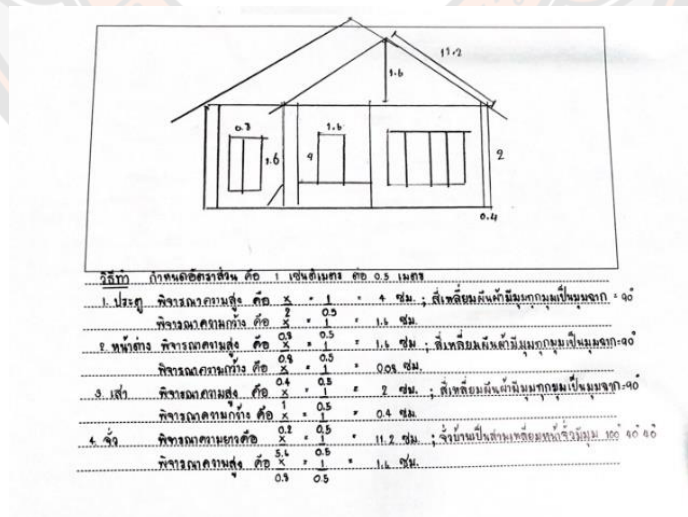
ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มของตนเองและออกมานำเสนอการสรุปองค์ความรู้ตนเอง โดยผู้วิจัยและเพื่อนในห้องช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ดังภาพ 18

5. นักเรียนจะสามารถสรุปความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการแก้ปัญหา/กิจกรรมได้อย่างไร
 ปรากฏผลที่คล้ายกัน จะสรุปว่าทั้งเพื่อนกับตนเองคิดแตกต่างกัน ปรากฏสิ่งอื่นที่คิดผิดและสรุปนี้
 มีเหตุผลของเหตุที่คล้ายกัน และสิ่งที่คล้ายกันของความรู้ที่นักเรียนได้
 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะสรุปได้ทั้งเพื่อนกับตนเองแตกต่างกัน สรุปได้กันแต่เพียงความรู้ที่
 ปรากฏความคล้ายกัน และสิ่งที่คล้ายกันของความรู้ที่นักเรียนได้
 รูปทรงแปดเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะสรุปได้ทั้งเพื่อนกับตนเองแตกต่างกัน ส่วนตนเองที่คิด
 ในกิจกรรมกลุ่มหรือเดี่ยว ส่วนของความรู้ที่นักเรียน

ภาพ 18 ตัวอย่างการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียน

จากการสังเกตพบว่า นักเรียนทุกกลุ่มสามารถสรุปองค์ความรู้โดยแปลงสถานการณ์
 ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถสรุปองค์ความรู้ เรื่อง เรขาคณิตที่
 คล้ายกัน และรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ได้ รวมถึงอธิบายความแตกต่างขององค์ประกอบในการ
 พิจารณา เรื่อง ความคล้าย ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ จากนั้นผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์อื่น ๆ ที่
 สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม และให้นักเรียนยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่า
 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้หลากหลายและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 3.2 เรื่อง รูปเรขาคณิต
 และรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ นิทรรศการจังหวัด โดยให้นักเรียนวาด
 แบบจำลองของบ้าน ซึ่งจากการสังเกตพบว่านักเรียนทุกคนสามารถเชื่อมโยงความรู้จนสามารถ
 แก้ปัญหาได้ ดังภาพ 19



ภาพ 19 ตัวอย่างผลงานนักเรียนในการทำใบกิจกรรม 3.2

แต่ด้วยข้อจำกัดของความยาวอัตราส่วนที่นักเรียนกำหนดมาจึงมีความใกล้เคียงกัน คำตอบและวิธีการในการคำนวณจึงไม่มีความหลากหลาย และเมื่อให้นักเรียนเขียนเชื่อมโยงลงในสมุดตนเอง จากการสังเกตพบว่า นักเรียนสามารถเขียนความเชื่อมโยง ของ เรื่อง ความคล้าย ใน คณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflect) ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ได้ทำการสรุปผลการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน พบปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรการปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ดังตาราง 25

ตาราง 25 สรุปปัญหาในการจัดการเรียนรู้และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแต่ละขั้นตอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข
ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์	นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานกว่าเวลาที่กำหนดให้ เนื่องจากข้อจำกัดของความยาวด้าน	ผู้วิจัยควรกำหนดอัตราส่วนที่เหมาะสมมาให้นักเรียนเลือกอย่างน้อย 3 หรือ 5 อัตราส่วน
ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้	-	-
ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้	-	-
ขั้นที่ 4 การประยุกต์	คำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมไม่มีความหลากหลาย	ผู้วิจัยควรกำหนดความยาวด้านที่มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

จากปัญหาที่พบในชั้นเรียนสามารถสรุปเป็นแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบประเด็นที่ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญเมื่อนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ในขั้นนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่า ครูควรเตรียมความพร้อมนักเรียน มีการแจ้งจุดประสงค์ของกิจกรรมให้นักเรียนทราบก่อนลงมือทำกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถวางแผนในการทำกิจกรรมและออกแบบ

กระบวนการทำงานเป็นทีมได้ จะทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ทันเวลา ซึ่งในขั้นสร้างประสบการณ์นั้นครูจะต้องยกตัวอย่างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์และสามารถแก้ได้ปัญหา ส่วนสำคัญครูจะต้องเลือกใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน จะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ และควรมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ความคล้ายอื่นที่ไม่ใช่รูปเรขาคณิต เพื่อฝึกให้นักเรียนแยกแยะระหว่างรูปทั่วไปและรูปเรขาคณิต รวมถึงมีการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนจะต้องใช้ความรู้เดิมในการแก้ปัญหา ดังนั้น ความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานจะทำไม่สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ และในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ ครูควรเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อจะสามารถใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ รวมถึงกระบวนการเขียนที่ถูกต้องและชัดเจน

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่า ครูควรใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการอธิบายขอบเขตของเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ตรงกัน โดยระหว่างทำกิจกรรมครูควรให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ ระดมสมองร่วมกันภายในกลุ่มก่อน จากนั้นครูจึงเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง ให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขงานให้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนทราบจุดผิดพลาดของตนเอง และเรียนรู้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นอีก

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ มีการเชื่อมโยงความรู้จากสถานการณ์ในโลกจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่า ครูควรยกตัวอย่างการแปลงเงื่อนไข หรือใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถแปลงปัญหาจนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ และในขั้นตอนนี้ครูควรให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองก่อน และหลังจากนั้นครูควรตรวจสอบความถูกต้องระหว่างการทำกิจกรรมเป็นระยะ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียนหลุดประเด็น และไม่ควรรบอกรักนักเรียนโดยตรงว่าส่วนไหนมีข้อผิดพลาด แต่ควรมีการใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพิ่มเติม และควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมอง เพื่อให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งในตอนนี้นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคล ซึ่งในขั้นนี้ผู้วิจัยพบว่า ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากเป็นพิเศษ โดยเฉพาะนักเรียนที่ขาดความรู้พื้นฐาน รวมถึงใบกิจกรรม

ควรมีความสอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และแก้ปัญหาได้ทุกคน รวมถึงความชัดเจนของคำถาม และความหลากหลายของคำถามในใบกิจกรรม

งานทางคณิตศาสตร์ สำหรับการจัดการเรียนรู้ ครูควรใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย มีการไล่ระดับจากงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความรู้ความจำไปจนถึงงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความคิดขั้นสูง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถไปสู่การพัฒนาความรู้จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ รวมถึงสามารถใช้งานทางคณิตศาสตร์ตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อให้ครูสามารถเลือกงานที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนและเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำไปสู่การใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับความซับซ้อนที่มากยิ่งขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์พัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม แบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติ นักเรียนจะได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ผ่านการใช้ใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและรายบุคคล 2) หลังจากนักเรียนเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ นักเรียนจะได้ทำแบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 26

ตาราง 26 แสดงจำนวนกลุ่มของนักเรียนตามระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

องค์ประกอบทักษะ	ระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนกลุ่ม (ร้อยละ)		
		วงจรที่ 1 (รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน)	วงจรที่ 2 (รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน)	วงจรที่ 3 (รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน)
คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์	ดี	6 (75.00)	6 (75.00)	7 (87.50)
	พอใช้	1 (12.50)	2 (25.00)	1 (12.50)
	ปรับปรุง	1 (12.50)	0 (0.00)	0 (0.00)
คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	ดี	4 (50.00)	6 (75.00)	7 (87.50)
	พอใช้	3 (37.50)	1 (12.50)	1 (12.50)
	ปรับปรุง	1 (12.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	ดี	6 (75.00)	7 (87.50)	8 (100.00)
	พอใช้	2 (25.00)	1 (12.50)	0 (0.00)
	ปรับปรุง	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตาราง 26 จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามองค์ประกอบความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของแผนภูมิโดยจำแนกตามประเภทของทักษะการเชื่อมโยงได้ ดังภาพ 20 ภาพ 22 และ ภาพ 24



**ภาพ 20 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์**

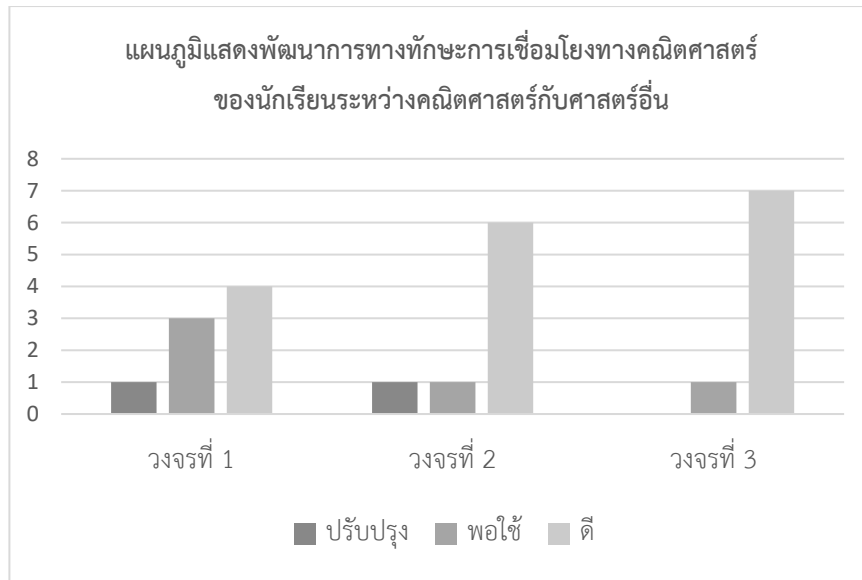
ระดับทักษะการเชื่อมโยงทางระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ของจำนวนกลุ่มของนักเรียนอยู่ในระดับดีมากกว่าร้อยละ 70 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มดีมีทั้งหมด 6 กลุ่ม พอใช้ 1 กลุ่ม และปรับปรุง 1 กลุ่ม ส่วนในวงจรปฏิบัติที่ 2 กลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มปรับปรุงได้มีพัฒนาการมาอยู่ในกลุ่มพอใช้ และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียน กลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มปรับปรุงได้มีพัฒนาการมาอยู่ในกลุ่มดี 1 กลุ่ม สังเกตได้จากนักเรียนสามารถระบุได้ว่าในการแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองของอาคาร จะต้องใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนและสมการมาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นต้น ดังภาพ 21

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

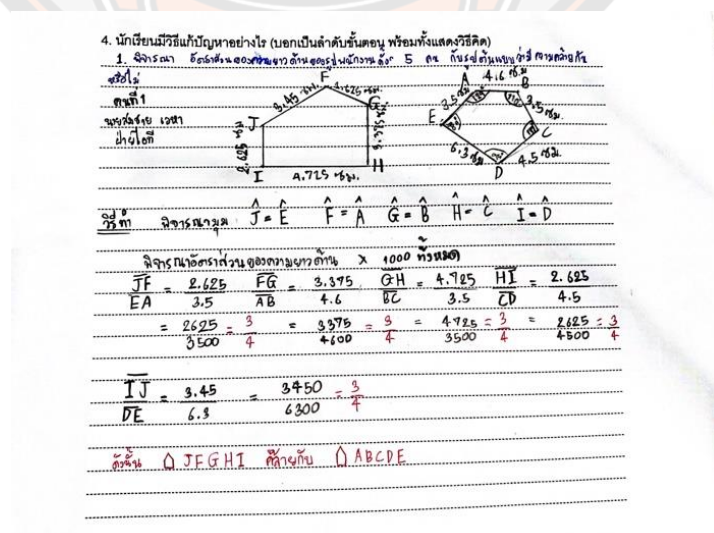
ภาคีดำเนินห... การหาตัวตั้งส่วน การหาส่วนการ (การย้ายข้างสมการ)

ภาพ 21 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

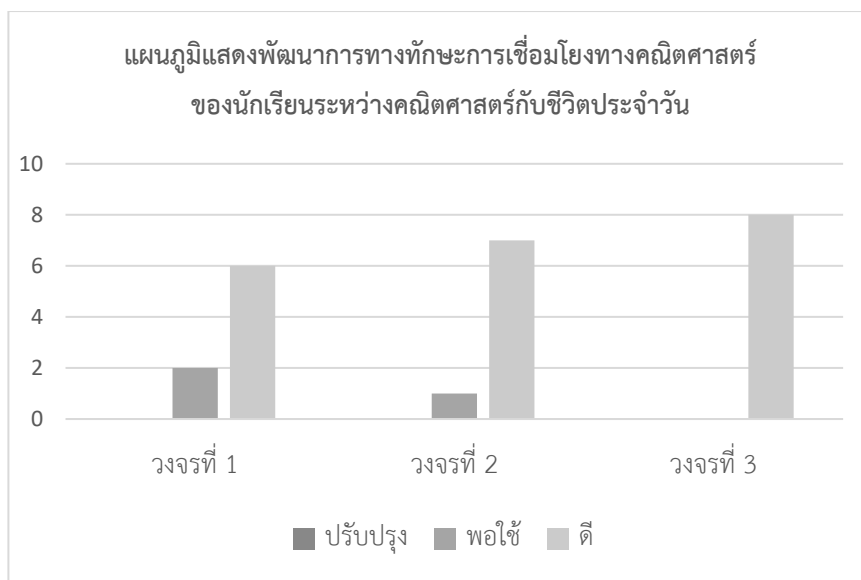


**ภาพ 22 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น**

ระดับทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นของจำนวนกลุ่มของนักเรียน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีทั้ง 3 วงจรการปฏิบัติ และมีพัฒนาการมากขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวนกลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในระดับดี มีจำนวนกลุ่มนักเรียนเท่ากับจำนวนกลุ่มนักเรียนในระดับพอใช้และระดับปรับปรุงรวมกัน เนื่องจากนักเรียนไม่ได้นำความรู้ทางศาสตร์อื่น มาช่วยในการแก้ปัญหา นักเรียนใช้เพียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่านั้น ดังภาพ 23



ภาพ 23 แสดงวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ 1.1



ภาพ 24 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ระดับทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของจำนวนกลุ่มของนักเรียน
อยู่ในระดับดีมากกว่าร้อยละ 70 ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการไม่มีจำนวนกลุ่ม
ของนักเรียนกลุ่มใดที่อยู่ในระดับปรับปรุง รวมถึงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 จำนวนกลุ่มของนักเรียนอยู่
ในระดับดีทุกกลุ่ม แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกวงจรปฏิบัติ เนื่องจากนักเรียน
สามารถระบุได้ว่า เรื่อง ความคล้าย มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงเรื่องใดได้บ้าง ดังภาพ 25

6. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง
เช่น ใช้ในการสร้างหลุมในสวน ไล่ใช้ในครัว วาดภาพจำลอง ตำรวจ ในทาง
ออกแบบ โครงงาน หรือใช้สร้าง การออกแบบที่โรงเรียนต่างๆ

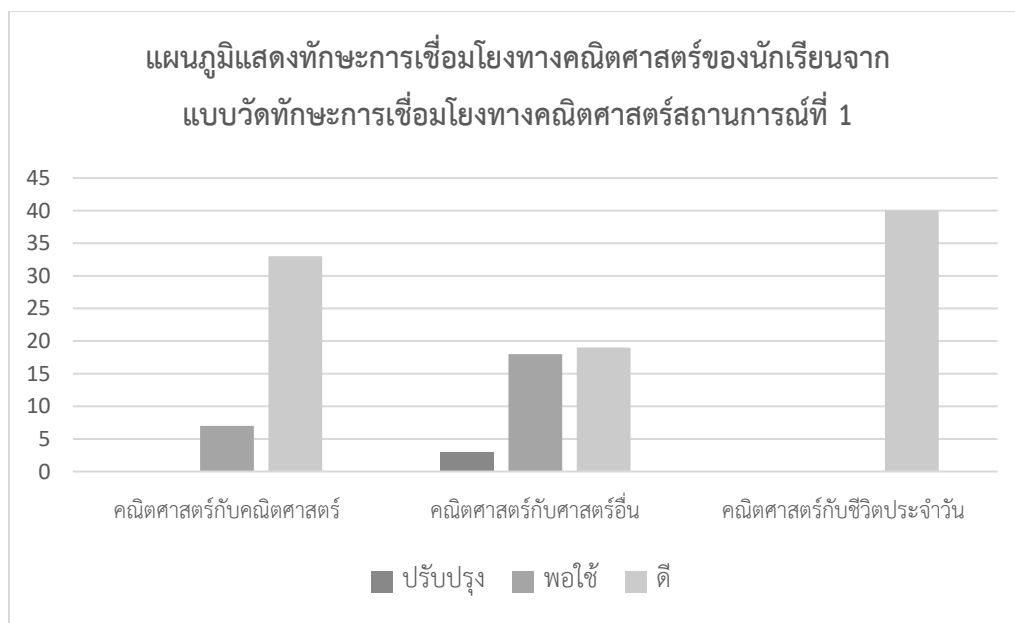
ภาพ 25 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้
เชิงประสบการณ์ร่วมกับงานทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
พบว่านักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิง
ประสบการณ์ร่วมกับงานทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 27

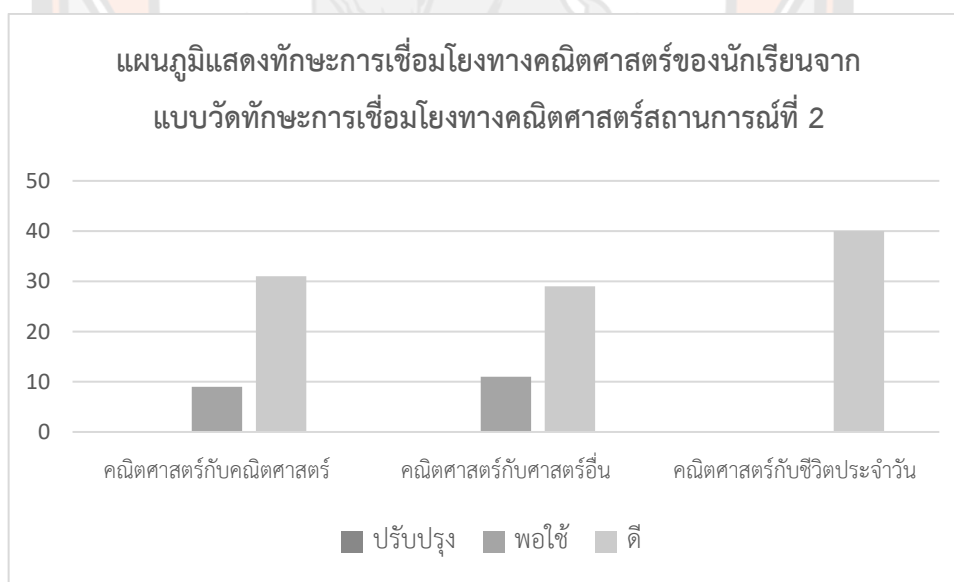
ตาราง 27 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)	
		สถานการณ์ปัญหาที่ 1	สถานการณ์ปัญหาที่ 2
คณิตศาสตร์ กับคณิตศาสตร์	ดี	33 (87.50)	31 (77.50)
	พอใช้	7 (17.50)	9 (22.50)
	ปรับปรุง	0 (0.00)	0 (0.00)
คณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น	ดี	19 (47.50)	29 (72.50)
	พอใช้	18 (45.00)	11 (27.50)
	ปรับปรุง	3 (7.50)	0 (0.00)
คณิตศาสตร์ กับชีวิตประจำวัน	ดี	40 (100.00)	40 (100.00)
	พอใช้	0 (0.00)	0 (0.00)
	ปรับปรุง	0 (0.00)	0 (0.00)

จากตาราง 27 พิจารณาระดับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับงานทางคณิตศาสตร์จากแบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิโดยจำแนกตามข้อ ดังภาพ 26 และภาพ 27



ภาพ 26 แสดงแผนภูมิแสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ที่ 1



ภาพ 27 แสดงแผนภูมิแสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สถานการณ์ที่ 2

ระดับทักษะการเชื่อมโยงทางระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 75 ทั้ง 2 สถานการณ์ แต่มีการลดลงในสถานการณ์ที่ 2 เนื่องจากสถานการณ์มีความซับซ้อน ดังภาพ 28 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าการแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบแปลนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน และเศษส่วน

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

อัตราส่วน, ตรีโกณมิติ, เศษส่วน, การแก้สมการ

ภาพ 28 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ระดับทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในสถานการณ์ที่ 1 พบว่านักเรียนที่อยู่ในระดับดี ไม่ถึงร้อยละ 50 เนื่องจากนักเรียนไม่ได้นำความรู้ทางศาสตร์อื่น มาช่วยในการแก้ปัญหา นักเรียนใช้เพียงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่ในสถานการณ์ที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนมีการใช้ความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังภาพ 29

3. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหายังไร (บอกเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด)

ข้อที่ 1. YZ แทน ความสูงทั้งหมด
 XY แทน ระยะความสูงจากแท่งไม้ระดับสายตาของชาย
 XO แทน ระยะที่ชายดูเห็นจากกระจก
 ZO แทน ระยะที่มองลงมาเห็นระดับกระจก

แสดง $\angle XOZ = \angle YOZ$ (มุมตั้งฉากกันมุมฉากเดียวกัน)
 แต่ $\angle WXO + \angle XOZ = \angle ZOY + \angle YOZ = 90^\circ$
 ดังนั้น $\angle WXO = \angle ZOY$ (มุมที่ตรงกัน)
 และ $\angle XWO = \angle ZOY = 90^\circ$
 จะได้ $\triangle WXO \sim \triangle ZOY$ (สองเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมมุมหนึ่งร่วมกัน)
 ดังนั้น $\triangle WXO \sim \triangle ZOY$ (มีมุมที่ตรงกันเป็นคู่ ๆ สามคู่)
 จะได้ $\frac{ZY}{WX} = \frac{ZO}{WO}$ | $ZY = \frac{1.6 \times 2.4}{0.8}$
 $\frac{ZY}{1.6} = \frac{2.4}{0.8}$ | $ZY = 12.8$... ดังนั้น ยี่งอความสูง 12.8 เมตร

ภาพ 29 แสดงวิธีการแก้ปัญหของนักเรียนในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระดับทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับดี ทั้ง 2 สถานการณ์ ดังภาพ 30 นักเรียนสามารถระบุได้ว่า เรื่อง ความคล้าย มีความสอดคล้องกับชีวิตจริง เรื่องใดได้บ้าง

5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง
 นำไปใช้วัดความสูงของสิ่งต่างๆ เช่น สึก เด้า ที่ไม่มีเครื่องมือวัดความสูงได้

ภาพ 30 แสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ในการส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และศึกษาพัฒนาการทางทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ณ โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นโรงเรียนแบบสหศึกษาและเป็นโรงเรียนประจำอำเภอ มีบริบทเป็นชุมชนเมือง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 40 คน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ดำเนินการปฏิบัติไว้ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน แผนการจัดการเรียนรู้ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และแผนการจัดการเรียนรู้ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบวัดทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และใบกิจกรรม โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยได้พบแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องร่วมกันคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิม ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง พนักงานบริษัทสกุลเงินสามารถดึงกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี แต่เป็นบริบทที่มีความห่างไกลกับประสบการณ์ของนักเรียน ทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ รวมถึงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในศาสตร์อื่นยังไม่มี ความชัดเจน อีกทั้งงานทางคณิตศาสตร์ในวงจรปฏิบัติการที่

1 เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ซับซ้อน มีการใช้ตัวเลขที่เป็นทศนิยมมาใช้ในการคำนวณ อัตราส่วน ความรู้พื้นฐานของนักเรียน เรื่อง การทำเศษส่วนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ กรณีที่เศษและส่วนเป็นทศนิยม จึงเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้วิจัยต้องทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ แต่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานกว่าเวลาที่กำหนดให้ และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง เสอธร้อยปี พบว่านักเรียนมีความสนใจมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนมากขึ้น และเป็นบริบทที่นักเรียนมีความคุ้นชิน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในศาสตร์อื่นอย่างชัดเจนรวมถึงเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ แต่ยังไม่มีความหลากหลาย เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยยกมานั้นยังไม่มี ความหลากหลาย และเนื่องจากนักเรียนในขั้นตอนนี้นักเรียนจะต้องเขียนวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องเข้าไปอธิบายรายละเอียดการเขียนให้นักเรียนฟัง ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหลังได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง นิทรรศการจังหวัด ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวของจังหวัด ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน และนอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ยังเป็นการนำความรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันระดมสมอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับเพื่อหาข้อสรุปแล้วนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องในขั้นตอนถัดไปเพื่อเกิดเป็นองค์ความรู้ เรื่อง ความคล้าย ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนสามารถสะท้อนผลการเรียนรู้ได้ แต่ใช้เวลาเกินเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด สาเหตุมาจากนักเรียนบางกลุ่มมีสมาชิกในกลุ่มบางคนไม่มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ในวงจรปฏิบัติที่ 2 และ 3 ผู้วิจัยจึงมีการสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมของนักเรียน รวมถึงให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มที่ชัดเจน ทำให้นักเรียนทุกคนทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายและนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม จากนั้นครูจึงเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง ให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขงานให้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนทราบจุดผิดพลาดของตนเอง และเรียนรู้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นอีก

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ มีการเชื่อมโยงความรู้จากสถานการณ์ในโลกจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจและไม่สามารรถแปลงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องเข้าไปอธิบายรายละเอียดการเขียนให้นักเรียนฟัง ทำ

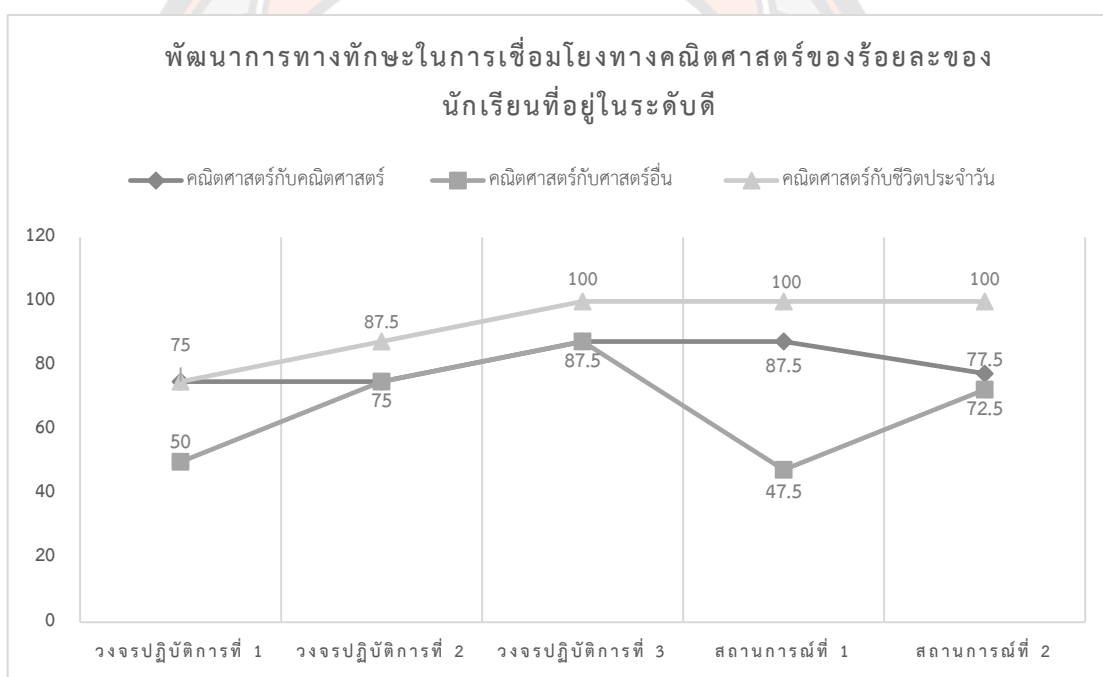
ให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปองค์ความรู้ได้ถูกต้องหลังได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย และสามารถเชื่อมโยงความรู้จากสถานการณ์ในโลกจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย นอกจากนี้ในขั้นตอนการยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริง ผู้วิจัยควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมองและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้น จะทำให้นักเรียนสามารถยกตัวอย่างได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนไม่สามารถยกตัวอย่างได้ สาเหตุมาจากสถานการณ์ที่ครูยกมาไม่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนสามารถยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงได้มากยิ่งขึ้น แต่ไม่หลากหลายมุมมอง เนื่องจากสถานการณ์ของผู้วิจัยมีเพียงมุมมองเดียว และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมองและใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากขึ้นส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนจะนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานในเรื่อง การทำเศษส่วน ให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ กรณีที่เศษและส่วนเป็นทศนิยม ผู้วิจัยจึงเข้าไปให้การช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบางส่วนใช้เวลาในการทำใบกิจกรรมนาน สาเหตุมาจากข้อคำถามในใบกิจกรรมไม่มีความหลากหลายในกระบวนการแก้ปัญหาและไม่สอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนบางกลุ่มทำในขั้นที่ 1 ส่วนวงจรปฏิบัติการที่ 3 เป็นการนำความรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เป็นรายบุคคล และในการสรุปองค์ความรู้ในด้านทักษะการเชื่อมโยง เพื่อให้สามารถตรวจสอบนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น ครูควรอธิบายให้ชัดเจน เนื่องจากในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนเขียนตามที่ผู้วิจัยและนักเรียนในห้องร่วมกันสรุปคำตอบ ผู้วิจัยจึงเรียกนักเรียนมาแนะนำและแก้ไข ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ไขและสรุปความเชื่อมโยงได้หลากหลายมากขึ้น หลังจากที่ได้รับคำแนะนำจากผู้วิจัย และในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ

งานทางคณิตศาสตร์ สำหรับการจัดการเรียนรู้ ครูควรเลือกใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เลือกงานที่มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนและใช้งานทางคณิตศาสตร์ในระดับง่ายเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนนำไปสู่การใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับความซับซ้อนที่มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิม ดังนั้นความรู้พื้นฐานของนักเรียนจึงเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา

2. พัฒนาการทางทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ผลจากตรวจใบกิจกรรมและแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า พัฒนาการทางทักษะในการเชื่อมโยงนักเรียน มีพัฒนาการมากที่สุดในองค์ประกอบการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ตามลำดับ ดังภาพ 31



ภาพ 31 แสดงพัฒนาการทางทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในระดับดี

จากภาพ 31 พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยองค์ประกอบของทักษะการเชื่อมโยงที่มีพัฒนาการมากที่สุดตามลำดับ ดังนี้

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า พัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียนในระดับดีมีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75 ไปถึงร้อยละ

100 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และเมื่อให้นักเรียนปฏิบัติเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนยังคงมีระดับดี ร้อยละ 100 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นจนนักเรียนทุกคนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้ สาเหตุมาจากผู้วิจัยมีการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมจากงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือใกล้เคียงกับประสบการณ์

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ พบว่า พัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ในระดับดีมีเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 75 ไปถึงร้อยละ 87.5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และเมื่อให้นักเรียนปฏิบัติเป็นรายบุคคลพบว่านักเรียนยังคงมีระดับดี สูงกว่าร้อยละ 77.50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถระบุได้ว่าในการแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับความคล้าย จะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาใช้ในการแก้ปัญหา สาเหตุมาจากผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็นข้อคำถามในใบกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว เช่น นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา และมีการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน เช่น การใช้บัตรรูปห้าเหลี่ยม การหาความสูง และการวาดรูปเรขาคณิต เป็นต้น

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า พัฒนาการทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นมีพัฒนาการในระดับสุดท้าย ซึ่งในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนร้อยละ 50 อยู่ในระดับดี และเพิ่มขึ้นร้อยละ 75 และร้อยละ 87.5 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ และเมื่อให้นักเรียนปฏิบัติเป็นรายบุคคลในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งในสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับดี มีเพียงร้อยละ 47.5 ซึ่งเป็นไปได้ว่าแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนในองค์ประกอบ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะใช้ความรู้ในศาสตร์อื่นมาแก้ปัญหายังไร แต่ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีการใช้คำถามที่แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้มากกว่าร้อยละ 75 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนพบว่าทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนมีการพัฒนาอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เนื่องจากผู้วิจัยมีการใช้คำถามกระตุ้นทักษะการเชื่อมโยงทุก ๆ องค์ประกอบ ในทุกขั้นตอนของการจัดการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนได้ลงมือจากสถานการณ์ที่น่าสนใจ ได้รับความนิยม หรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียนเป็นต้น ลำดับต่อมาการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เนื่องจาก ผู้วิจัยได้

เลือกใช้ประเด็นข้อคำถามในใบกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว และมีการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน แต่การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นยังมีการพัฒนาการเพียงเล็กน้อย เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาของครูไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

อภิปรายผล

1. แนวการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการดำเนินการวิจัยในครั้งใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้ทราบและเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน และได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เป็นแนวทางในการวางแผนและแก้ปัญหาภายในชั้นเรียน ตลอดจนออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ปฏิบัติใช้จริงในชั้นเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยและผู้สังเกตการณ์สังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้และบันทึกผลเพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย และนำผลที่ได้จากการสะท้อนไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งสอดคล้องกับ สุวิมล ว่องวานิช (2560) ที่กล่าวถึงการวิจัยการปฏิบัติการในชั้นเรียนว่าเป็นการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในห้องเรียนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ได้ทันที และสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่างๆของตนเอง ให้ตนเองและกลุ่มผู้ร่วมงานในโรงเรียนได้มี โอกาสอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อพัฒนางาน และสอดคล้องกับ สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม (2560) ที่กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เป็นการวิจัยควบคู่ไปกับการปฏิบัติงานจริง โดยมีครูเป็นทั้งผู้ผลิตงานวิจัย และผู้บริโภคผลการวิจัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือครูเป็นนักวิจัยในชั้นเรียน ครูนักวิจัยจะตั้งคำถามที่มีความหมายในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน แล้วจะวางแผนการปฏิบัติงานและการวิจัย หลังจากนั้นครูจะดำเนินการจัดการเรียนการสอนไปพร้อม ๆ กับทำการจัดเก็บข้อมูล ตามระบบข้อมูลที่ได้ออกแบบการวิจัยไว้ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปผลการวิจัย นำผลการวิจัย ไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแล้วจะพัฒนาข้อความรู้ที่ได้นั้นต่อไปให้มีความถูกต้อง เป็นสากลและเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้นต่อการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนของครูให้มีคุณภาพยิ่ง ๆ ขึ้นไป และการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ สามารถอภิปรายตามขั้นตอน ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ บทบาทสำคัญคือครูจะต้องเลือกใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนร่วมกันคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิม ซึ่งสถานการณ์ปัญหาที่ครูเลือกใช้นั้น ครูควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน จะช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เวชฎสิทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2555, น. 125-126) ที่กล่าวว่า แนวทางในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจาก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของผู้เรียนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนรู้และผู้เรียนได้ทำงานอย่างมีความหมายและทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ และทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ และในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ครูควรเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อจะสามารถใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ รวมถึงกระบวนการเขียนที่ถูกต้องและชัดเจน ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ครูควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์และบริบทของนักเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงสามารถวิเคราะห์ และแก้ปัญหาจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ในขั้นต่อ ๆ ไปได้

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ครูควรให้ความสำคัญกับการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนระดมสมอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาข้อสรุปแล้วนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องในขั้นตอนถัดไป ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเห็นว่ากระบวนการทำภายในกลุ่มค่อนข้างมีความสำคัญ ดังนั้น ครูควรมีการสร้างแรงจูงใจในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มให้ชัดเจน จะทำให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และมีการใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น มีการอธิบายขอบเขตของเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ตรงกัน โดยระหว่างทำกิจกรรมครูควรให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ ระดมสมองร่วมกันภายในกลุ่มก่อน จากนั้นครูจึงเข้าไปตรวจสอบความถูกต้อง ให้คำแนะนำ ปรับปรุงแก้ไขงานให้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนทราบจุดผิดพลาดของตนเอง และเรียนรู้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นอีก ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง และจดจำได้นานขึ้น ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนไปสู่การสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องได้ แต่ระหว่าง

การทำกิจกรรมในช่วงเริ่มต้นควรปล่อยนักเรียนให้ได้คิดอย่างอิสระ และครูเข้าไปตรวจสอบในภายหลังเป็นระยะ ๆ เพื่อให้นักเรียนทราบดีจุดผิดพลาดของตนเองและไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นอีก รวมถึงไม่ทำให้นักเรียนหลุดประเด็น

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ส่วนสำคัญคือนักเรียนจะต้องพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม จากขั้นที่ 1 และการสะท้อนจากขั้นที่ 2 มาสรุปให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เรื่อง ความคล้าย มีการเชื่อมโยงความรู้จากสถานการณ์ในโลกจริงไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครูควรเน้นการใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนและยกตัวอย่างการแปลงเงื่อนไขให้นักเรียนรู้ก่อนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาจนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และในขั้นตอนนี้ครูควรตรวจสอบความถูกต้องระหว่างการดำเนินกิจกรรมเป็นระยะ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียนหลุดประเด็น แต่ไม่ควรบอกนักเรียนโดยตรงว่าส่วนไหนมีข้อผิดพลาด ควรมีการใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพิ่มเติม และควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีความหลากหลาย มีหลายมุมมอง เพื่อให้นักเรียนมองเห็นการเชื่อมโยงได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนไปสู่การสรุปองค์ความรู้ที่ถูกต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามของครูผู้สอนมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการคิดและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียนบางครั้งเมื่อผู้เรียนตอบคำถามหรือคิดไม่ได้ แต่ผู้สอนช่วยเหลือด้วยการแนะ หรือตั้งคำถามใหม่ที่ง่ายกว่า หรือเป็นคำถามที่ผู้เรียนสามารถคิดได้ ผู้เรียนจะค่อย ๆ ตอบได้ และอาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสุดท้ายที่ต้องการได้และในขั้นตอนนี้ครูควรตรวจสอบความถูกต้องระหว่างการดำเนินกิจกรรมเป็นระยะ ๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสรุปองค์ความรู้ของนักเรียนหลุดประเด็น แต่ระหว่างการทำกิจกรรมในช่วงเริ่มต้นควรปล่อยนักเรียนให้ได้คิดอย่างอิสระ และครูเข้าไปตรวจสอบในภายหลังเป็นระยะ ๆ เพื่อให้นักเรียนทราบดีจุดผิดพลาดของตนเองและไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดนั้นอีก รวมถึงไม่ทำให้นักเรียนหลุดประเด็น

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ ในขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากเป็นพิเศษ โดยเฉพาะนักเรียนที่ขาดความรู้พื้นฐาน เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ เป็นรายบุคคล จะทำให้นักเรียนบางส่วนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ และในการออกแบบกิจกรรมในขั้นตอนนี้ ครูควรออกแบบใบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติในขั้นที่ 1 เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และแก้ปัญหาได้ทุกคน รวมถึงข้อคำถามในใบกิจกรรมควรมีความชัดเจน และสามารถแสดงวิธีคิดได้หลายหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และแก้ปัญหาได้ทุกคน และในการสรุปองค์ความรู้ในด้านทักษะการเชื่อมโยง เพื่อให้สามารถตรวจสอบนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น ครูควรอธิบายให้ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนสามารถสรุป

ความเชื่อมโยงได้หลากหลายมากขึ้น ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนมากเป็นพิเศษ มีการออกแบบใบกิจกรรมให้ความสอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แคมมณี (2556) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ เป็นการดำเนินการอันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายโดยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียนรู้ก่อนและให้ผู้เรียนสังเกต ทบทวนสิ่งที่เกิดขึ้นและนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาคิดพิจารณาไตร่ตรองร่วมกัน จนกระทั่งผู้เรียนสามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือสมมติฐานต่างๆ ในเรื่องที่เรียนรู้แล้วจึงนำความคิดหรือสมมติฐานเหล่านั้นไปทดลองหรือประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ต่อไป

งานทางคณิตศาสตร์ ระดับปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ควรมีความหลากหลาย เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน มีการไล่ระดับจากงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความรู้ความจำไปจนถึงงานทางคณิตศาสตร์แบบการใช้ความคิดขั้นสูง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถไปสู่การพัฒนาความรู้จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ รวมถึงใช้งานทางคณิตศาสตร์**ทบทวนความรู้พื้นฐาน**ของนักเรียนก่อนใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับความซับซ้อนที่มากยิ่งขึ้น เนื่องจาก**ความรู้พื้นฐาน**ของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนขาดความรู้พื้นฐานจะไม่สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณิสา เมืองโคตร (2560) ที่กล่าวว่าลักษณะงานทางคณิตศาสตร์ที่มอบหมายให้กับนักเรียน เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่มีการเรียงระดับการรู้คิดจากระดับต่ำไปสู่ระดับสูงและมีความต่อเนื่องกัน ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเรื่องที่ยาก ๆ ไปสู่เรื่องที่ยากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเข้าถึงงานทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย และมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ข้อค้นพบหรือเงื่อนไขความสำเร็จสำหรับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ครูควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน
2. ระดับของงานทางคณิตศาสตร์ควรมีความหลากหลาย เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน
3. ควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากความรู้พื้นฐานของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหา
4. ครูควรใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนและยกตัวอย่างการแปลงเงื่อนไขเพื่อให้ นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
5. ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนที่ขาดความรู้พื้นฐานมากเป็นพิเศษในชั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคล

6. ในขั้นตอนการประยุกต์ ครูควรออกแบบใบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนลงมือปฏิบัติในขั้นตอนการจัดประสบการณ์

2. พัฒนาการทางทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย เมื่อจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวิเคราะห์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จากใบกิจกรรมและแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดการเรียนรู้ โดยเรียงลำดับตามองค์ประกอบของทักษะการเชื่อมโยงที่มีการพัฒนามากที่สุด ดังนี้

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่าจากการตรวจใบกิจกรรมในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ และจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นองค์ประกอบที่มีพัฒนาการมากที่สุด เนื่องจากในแต่ละวงจรผู้วิจัยที่ได้มีการเน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันในทุกขั้นของการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมจากงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทวัน ภูผิว (2563, น. 89) ที่กล่าวไว้ว่า การให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่พบเจอในชีวิตประจำวันด้วยตนเองหรือจากสิ่งที่นักเรียนมีความสนใจ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีความรู้สึกรักอยากมีส่วนร่วม และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้หลากหลายมากขึ้น

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการระดับทักษะการเชื่อมโยงเพิ่มขึ้นในทุกสถานการณ์ปัญหาในแต่ละวงจรปฏิบัติการและระดับทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนสามารถระบุได้ว่าในการแก้ปัญหา เรื่อง ความคล้าย นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างได้ครบถ้วน และในขั้นการสร้างประสบการณ์ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ประเด็นข้อคำถามในใบกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว และมีการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่สามารถมองเห็นความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, น. 60-61) ที่กล่าวว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้นตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่นได้ ทำให้อ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า มีพัฒนาการในระดับสุดท้าย ซึ่งเป็นไปได้ว่าสถานการณ์ปัญหาในวงจรปฏิบัติที่ 1 และแบบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะใช้ความรู้ในศาสตร์อื่นมาแก้ปัญหาอย่างไร และมีพัฒนาการขึ้นมาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 เนื่องจากผู้วิจัยได้เลือกใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบริบทของนักเรียน และมีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถระบุได้ว่าในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหา ใช้ความรู้ของศาสตร์อื่นในส่วน เช่นเดียวกับระดับทักษะการเชื่อมโยงจากแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนสูงขึ้นในข้อที่ 2 เนื่องจากนักเรียนเห็นความเชื่อมโยงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ (2560, น. 220) ที่กล่าวว่า ประสบการณ์ของนักเรียนเกิดจากสิ่งที่นักเรียนได้เห็น ได้ยิน ได้สัมผัส และได้เรียนรู้มาก่อน โดยครูอาจยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ส่วนการนำเสนอปัญหาในชีวิตจริง จะทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนรู้และอยากลงมือร่วมกันแก้ปัญหาและการอธิบายคำตอบร่วมกัน มีส่วนทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จด้วยดี

ดังนั้น การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงผู้วิจัยควรมีการใช้คำถามกระตุ้นทักษะการเชื่อมโยงทุก ๆ องค์ประกอบ ในทุกขั้นตอนของการจัดการจัดการเรียนรู้ และให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านการเชื่อมโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมจากงานทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ เป็นต้น รวมถึงประเด็นข้อคำถามในใบกิจกรรมควรเลือกใช้ข้อคำถามที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 ในช่วงเริ่มต้นของการทำกิจกรรม นักเรียนไม่สามารถเริ่มทำกิจกรรมได้ เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นชินกับการเรียนการสอนแบบดังกล่าว ทำให้นักเรียนไม่กล้าคิดและเขียนคำตอบ ครูควรสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยการชี้แจงจุดประสงค์ กิจกรรมคร่าว ๆ และมีการแนะนำแนวทางให้นักเรียนทราบก่อนทำกิจกรรมก่อนเริ่มทำกิจกรรม

1.2 การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการกลุ่มครูควรควรมีการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการคละระดับความสามารถของนักเรียนในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การนำเสนอ และการทำงานเป็นทีม เป็นต้น

เพื่อให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ รวมถึงครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน

1.3 แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควรมีหลากหลายรูปแบบ เพราะนักเรียนแต่ละคนสามารถถ่ายทอดความรู้ที่แตกต่างกัน หากมีแบบวัดเพียงรูปแบบเดียว จะทำให้ผลการวิจัยที่ไม่ชัดเจน

1.4 การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ควรเลือกใช้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ เป็นเหตุการณ์ที่ได้รับความนิยม หรือใกล้เคียงกับประสบการณ์ของนักเรียน

1.5 ระดับของงานทางคณิตศาสตร์ควรมีความหลากหลาย เหมาะสมกับระดับสามารถของนักเรียน

1.6 ครูควรใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถแปลงสถานการณ์ปัญหาไปสู่องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรพัฒนางานทางคณิตศาสตร์ของแต่ละเนื้อหาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

2.2 ควรออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบทางไกล ออนไลน์ Face to Face หรือผสมผสานที่เหมาะสมกับการศึกษายุคชีวิตวิถีใหม่และเหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษา

บรรณานุกรม



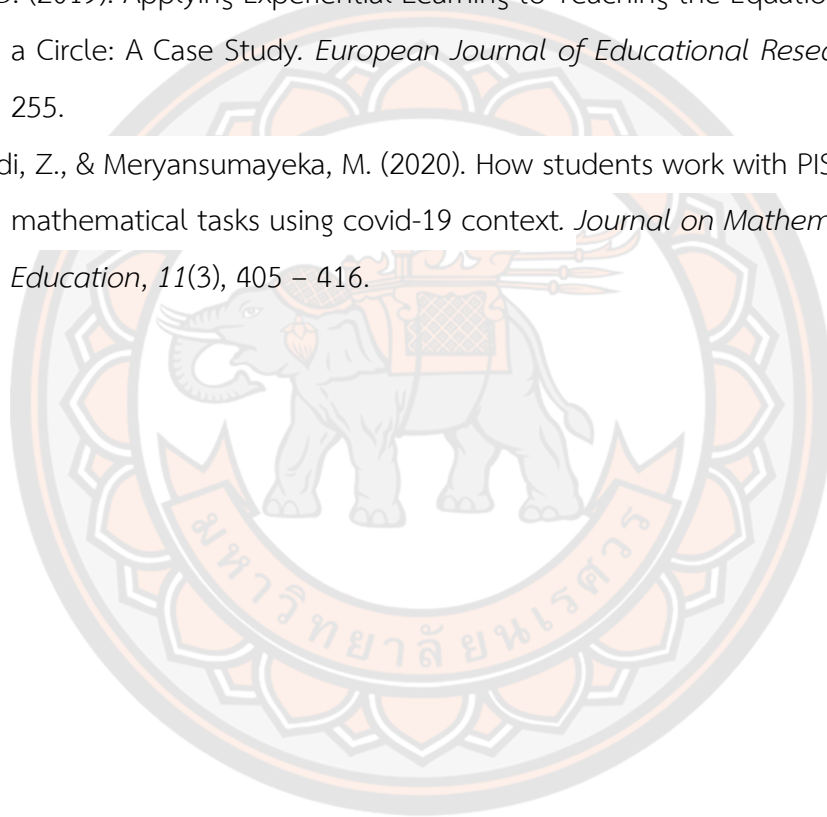
บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. สืบค้น 17 กรกฎาคม 2564, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/>.
- จตุพร ผ่องลุนทิต. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิรวรรณ ใจเรือน. (2560). *แนวปฏิบัติทางการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทีศนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 17)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรวรรณ หมูธรรมไชย. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นันทวัน ภูผิว. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งการเรียนรู้เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 15(1), 78-91.*
- ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ. (2560). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(4), 214-222.*
- เรียมพร แสนซึ้ง. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- วรรณิสา เมืองโคตร. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตร การสอนและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ควมมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ. ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สสสค. ลาดพร้าว.
- สุภาภานต์ สุรัตน์. (2560). *การส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้โปรแกรม จีโอเมตริคส์เก้ตชแพด* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อธิวัฒน์ นาวารัตน์. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่มีต่อทักษะการเชื่อมโยง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Beard, C., & Wilson, J. (2006). *Experiential learning: A best practice handbook for educators and trainers* (2nd ed.). Philadelphia, United States: Thomson-Shore.
- Blaskopf, B., & Chazan, D. (2001). Welcome to Our Focus Issue on Connections. *Mathematics Teacher*, 94(8), 625.
- Cai, J. (2003). What research tells us about teaching mathematics through problem solving. In F. Lester (Eds.), *Research and issues in teaching mathematics through problem solving*. National Council of Teachers of Mathematics, 241-254.
- Cai, J., & Lester, F. (2010). *Why is teaching with problem solving important to student learning?* (Problem Solving Research Brief). VA: National Council of Teachers of Mathematics.

- Henningsen, M., & Stein, M. (1997). Mathematical Tasks and Student Cognition: Classroom-Based Factors That Support and Irhibit High-Level Mathematical Thinking and Reasoning. *Journal for the Research in Mathematics Education*, 28(5), 524-549.
- Isoda, M., & Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking: How to develop it in the classroom*. Singapore: World Scientific.
- Jamar, I. (2011). High expectations: A "how" of achieving equitable mathematics classrooms. *Negro Educational Review Journal*, 56(3).
- John, A., Giordano, F., McCrone, S., & Maurice, D. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom, A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12 Pacific Grove*. CA: Brooks/Cole.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Geelong, Australia: Deakin University Press.
- Kennedy, M., Steve, T., & Art, J. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics* (7th ed). California: Wadsworth.
- Kolb, A. (1991). *Organizational behavior: An Experiential Approach* (5th ed.). U.S.A: Prentice-Hall.
- Marcella, C. (2016). *Effects of Experiential Learning Approach on Students' Mathematical Creativity among Secondary School Students of Kericho East Sub-County, Kenya*. Kenya: Egerton University.
- The National Council of Teachers of Mathematics, (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Implement Tasks That Promote Reasoning and Problem Solving. Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All* Produced.
- Pfeiffer, W. J., & Jones, J. E. (1983). *Guide to handbooks and annuals*. San Diego: University Associates.
- Silver, C. A. (2000). Where technology and knowledge meet. *The Journal of Business Strategy*, 21(6), 28-33.

- Stein, M.K., Grover, B.W., & Henningsen, M.A. (1996). Building Student Capacity for Mathematical Thinking and Reasoning: An Analysis of Mathematical Tasks Used in Reform Classrooms. *American Educational Research Journal Summer*, 33(2), 455-488.
- Stein, M.K., Smith, M.S., Henningsen, M.A., & Silver, E.A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction: A casebook for professional development*. New York: Teachers College Press.
- Tong, D. (2019). Applying Experiential Learning to Teaching the Equation of a Circle: A Case Study. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 239–255.
- Zulkardi, Z., & Meryansumayeka, M. (2020). How students work with PISA – like mathematical tasks using covid-19 context. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 405 – 416.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระเชตุвр

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ

1. ชื่อ รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
2. ชื่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ตำแหน่ง อาจารย์ สถานที่ทำงาน ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
3. ชื่อ นางมาลี ความเกตุ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ สถานที่ทำงาน โรงเรียนตะพานหิน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร



ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
อิสระ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๓๗

วันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม

ด้วย นางสาวภัสราภรณ์ บัวเขียว รหัสประจำตัว ๖๓๐๔๐๗๒๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้สถานการณ์โควิด 19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๓๗

วันที่ ๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนโพบูลย์พิพัฒน์

ด้วย นางสาวภัศราภรณ์ บัวเขียว รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๗๒๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้สถานการณ์โควิด 19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๓๗

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๑๔ ธันวาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณมาลี คามเกตุ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัสรภรณ์ บัวเขียว รหัสประจำตัว ๖๓๐๙๐๗๒๕ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ภายใต้สถานการณ์โควิด 19” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความ
อนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภัสรภรณ์ บัวเขียว

โทร. ๐๘-๘๑๔๗-๘๐๙๑

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. ด้านสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	เหมาะสมมาก
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับตัวชี้วัด สามารถ นำไปใช้จัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง ความคล้าย	5.00	4.67	5.00	4.89	0.19	เหมาะสมมาก
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถวัดและประเมินผลได้	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00	เหมาะสมมาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุมองค์ประกอบทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4.67	5.00	4.67	4.78	0.19	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.92	0.10	เหมาะสมมาก
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.2 การจัดการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทาง คณิตศาสตร์ เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่อง ความคล้าย	4.67	4.33	4.67	4.56	0.19	เหมาะสมมาก
2.3 ชั้นสร้างประสบการณ์ ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็น	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
ระบบ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ เดิมกับประสบการณ์ได้						
2.4 ชั้นการสะท้อนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมุ่งทำความเข้าใจ ความหมายของประสบการณ์ที่ ได้รับ ผ่านการพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยน ประสบการณ์ที่ได้รับ	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.5 ชั้นการสรุปองค์ความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันสรุป หลักการและความรู้จากประสบ การณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติ และการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้ เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.6 ชั้นการประยุกต์ ส่งเสริมให้ นักเรียนนำความรู้หรือหลักการที่ ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ ใหม่ ๆ หรือ ประยุกต์กับสถานการณ์ ในชีวิตประจำวัน	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.7 จำนวนชั่วโมงในการทำ กิจกรรมมีความเหมาะสม	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้มีความ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.33	4.67	4.67	4.56	0.19	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.64	0.05	เหมาะสมมาก
3. งานทางคณิตศาสตร์						
3.1 งานทางคณิตศาสตร์มีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			ผลการประเมิน		
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
3.2 งานทางคณิตศาสตร์เปิด โอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	เหมาะสมมาก
3.3 งานทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้เกิดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	4.33	4.67	4.67	4.56	0.19	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.63	0.06	เหมาะสมมาก
4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
4.1 สื่อการเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	เหมาะสมมาก
4.2 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.22	0.19	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.28	0.10	เหมาะสมมาก
5. การวัดและประเมินผล						
5.1 มีการประเมินผลโดยวิธีการ ที่หลากหลาย	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	เหมาะสมมาก
5.2 วิธีการและเครื่องมือในการ ประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	เหมาะสมมาก
5.3 เกณฑ์การประเมินมีความ เหมาะสมสามารถประเมินได้	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย				4.33	0.00	เหมาะสมมาก

ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้
งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายใต้สถานการณ์โควิด 19 โดยพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบ การใช้ภาษา ความถูกต้องของเนื้อหา เสนอความคิดเห็น และประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ โดยทำเครื่องหมาย ü ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์ในการประเมินมีดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมระดับพอใช้
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5	
1. ด้านสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัดสามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความคล้าย						
1.3 จุดประสงค์การเรียนรู้สามารถวัดและประเมินผลได้						
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมองค์ประกอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
2. กิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.2 การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เหมาะสมกับเนื้อหา เรื่องความคล้าย						
2.3 ชั้นสร้างประสบการณ์ ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ได้						
2.4 ชั้นการสะท้อนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ						
2.5 ชั้นการสรุปองค์ความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติและการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	1	2	3	4	5	
2.6 ชั้นการประยุกต์ ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้หรือหลักการที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือ ประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน						
2.7 จำนวนชั่วโมงในการทำกิจกรรมมีความเหมาะสม						
2.8 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน						
3. งานทางคณิตศาสตร์						
3.1 งานทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3.2 งานทางคณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง						
3.3 งานทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมให้เกิดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้						
4.1 สื่อการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 สื่อการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
5. การวัดและประเมินผล						
5.1 มีการประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลาย						
5.2 วิธีการและเครื่องมือในการประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.3 เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสมสามารถประเมินได้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

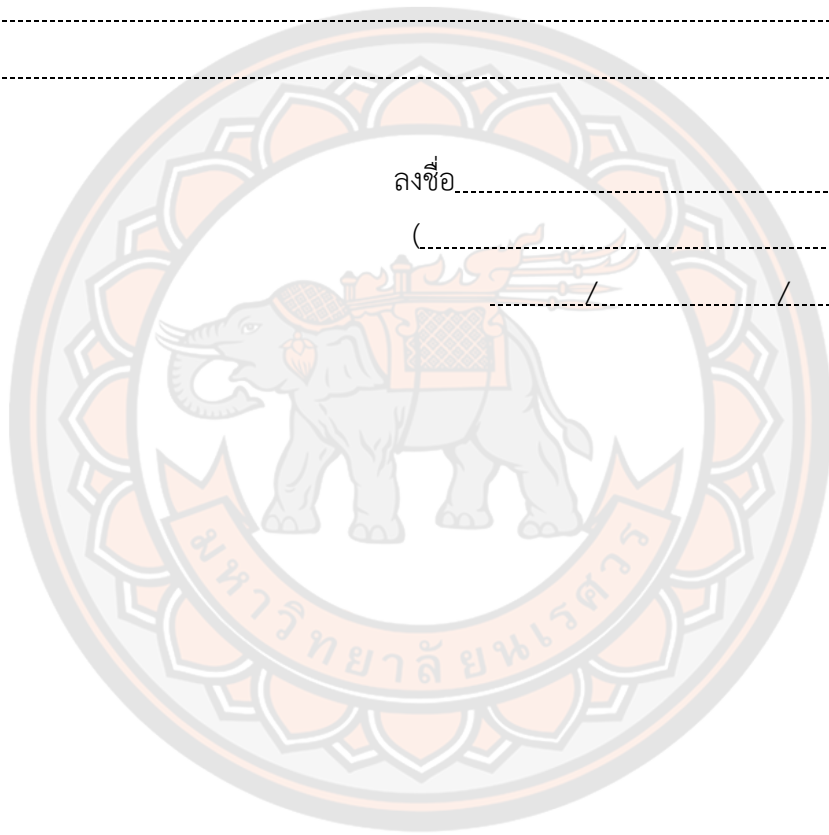
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....
(.....)
...../...../.....

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามใน
แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3

ตาราง 29 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามใน
แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์การ เรียนรู้	ข้อคำถาม	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ข้อที่ 1	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 2	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 3	2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
ข้อที่ 4	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความ
คล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
สามารถนำไปใช้ได้

**แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบวัดทักษะการ
เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถามในแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยทำเครื่องหมาย ü ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- | | | |
|----|-----|--|
| -1 | คือ | แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |
| 0 | คือ | ไม่แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |
| +1 | คือ | แน่ใจ ว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ |

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณาเขียนลงในช่องว่าง

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความถาม	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
เมื่อกำหนดสถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถบอกความเหมือนและความแตกต่างของรูป 2 รูปที่กำหนดให้ได้	<p>1. ธาราต้องการสร้างบ้านใหม่ จึงได้จ้างสถาปนิกให้ออกแบบแปลนบ้านให้กับตนเอง ซึ่งแปลนบ้านมีลักษณะดังรูปภาพ ถ้าสถาปนิกกล่าวว่าแปลนห้องครัวและซักรีดคล้ายกับแปลนของห้องนอน 1 คำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด</p> 				
เมื่อกำหนดสถานการณ์ ปัญหาเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถใช้คุณสมบัติของรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกันอธิบายวิธีการแก้ปัญหาได้	<p>1. ธาราต้องการสร้างบ้านใหม่ จึงได้จ้างสถาปนิกให้ออกแบบแปลนบ้านให้กับตนเอง ซึ่งแปลนบ้านมีลักษณะดังรูปภาพ ถ้าสถาปนิกกล่าวว่าแปลนห้องครัวและซักรีดคล้ายกับแปลนของห้องนอน 1 คำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด</p> 				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อคำถาม	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้	2. วาดรูปเกี่ยวกับก้นหอย เขาคือ แล้วเกิดสงสัยความสูงของก้นหอย จึงได้นำกระดาษไปวางบนพื้นในแนวระนาบระหว่างก้นหอยและตำแหน่งจุดยืน ให้กระดาษอยู่ห่างจากก้นหอย 24 เมตร และจุดยืนอยู่ห่างจากกระดาษ 3 เมตร จึงมองเห็นเงายอดก้นหอยในกระดาษพอดี ถ้าความสูงของวัตถุวัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 1.6 เมตร ก้นหอยสูงกี่เมตร				
เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปที่คล้ายกันได้	1. ธาราต้องการสร้างบ้านใหม่ จึงได้จ้างสถาปนิกให้ออกแบบแปลนบ้านให้กับตนเอง ซึ่งแปลนบ้านมีลักษณะดังรูปภาพ ถ้าสถาปนิกกล่าวว่าแปลนห้องครัวและซักรีดคล้ายกับแปลนของห้องนอน 1 คำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด 				

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อความ	คะแนนการพิจารณาความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
	<p>2. วายูไปเที่ยวกังหันลม เขาค้อ แล้วเกิดสงสัยความสูงของกังหันลม จึงได้นำกระจกไปวางบนพื้นในแนวระนาบระหว่างกังหันลมและตำแหน่งจุดยืน ให้กระจกอยู่ห่างจากกังหันลม 24 เมตร และจุดยืนอยู่ห่างจากกระจก 3 เมตร จึงมองเห็นเงายอดกังหันในกระจกพอดี ถ้าความสูงของวายุวัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 1.6 เมตร กังหันลมสูงกี่เมตร</p>				

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ค 23102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	เรื่อง ความคล้าย	เวลา 10 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

- ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

- ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้

ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

1. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้าย กับ การเท่ากันทุกประการ อัตราส่วน และมุมได้
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้าย กับ แสง ในรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้าย กับ การหาความสูงของเสาธงได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. เมื่อจบกิจกรรม นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3. สารการเรียนรู้

ความคล้าย

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เมื่อมีสมบัติ ดังนี้

1. ขนาดของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองเท่ากันเป็นคู่ ๆ 3 คู่
2. อัตราส่วนของความยาวด้านของด้านคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองเท่ากัน 3 คู่
3. อัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนเท่ากันมีขนาดเท่ากัน

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์

1. ครูทักทายนักเรียน ชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ และพูดคุยเกี่ยวกับการมาโรงเรียนของนักเรียนในแต่ละวันว่าก่อนนักเรียนจะมาโรงเรียนต้องทำอะไรบ้าง และเมื่อมาถึงโรงเรียนแล้วนักเรียนจะต้องทำอะไรก่อนเริ่มเรียน
2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำก่อนเข้าเรียน ซึ่งกิจกรรมที่นักเรียนต้องทำในทุก ๆ เช้า คือ เข้าแถวเคารพธงชาติ
3. ครูนำเสนอสถานการณ์ เรื่อง ความคล้าย ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ดังนี้

สถานการณ์

เนื่องจากโรงเรียนของเราเป็นโรงเรียนที่มีอายุมากเกือบร้อยปี ทำให้เสาธงและเชือกในการเชิญธงของโรงเรียนมีการทรุดโทรมและเสื่อมสภาพลง ซึ่งในช่วงฤดูฝนเกิดพายุอย่างรุนแรงทำให้เชือกในการเชิญธงขาดและเสาธงได้ล้มลง ทางโรงเรียนจึงมีนโยบายปรับปรุงเสาธงใหม่ โดยจะทำการเปลี่ยนทั้งเสาธงและเชือกในการเชิญธง ซึ่งโรงเรียนได้มอบหมายหน้าที่ในการทำเสาธงให้กับนักการภารโรงของโรงเรียน และมอบหมายให้นายคิมหันต์ ไปซื้อเชือกเพื่อมาเปลี่ยนแทนเส้นเดิม ซึ่งนายคิมหันต์ลืมนัดขนาดของเสาธงขณะที่เสาธงกำลังล้มลงอยู่ ทำให้นายคิมหันต์ไม่รู้ว่าต้องซื้อเชือกยาวเท่าไร นักเรียนจะมีวิธีช่วยนายคิมหันต์อย่างไร



4. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ จากนั้นใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนอยากที่จะเข้าร่วมในการทำกิจกรรม ดังนี้

- จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนต้องหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งใด (ความสูงของเสาธง)

- นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง (เช่น การเท่ากันทุกประการ อัตราส่วน เป็นต้น)

5. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน

6. ครูแจกใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาธงร้อยปี (งานทางคณิตศาสตร์ 2) และอุปกรณ์ประกอบกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยในใบกิจกรรม มีสถานการณ์เกี่ยวกับการหาความสูงของเสาธง ซึ่งในการทำกิจกรรมนักเรียนจะต้องใช้ความรู้เดิม เรื่อง การเท่ากันทุกประการ อัตราส่วน และมุม มาช่วยในการแก้ปัญหา โดยใช้คุณสมบัติของมุมร่วมและการเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม มาหาความสัมพันธ์ หรือนักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง มาช่วยในการหาขนาดของมุมได้ เนื่องจากการหาขนาดของมุม สามารถหาได้จากมุมสะท้อนและมุมตกกระทบ ดังนั้นในการทำกิจกรรม ประธานนักเรียนเชิญธง นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ คือ ตลับเมตร ไม้บรรทัด กระดาษ เป็นต้น

7. นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำตลอดการทำกิจกรรม

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดและคำตอบของกลุ่มตนเอง และบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในสมุดของตนเอง ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะมีวิธีคิดที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวิธีการวัดและความสูงของนักเรียน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนกิจกรรมที่ได้ทำในคาบก่อนหน้า
2. ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติมาแลกเปลี่ยนเพื่อนำไปสู่องค์ความรู้ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนี้

- ในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมในแต่ละรูปนักเรียนพิจารณาสิ่งใดบ้าง (ด้านหรือมุม)
- นักเรียนพิจารณามุมอย่างไร (มุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ)
- นักเรียนพิจารณาด้านอย่างไร (อัตราส่วนของความยาวด้านต้องเท่ากัน)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และเขียนสรุปความหมายและองค์ประกอบในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันลงในสมุดของตนเอง

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกันอีกครั้ง โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- ในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนพิจารณาสิ่งใดบ้าง (มุม หรืออัตราส่วนของความยาวด้าน)

- มุมของรูปหลายเหลี่ยมสองรูปต้องเป็นอย่างไร (เท่ากันเป็นคู่ ๆ)
- สัดส่วนของด้านของรูปหลายเหลี่ยมสองรูปต้องเป็นอย่างไร (อัตราส่วนความยาวของด้านเท่ากัน)

6. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงเพิ่มเติม เช่น เมื่อต้องการซ่อมบำรุงสะพานนักเรียนจะสามารถหาความยาวของสะพานได้ เป็นต้น

7. ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องในชีวิตจริงของนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ (ให้นักเรียนตอบได้ตามความเหมาะสม โดยครูและเพื่อนให้ห้องช่วยกันตรวจสอบและวิเคราะห์คำตอบของเพื่อน)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมที่คล้ายกัน ดังนี้

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน คือ รูปที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่ขนาดแตกต่างกัน และ รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปหลายเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากัน เป็นคู่ ๆ หรือ มีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากันทุกอัตราส่วน

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 4 การประยุกต์

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และใช้คำถามเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียน

2. ครูให้นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรม 1.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ เพื่อเป็นการตรวจสอบนักเรียนว่านักเรียนเข้าใจบทเรียนหรือไม่ และเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่น ๆ ได้

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและเฉลยใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบของตนเอง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวัน ดังนี้

ความคล้าย กับ คณิตศาสตร์ ได้แก่ อัตราส่วนที่เท่ากัน การเท่ากันทุกประการ และ มุม

ความคล้าย กับ ศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง

ความคล้าย กับ ชีวิตประจำวัน ได้แก่ การหาความสูงของเสาธง การหาความสูงของต้นไม้

การหาความสูงของตึก การหาความยาวของสะพาน เป็นต้น

5. ครูให้นักเรียนเขียนความเชื่อมโยงของ เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ในคณิตศาสตร์ ศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตประจำวันเพิ่มเติมลงในสมุดของตนเองเป็นการบ้าน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. บัตรภาพ
2. ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาธงร้อยปี
3. ใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

1. ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาธงร้อยปี
2. ใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

8. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันได้	ตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน	- ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาชงร้อยปี - ใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	นักเรียนทำใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาชงร้อยปี และใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P) 1. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้ายกับการเท่ากันทุกประการ อัตราส่วน และมุมได้ 2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้ายกับแสงในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง ความคล้ายกับการหาความสูงของเสาชงได้	- ตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน - สังเกตทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	- ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เสาชงร้อยปี - ใบกิจกรรม 2.2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน - แบบสังเกตทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	- ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ - มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) 1. เมื่อจบกิจกรรมนักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล	มีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ระดับพอใช้ขึ้นไป

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

9.1 ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9.2 ปัญหา/ อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

9.3 แนวทางในการแก้ไขและพัฒนา

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัสราภรณ์ บัวเขียว)

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

งานทางคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง เสาธงร้อยปี
ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เชือกเสาช้าง

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

สมาชิกกลุ่ม

1.	ชั้น	เลขที่
2.	ชั้น	เลขที่
3.	ชั้น	เลขที่
4.	ชั้น	เลขที่
5.	ชั้น	เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

เนื่องจากโรงเรียนของเราเป็นโรงเรียนที่มีอายุมากเกือบร้อยปี ทำให้เสาธงและเชือกในการเชิญธงของโรงเรียนมีการทรุดโทรมและเสื่อมสภาพลง ซึ่งในช่วงฤดูฝนเกิดพายุอย่างรุนแรงทำให้เชือกในการเชิญธงขาดและเสาธงได้ล้มลง ทางโรงเรียนจึงมีนโยบายปรับปรุงเสาธงใหม่ โดยจะทำการเปลี่ยนทั้งเสาธงและเชือกในการเชิญธง ซึ่งโรงเรียนได้มอบหมายหน้าที่ในการทำเสาธงให้กับนักการภารโรงของโรงเรียน และมอบหมายให้นายคิมหันต์ ไปซื้อเชือกเพื่อมาเปลี่ยนแทนเส้นเดิม ซึ่งนายคิมหันต์ลืมนัดขนาดของเสาธงขณะที่เสาธงกำลังล้มลงอยู่ ทำให้นายคิมหันต์ไม่รู้ว่าต้องซื้อเชือกยาวเท่าไร นักเรียนจะมีวิธีช่วยนายคิมหันต์อย่างไร

1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนคำนวณความสูงของเสาธงได้เท่าไร และต้องใช้เชือกในการเชิญธงยาวกี่เมตร

6. นักเรียนจะสามารถสรุปความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการแก้ปัญหา/ กิจกรรมว่าอย่างไร

7. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง

ผลงานทางคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง เสาธงร้อยปี
ใบกิจกรรม 2.1 เรื่อง เชือกเสาธง

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม

สมาชิกกลุ่ม 1. ชั้น เลขที่

2. ชั้น เลขที่

3. ชั้น เลขที่

4. ชั้น เลขที่

5. ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

เนื่องจากโรงเรียนของเราเป็นโรงเรียนที่มีอายุมาเกือบร้อยปี ทำให้เสาธงและเชือกในการเชิญธงของโรงเรียนมีการทรุดโทรมและเสื่อมสภาพลง ซึ่งในช่วงฤดูฝนเกิดพายุอย่างรุนแรงทำให้เชือกในการเชิญธงขาดและเสาธงได้ล้มลง ทางโรงเรียนจึงมีนโยบายปรับปรุงเสาธงใหม่ โดยจะทำการเปลี่ยนทั้งเสาธงและเชือกในการเชิญธง ซึ่งโรงเรียนได้มอบหมายหน้าที่ในการทำเสาธงให้กับนักการภารโรงของโรงเรียน และมอบหมายให้นายคิมหันต์ ไปซื้อเชือกเพื่อมาเปลี่ยนแทนเส้นเดิม ซึ่งนายคิมหันต์ลืมนัดขนาดของเสาธงขณะที่เสาธงกำลังล้มลงอยู่ ทำให้นายคิมหันต์ไม่รู้ว่าต้องซื้อเชือกยาวเท่าไร นักเรียนจะมีวิธีช่วยนายคิมหันต์อย่างไร

1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

แนวคำตอบ 1. เสาธงล้มลงและเชือกในการเชิญธงขาด

..... 2. นายคิมหันต์ต้องไปซื้อเชือกแต่ไม่ทราบว่าเชือกยาวเท่าไร

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

แนวคำตอบ 1. การเท่ากันทุกประการ 2. มุม
..... 3. อัตราส่วนที่เท่ากัน 4. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ

แนวคำตอบ 1. เรื่อง แสง วิชาวิทยาศาสตร์
..... 2. เรื่อง การใช้เครื่องมือ วิชาการทำงานอาชีพ
..... 3. เรื่อง การหาความสูง วิชาพลศึกษา

2.3 อื่น ๆ

..... การหาความสูงสิ่งที่อยู่รอบตัว

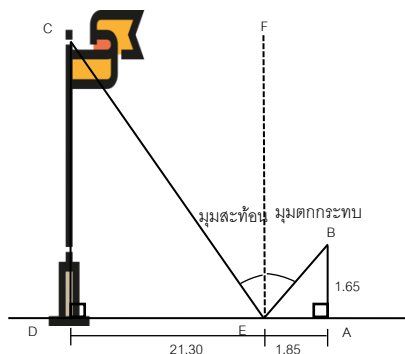
3. นักเรียนมีวิธีการวางแผนการหาคำตอบอย่างไร

แนวคำตอบ นำอุปกรณ์วัดความยาววัดความยาวของสิ่งที่จะนำมาคำนวณ แล้วนำมาคำนวณเพื่อ
หาคำตอบ

4. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร (บอกเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด)

แนวคำตอบ 1. เลือกตัวแทนเพื่อนในกลุ่ม เพื่อใช้ความสูงของเพื่อนในการคำนวณ
..... 2. วางกระจกบนพื้นและมองยอดเสาตรงผ่านกระจก
..... 3. วัดระยะทางระหว่างเพื่อนในกลุ่ม กระจก และเสา
..... 4. วัดโคนของเสาจนถึงจุดที่ไม้เชือกของเสา
..... 5. คำนวณหาความสูงของเสา และเชือก

วิธีคิด 1 ความสูงของนักเรียนจากพื้นถึงระดับสายตาได้เท่ากับ 1.65 เมตร
..... นักเรียนยืนห่างจากกระจก 21.30 เมตร
..... กระจกอยู่ห่างจากเสา 1.85 เมตร



ให้ CD แทน ความสูงของเสาธง

AB แทน ระยะจากพื้นดินถึงตาของนักเรียน

AE แทน ระยะที่นักเรียนอยู่ห่างจากกระจก

และ DE แทน ระยะจากโคนเสาธงถึงกระจกเงา

เนื่องจาก $\angle BEF = \angle CEF$ (มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ)

แต่ $\angle AEB + \angle BEF = \angle DEC + \angle CEF = 90^\circ$

ดังนั้น $\angle AEB = \angle DEC$ (สมบัตติการเท่ากัน)

และ $\angle BAE = \angle CDE = 90^\circ$

จะได้ $\angle ABE = \angle DCE$ (ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180° และเมื่อมุมสองมุมมีขนาดเท่ากันมุมคู่ที่เหลือจึงมีขนาดเท่ากัน)

ดังนั้น $\triangle ABE \sim \triangle DCE$ (มีมุมที่มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่)

$$\text{จะได้ } \frac{CD}{AB} = \frac{DE}{AE}$$

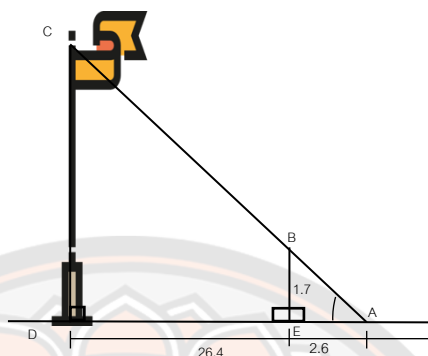
$$\frac{CD}{1.65} = \frac{21.30}{1.85}$$

$$CD = \frac{1.65 \times 21.30}{1.85}$$

$$CD = 19$$

ดังนั้น เสาธงสูง 19 เมตร

วิธีคิด 2 ความสูงของนักเรียน	1.70 เมตร
นักเรียนยืนห่างจากเสาธง	26.4 เมตร
เงาของนักเรียนยาว	2.6 เมตร



ให้	CD แทน ความสูงของเสาธง
	BE แทน ความสูงของนักเรียน
	AE แทน ความยาวของเงาของนักเรียน
และ	DE แทน ระยะทางที่นักเรียนยืนห่างจากเสาธง
เนื่องจาก	$\angle EAB = \angle CAD = 90^\circ$
และ	$\angle BAE = \angle CDA$ (เป็นมุมร่วม)
จะได้	$\triangle ABE \sim \triangle ADC$ (ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180° และเมื่อมุมสองคู่มีขนาดเท่ากับมุมคู่ที่เหลือ จึงมีขนาดเท่ากัน)
ดังนั้น	$\triangle ABE \sim \triangle ADC$ (มีมุมที่มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่)
จะได้	$\frac{CD}{BE} = \frac{AD}{AE}$
	$\frac{CD}{1.70} = \frac{26.4 + 2.6}{2.6}$
	$CD = \frac{1.70 \times 28}{2.6}$
	$CD = 19$
ดังนั้น	เสาธงสูง 19 เมตร

5. นักเรียนคำนวณความสูงของเสาธงได้เท่าไร และต้องใช้เชือกในการเชิญธงยาวกี่เมตร

แนวคำตอบ เสาธงสูง 19 เมตร แต่วัดฐานของเสาธงได้ 0.8 เมตร ดังนั้น จะต้องใช้เชือกในการเชิญธง $(19 - 0.8) \times 2 = 36.4$ เมตร แต่เนื่องจากเชือกในการเชิญธงจะต้องมีความยาวสำหรับในการมัดเชือก ดังนั้นจะต้องใช้เชือกอย่างน้อย 37 เมตร

6. นักเรียนจะสามารถสรุปความรู้ที่นักเรียนได้รับจากการแก้ปัญหา/ กิจกรรมว่าอย่างไร

แนวคำตอบ ในการคำนวณหาความสูงของเสาธง จะใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ซึ่งในการพิจารณารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะต้องพิจารณาด้านหรือมุม โดยพิจารณา ดังนี้ รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน คือ รูปที่มีรูปร่างเหมือนกัน แต่ขนาดแตกต่างกัน และ รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปหลายเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ หรือ มีอัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันเท่ากันทุกอัตราส่วน

7. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง

แนวคำตอบ 1. เมื่อต้องการทราบความสูงของตึก เสาธง ซึ่งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้โดยตรง หรือมีความยุ่งยากในการวัด สามารถนำความรู้ เรื่อง ความคล้ายไปใช้คำนวณหาความสูงของตึกและเสาธงได้

2. เมื่อต้องการซ่อมบำรุงสะพาน สามารถนำความรู้ เรื่อง ความคล้ายไปใช้คำนวณหาความยาวของสะพานได้และความกว้างของแม่น้ำได้

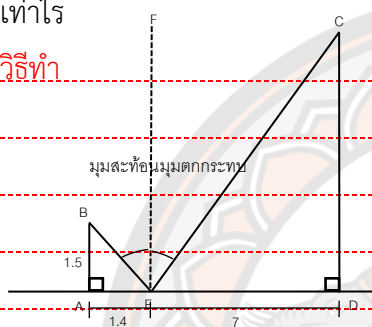
เฉลยใบกิจกรรม 2.2

เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีหาคำตอบ

วิวาห์หาความสูงของเสาธงโดยใช้กระจกเงา วิวาห์วางกระจกเงาบนพื้นในแนวระนาบ แล้วเดินไปยังที่จุด ๆ หนึ่ง ซึ่งมองเห็นยอดเสาธงในกระจก ถ้าวิวาห์สูง 1.56 เมตร ระดับของตาอยู่ต่ำกว่าศีรษะ 6 เซนติเมตร กระจกอยู่ห่างจากโคนเสาธง 7 เมตร และวิวาห์อยู่ห่างจากกระจก 1.4 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

วิธีทำ



ให้ CD แทน ความสูงของเสาธง

AB แทน ระยะจากพื้นดินถึงตาของวิวาห์เท่ากับ 1.56

$0.06 = 1.5$ เมตร

AE แทน ระยะที่วิวาห์อยู่ห่างจากกระจกเงา

และ DE แทน ระยะห่างของเสาธงและกระจกเงา

เนื่องจาก $\hat{B}EF = \hat{C}EF$ (มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ)

แต่ $\hat{A}EB + \hat{B}EF = \hat{D}EC + \hat{C}EF = 90^\circ$

ดังนั้น $\hat{A}EB = \hat{D}EC$ (สมบัติการเท่ากัน)

และ $\hat{B}AE = \hat{C}DE = 90^\circ$

จะได้ $\hat{A}BE = \hat{D}CE$ (ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180° และเมื่อมุมสองมุมมีขนาดเท่ากันมุมคู่ที่เหลือจึงมีขนาดเท่ากัน)

ดังนั้น $\triangle ABE \sim \triangle DCE$ (มีมุมที่มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่)

จะได้ $\frac{CD}{BA} = \frac{DE}{AE}$

$$\frac{CD}{1.5} = \frac{1.4}{7}$$

$$CD = \frac{1.5 \times 7}{1.4}$$

$$CD = 7.5$$

ดังนั้น เสาธงสูง 7.5 เมตร

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

สะท้อนครั้ง.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....จำนวน.....คาบ
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....ชั้น.....
 ครูผู้สอน นางสาวภัศราภรณ์ บัวเขียว

คำชี้แจง ให้ผู้สะท้อนผลพิจารณาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียด ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนเป็นวงจรต่อเนื่องกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างประสบการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูจัดประสบการณ์ เรื่อง ความคล้าย ให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ แล้วนำสิ่งที่นักเรียนประสบนั้นมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม ผ่านการใช้งานทางคณิตศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบ และสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ได้ โดยการสังเกต วิเคราะห์ อย่างรอบคอบ และลงมือแก้ปัญหา ร่วมกันโดยการปฏิบัติ การวาดรูป และคำนวณหาคำตอบ เป็นต้น และครูมีหน้าที่เพียงอำนวยความสะดวก คอยช่วยแนะนำและตอบคำถามที่ผู้เรียนสงสัย

ขั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยร่วมกันพิจารณา ไตร่ตรอง ผลจากการปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้รับ

ขั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนพยายามร่วมกันสรุปหลักการและความรู้จากประสบการณ์ที่ได้รับผ่านการลงมือปฏิบัติผ่านงานทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ เรื่อง ความคล้าย

ขั้นที่ 4 การประยุกต์ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือหลักการ เรื่อง ความคล้าย ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือ ประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันของนักเรียน

ทักษะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ เนื้อหาแนวคิด หลักการทางและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียนมาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เรื่อง ความคล้าย โดยความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่าในการแก้ปัญหา เรื่อง ความคล้าย จะต้องใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน การเท่ากันทุกประการ มาช่วยในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไปเชื่อมโยง เรื่อง แสง ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ เรื่อง การวาดภาพเหมือน ในวิชาศิลปะ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร เช่น เมื่อต้องการซ่อมบำรุงสะพานนักเรียนจะสามารถหาความยาวของสะพานได้ เป็นต้น

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์

1.1 การจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.2 การจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

1.3 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร

ได้

ไม่ได้

ไม่แน่ใจ

.....

.....

1.4 จุดเด่นของชั้นตอนนี้

.....

.....

.....

1.5 จุดที่ควรปรับปรุงและแก้ไขในชั้นตอนนี้

.....

.....

.....

1.6 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข/ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ชั้นที่ 2 การสะท้อนการเรียนรู้

2.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสะท้อนการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้หรือไม่ อย่างไร

ได้

ไม่ได้

ไม่แน่ใจ

.....

.....

2.2 จุดเด่นของชั้นตอนนี้

2.3 จุดที่ควรปรับปรุงและแก้ไขในชั้นตอนนี้

2.4 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข/ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชั้นที่ 3 การสรุปองค์ความรู้

3.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ เรื่อง ความคล้าย ได้หรือไม่ อย่างไร

 ได้

 ไม่ได้

 ไม่แน่ใจ

3.2 จุดเด่นของชั้นตอนนี้

3.3 จุดที่ควรปรับปรุงและแก้ไขในชั้นตอนนี้

3.4 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข/ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชั้นที่ 4 การประยุกต์

4.1 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงภายใน
คณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

4.2 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์
กับศาสตร์อื่น และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

4.3 การจัดการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์
กับชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้หรือไม่ อย่างไร

ได้ ไม่ได้ ไม่แน่ใจ

4.4 จุดเด่นของชั้นตอนนี้

.....

.....

.....

4.5 จุดที่ควรปรับปรุงและแก้ไขในชั้นตอนนี้

.....

.....

.....

4.6 แนวทางปรับปรุงและแก้ไข/ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

..... / /

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

1. ธาราต้องการสร้างบ้านใหม่ จึงได้จ้างสถาปนิกให้ออกแบบแปลนบ้านให้กับตนเอง ซึ่งแปลนบ้านมีลักษณะดังรูปภาพ ถ้าสถาปนิกกล่าวว่าแปลนห้องครัวและซักล้างคล้ายกับแปลนของห้องนอน 1 คำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าคำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง

.....

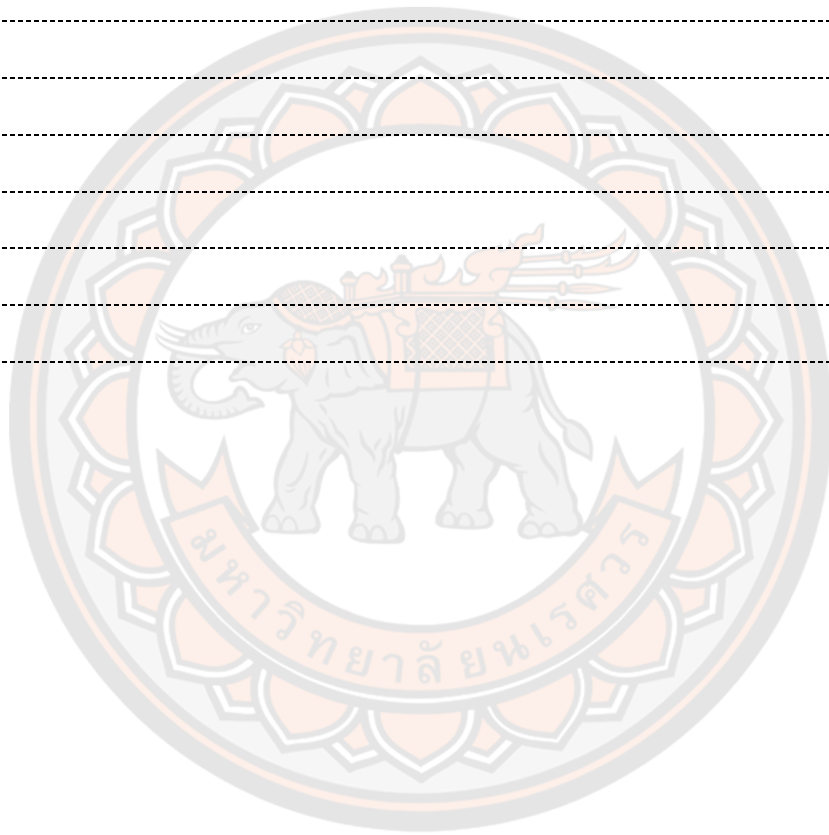
.....

.....

.....

.....

.....



2. วายุไปเที่ยวกังหันลม เขาค้อ แล้วเกิดสงสัยความสูงของกังหันลม จึงได้นำกระจกไปวางบนพื้นในแนวระนาบระหว่างกังหันลมและตำแหน่งจุดยืน ให้กระจกอยู่ห่างจากกังหันลม 24 เมตร และจุดยืนอยู่ห่างจากกระจก 3 เมตร จึงมองเห็นเงายอดกังหันในกระจกพอดี ถ้าความสูงของวายุวัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 1.6 เมตร กังหันลมสูงกี่เมตร



1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

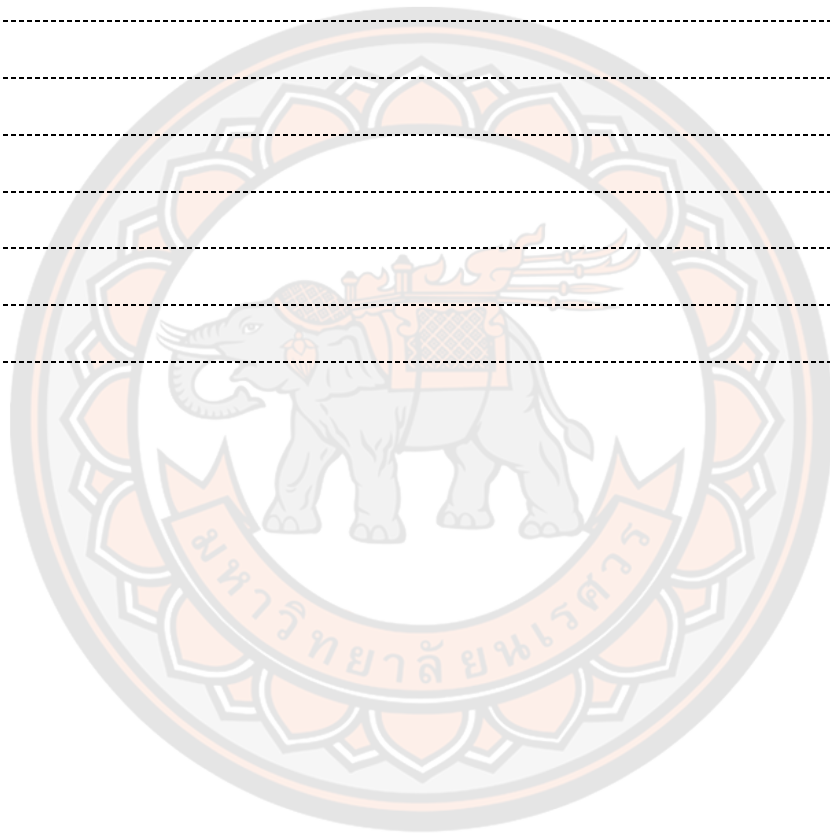
2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ

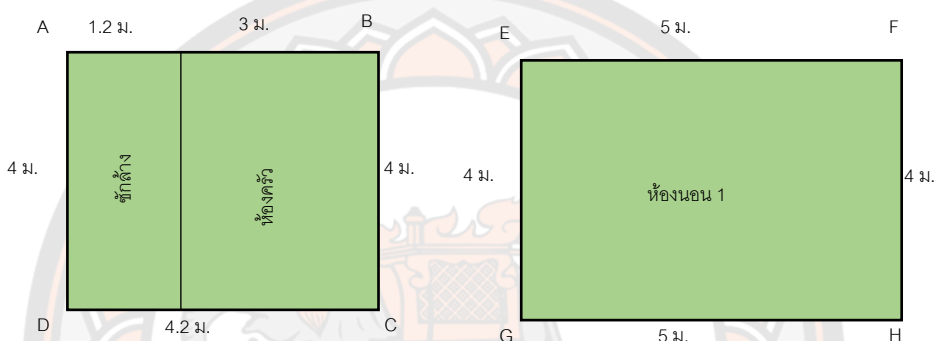
4. นักเรียนคิดว่าก้นหอยสูงกี่เมตร

5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง



เฉลยแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
จำนวน 2 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

1. ธาราต้องการสร้างบ้านใหม่ จึงได้จ้างสถาปนิกให้ออกแบบแปลนบ้านให้กับตนเอง ซึ่งแปลนบ้านมีลักษณะดังรูปภาพ ถ้าสถาปนิกกล่าวว่าแปลนห้องครัวและซັกล้างคล้ายกับแปลนของห้องนอน 1 คำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

- 1. ห้องซັกล้างกว้าง 4 เมตร และ ยาว 1.2 เมตร
- 2. ห้องครัวกว้าง 4 เมตร และ ยาว 3 เมตร
- 3. พื้นที่ห้องครัวและห้องซັกล้าง กว้างรวม 4 เมตร และยาวรวม 4.2 เมตร
- 4. ห้องนอน 1 กว้าง 4 เมตร และ ยาว 5 เมตร

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

- 1. การเท่ากันทุกประการ
- 2. อัตราส่วน
- 3. มุม
- 4. รูปทรงเรขาคณิตสองมิติ
- 5. เศษส่วน

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ

- 1. การวาดแบบจำลอง วิชา ศิลปะ
- 2. การวาดภาพกราฟฟิก วิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 3. องค์ประกอบของบ้าน วิชา การงาน

2.3 อื่น ๆ

1. การออกแบบแปลนบ้าน

3. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร (บอกเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด)

1. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2. พิจารณาขนาดของมุม และอัตราส่วนของด้านว่าเท่ากันหรือไม่

3. สรุปคำตอบ

วิธีคิด พิจารณามุม จะได้ว่า

$$\hat{A} = \hat{E} = 90^\circ, \quad \hat{B} = \hat{F} = 90^\circ$$

$$\hat{C} = \hat{G} = 90^\circ, \quad \hat{D} = \hat{H} = 90^\circ$$

นั่นคือ $\triangle ABCD$ และ $\triangle EFGH$ มีขนาดของมุม ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ ทุกคู่

พิจารณาอัตราส่วนของด้าน จะได้ว่า

$$\frac{AB}{EF} = \frac{4.2}{5} = \frac{21}{25}, \quad \frac{AC}{EG} = \frac{4}{4} = 1$$

$$\frac{CD}{GH} = \frac{4.2}{5} = \frac{21}{25}, \quad \frac{BD}{FH} = \frac{4}{4} = 1$$

นั่นคือ $\frac{AB}{EF} = \frac{CD}{GH} = \frac{21}{25}$ และ $\frac{AC}{EG} = \frac{BD}{FH} = 1$

ดังนั้น $\triangle ABCD$ ไม่คล้ายกับ $\triangle EFGH$

4. นักเรียนคิดว่าคำกล่าวของสถาปนิกนั้นถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

คำกล่าวของสถาปนิกไม่ถูกต้อง เพราะ แปลนห้องครัวและซักรีดไม่คล้ายกับแปลนของห้องนอน 1

เนื่องจากเมื่อพิจารณามุมพบว่าขนาดของมุมที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ ทุกคู่ แต่เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของความยาวด้าน พบว่าอัตราส่วนของความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันไม่เท่ากันทุกอัตราส่วน

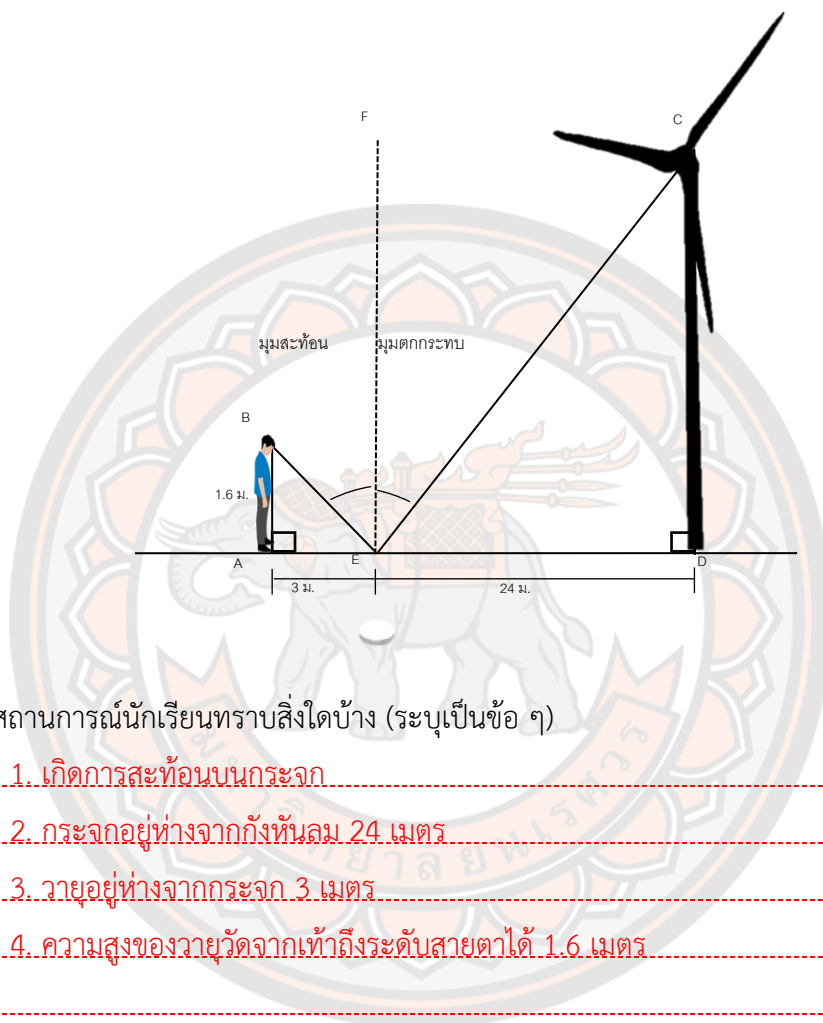
5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง

1. การออกแบบแปลนบ้าน

2. การวาดภาพจำลอง

3. การสร้างบ้าน

2. วายุไปเที่ยวกังหันลม เขาค้อ แล้วเกิดสงสัยความสูงของกังหันลม จึงได้นำกระจกไปวางบนพื้นในแนวระนาบระหว่างกังหันลมและตำแหน่งจุดยืน ให้กระจกอยู่ห่างจากกังหันลม 24 เมตร และจุดยืนอยู่ห่างจากกระจก 3 เมตร จึงมองเห็นเงายอดกังหันในกระจกพอดี ถ้าความสูงของวายุวัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 1.6 เมตร กังหันลมสูงกี่เมตร



1. จากสถานการณ์นักเรียนทราบสิ่งใดบ้าง (ระบุเป็นข้อ ๆ)

1. เกิดการสะท้อนบนกระจก
2. กระจกอยู่ห่างจากกังหันลม 24 เมตร
3. วายุอยู่ห่างจากกระจก 3 เมตร
4. ความสูงของวายุวัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 1.6 เมตร

2. นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้างมาช่วยในการแก้ปัญหา

2.1 ความรู้ทางคณิตศาสตร์

1. การเท่ากันทุกประการ
2. อัตราส่วน
3. มุม
4. ระบบสมการ

2.2 ความรู้เกี่ยวกับวิชาอื่น ๆ

1. เรื่อง แสง วิชาวิทยาศาสตร์ มุมสะท้อน เท่ากับ มุมตกกระทบ
2. เรื่อง การหาความสูงของร่างกาย วิชา พลละ

2.3 อื่น ๆ

.....การหาความสูงของสิ่งของต่าง ๆ ที่ไม่สามารถวัดความสูงได้โดยตรง.....

3. นักเรียนมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร (บอกเป็นลำดับขั้นตอน พร้อมทั้งแสดงวิธีคิด)

1. วิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2. พิจารณาขนาดของมุม เพื่อแสดงว่าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

3. ใช้คุณสมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันพิจารณาอัตราส่วนของด้าน

4. คำนวณหาความสูงของกังหันลม

วิธีทำ ให้ CD แทน ความสูงของกังหัน

AB แทน ความสูงของวาวยุวัดจากเท้าถึงระดับสายตา

AE แทน ระยะทางที่วาวยุอยู่ห่างจากกระจก 3 เมตร

และ ED แทน ระยะทางที่กระจกห่างจากกังหันลม 2.4 เมตร

เนื่องจาก $\hat{B}EF = \hat{C}EF$ (มุมสะท้อนเท่ากับมุมตกกระทบ)

แต่ $\hat{A}EB + \hat{B}EF = \hat{C}ED + \hat{C}EF = 90^\circ$

ดังนั้น $\hat{A}EB = \hat{C}ED$ (สมบัติการเท่ากัน)

และ $\hat{BAE} = \hat{CDE} = 90^\circ$

จะได้ $\hat{ABE} = \hat{DCE}$ (ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180°)

และเมื่อมุมสองคู่มีขนาดเท่ากันมุมคู่ที่เหลือจึง มีขนาดเท่ากัน)

ดังนั้น $\triangle ABE \sim \triangle CDE$ (มีมุมที่มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่)

จะได้ $\frac{CD}{AB} = \frac{DE}{AE}$

$\frac{CD}{1.6} = \frac{24}{3}$

$CD = \frac{24 \times 1.6}{3}$

$CD = 12.8$

ดังนั้น กังหันลมสูง 12.8 เมตร

4. นักเรียนคิดว่ากัณฑ์ลมสูงกี่เมตร

..... กัณฑ์ลมสูง 12.8 เมตร

.....

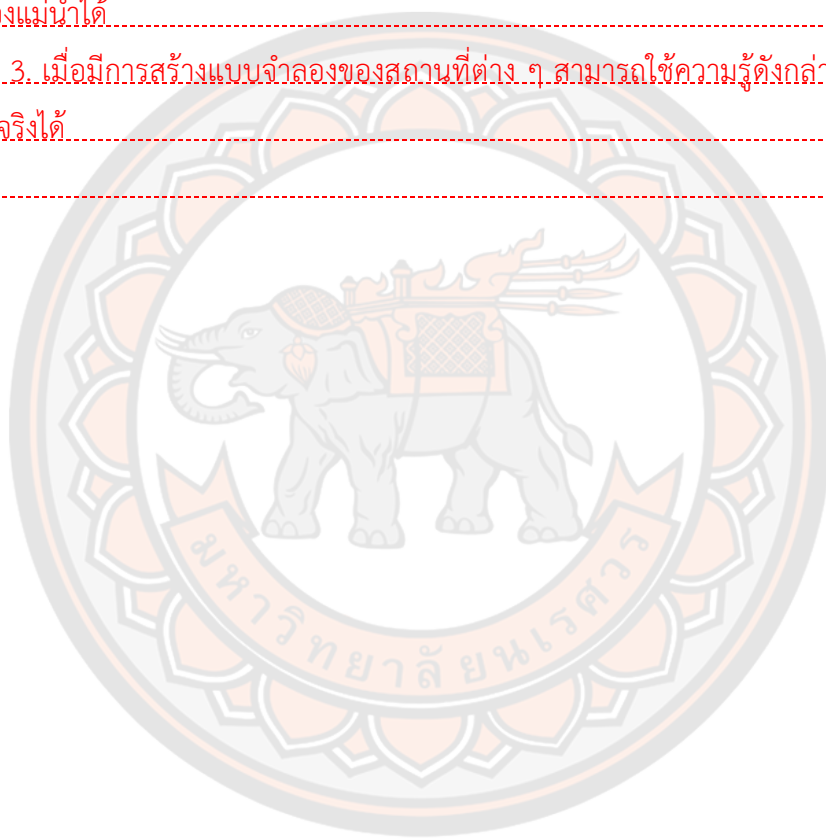
5. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันเรื่องใดได้บ้าง

..... 1. ทาความสูงของกัณฑ์ลม

..... 2. เมื่อมีการซ่อมบำรุงสะพาน สามารถใช้ความรู้ดังกล่าวหาความยาวของสะพานหรือความกว้างของแม่น้ำได้

..... 3. เมื่อมีการสร้างแบบจำลองของสถานที่ต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ดังกล่าวหาความสูงของสถานที่จริงได้

.....



ตัวอย่างแบบสังเกตทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ชื่อ - สกุล (ผู้ถูกประเมิน)..... ชั้น..... เลขที่.....
เรื่อง..... วันที่.....

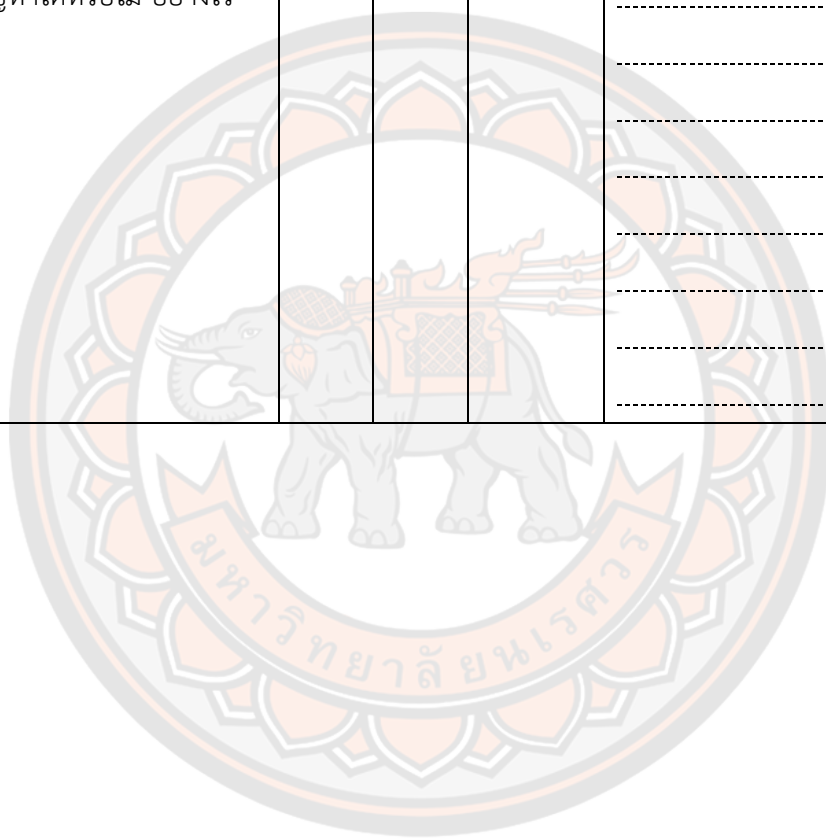
คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความรู้สึกของผู้สังเกต พร้อมอธิบายเหตุผล หรือหลักฐานประกอบความคิดเห็น โดยให้ผู้สังเกตพิจารณาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ร่วมกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งหลังจากทำกิจกรรม นักเรียนจะสามารถตอบได้ว่าในการแก้ปัญหา เรื่อง ความคล้าย จะต้องใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน อัตราส่วนที่เท่ากัน การเท่ากันทุกประการ มาช่วยในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของ ศาสตร์อื่น ๆ ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไป เชื่อมโยง เรื่อง แสง ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การใช้เทคโนโลยีอย่างปลอดภัยในวิชาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี และ เรื่อง การวาดภาพเหมือน ในวิชาศิลปะ

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นนำการเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งหลังจากทำกิจกรรมนักเรียนจะสามารถตอบได้ว่า เรื่อง ความคล้าย สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร เช่น เมื่อต้องการซ่อมบำรุงสะพานนักเรียนจะสามารถหาความยาวของ สะพานได้ เป็นต้น

พฤติกรรมที่จะสังเกต	ระดับความคิดเห็น			เหตุผล/ หลักฐาน
	ได้	ไม่ได้	ไม่แน่ใจ	
3. ท่านคิดว่านักเรียนเกิดทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร				<p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ภัศราภรณ์ บัวเขียว
วัน เดือน ปี เกิด	20 มีนาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	78/4 หมู่ 1 ตำบลปากทาง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 66000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนตะพานหิน อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1
ประสบการณ์การทำงาน	3 ปี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2562 ค.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

