



ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีไอจีบร้า
เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ภัทรสุดา ประสานพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON
CIPPA MODEL WITH GEOGEBRA PROGRAM ON SIMILARITY
TOWARD MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS

PATTARASUDA PRASANPUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2021
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย นางสาวภัทรสุดา ประสานพันธ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิกา ก้องกุล	ประธานกรรมการ
ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรินทร์ สุวรรณศรี	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง)

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร จิงสุทธินงษ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2564

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้ ความช่วยเหลือ และเอาใจใส่อย่างดียิ่งจาก ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่า ช่วยให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิภา ก้องกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรินทร์ สุวรรณศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้ข้อเสนอแนะ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัยให้ถูกต้อง จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณดร.วีระศักดิ์ แก่นอ้วน คุณครูอุบลรัตน์ ผลพุง และคุณครูลำพอง ฉัตรสุวรรณ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่เสียสละเวลาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้คำแนะนำ แก้ไข และพัฒนาจนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณนายธงชัย สมมาตรย์ ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูทุกท่านที่สนับสนุน ส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาต่อในระดับปริญญาโท และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านโนนยานาง อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนด้านการศึกษา เป็นกำลังใจที่สำคัญมาตลอด และขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมสถาบันทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจนประสบความสำเร็จ

ภัทรสุดา ประสานพันธ์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัย : ภัทรสุดา ประสานพันธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : คณิตศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ศักดิ์ดา น้อยนาง

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบซิปปา, โปรแกรมจีโอจีบร้า, ความคล้าย, ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านโนนยานาง จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน (2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และ (3) แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และสรุปแนวคิดจนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ยั่งยืน

ABSTRACT

TITLE : THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON CIPPA MODEL
WITH GEOGEBRA PROGRAM ON SIMILARITY TOWARD MATHEMATICAL
CONNECTION SKILLS

AUTHOR : PATTARASUDA PRASANPUN

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : SAKDA NOINANG, Ph.D.

KEYWORDS : CIPPA MODEL, GEOGEBRA PROGRAM, SIMILARITY, MATHEMATICAL
CONNECTION SKILL

The purpose of this research was to study the effect of CIPPA-style learning management with the Geogebra program on Similarity and how it affects associative math skills. The target group involved 20 grade 9 students in the first semester of academic year 2020 at Ban Non Yanang School. The research instruments consisted of (1) 10 lesson plans based on the CIPPA model with the Geogebra program Similarity, (2) an associative math skills test, and (3) an interview form focused on associative math skills. The statistics used for analyzing data were percentage, mean, and standard deviation. The results showed that students who learn with CIPPA -style learning in conjunction with the Geogebra program Similarity demonstrated scores greater than 60% for associative math skills, and could identify the mathematical knowledge required to solve problems, write a description of the solution in their own language, and offer accurate examples or situations in real life, summarizing the concepts until they become a sustainable body of knowledge.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542	8
2.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	10
2.3 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	12
2.4 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบซีปปา (CIPPA)	13
2.5 โปรแกรมจีโอจีบร้า Geogebra	18
2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 กลุ่มเป้าหมาย	31
3.2 รูปแบบการวิจัย	31
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	32
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	37
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	39
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า	42
4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอน แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60	61
บทที่ 5 อภิปรายผล	
5.1 สรุปผลการวิจัย	66
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	68
5.3 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	78
ข การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	80
ค การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรม จีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย	84
ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง ความคล้าย	87
จ สื่อโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย	97
ฉ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	101
ช แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	105
ซ ตัวอย่างกระดาษคำตอบ	107
ณ บรรยายากาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	111
ประวัติผู้วิจัย	122

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การวัดและเรขาคณิต	11
3.1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	35
3.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	36
3.3 ตัวอย่างคำถามแบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย	37
4.1 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามเกณฑ์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	62
4.2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรม จีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00	63
4.3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย กับเกณฑ์ร้อยละ 60.00	65

สารบัญ

[illegible]

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4	56
4.15 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4	57
4.16 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4	58
4.17 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 5	59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันระบบการศึกษาของไทยเปลี่ยนจากการเรียนรู้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สู่การเรียนรู้ที่เน้นทั้งผลลัพธ์ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในลักษณะที่สังคมต้องการ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2552) โดยรูปแบบการศึกษาจะยึดคุณภาพผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้มากกว่าการยึดเนื้อหา อีกทั้งส่งเสริมการบูรณาการเนื้อหาสาระ ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไปพร้อมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์มากที่สุด ดังนั้นการจัดการศึกษาต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับความถนัดและความสนใจของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กำหนดกรอบสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดตามชั้นปีกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น และสาระที่ 4 แคลคูลัส (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ กล่าวคือ ทำให้สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาอย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ และช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะนำไปใช้แก้ไขสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลสามารถใช้สื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้ยังใช้อธิบาย ทำนายหรือคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ แต่คนส่วนใหญ่มองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เป็นนามธรรม มีแต่ตัวเลข สัญลักษณ์ อีกทั้งการคำนวณยังมีนิยามทฤษฎีบท กฎ และสูตรมากมาย ซึ่งไม่มีสื่อรูปธรรมที่อธิบายให้เข้าใจได้ชัดเจน เหมือนเป็นวิชาที่อยู่ไกลตัว ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (อัมพร ม้าคนอง, 2554) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การสอนคณิตศาสตร์มีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความซับซ้อน ซึ่งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและยาวนานขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ และจำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ร่วมกับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนนิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร เพื่อใช้แก้ปัญหาเฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป (อัมพร ม้าคนอง, 2554)

รูปแบบการเรียนการสอนที่ประสาน 5 แนวคิด ประกอบด้วย แนวคิดการสร้างความรู้ แนวคิดกระบวนการกลุ่มและการเรียนแบบร่วมมือ แนวคิดเกี่ยวกับความพร้อมในการเรียนรู้ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ และแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความรู้ นั่นคือโมเดลชิปปา (CIPPA Model) ซึ่งจะเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (1) การให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง แทนด้วยตัวอักษร C (Construction of knowledge) (2) การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัว แทนด้วยตัวอักษร I (Interaction) (3) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ แทนด้วยตัวอักษร P (Physical participation) (4) ทักษะกระบวนการในการสร้างความรู้ แทนด้วยตัวอักษร P (Process skills) และ (5) การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย แทนด้วยตัวอักษร A (Application) ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน พบว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ครบทุกด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา (ทิตินา แชนมณี, 2556)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นจุดเน้นที่จะทำให้การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนมีประสิทธิภาพดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550; อ้างอิงจาก National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000) สอดคล้องกับงานวิจัยของ มยุรา ร้องหาญแก้ว (2553) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของชัชวาลย์ บัวริคาน (2559) ที่วิจัยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปา เรื่องการเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการบูรณาการความรู้

หลักการ วิธีการและประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จนเกิดเป็นความเข้าใจที่ชัดเจน และคงทน นำไปสู่การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน หรือสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งการศึกษาเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการระบุมุมมองทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา และด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นอกจากนี้ สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเลือกสื่อให้เหมาะสมกับระดับการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การใช้สื่อและเทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนมีส่วนทำให้บริบทชั้นเรียนเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน (สุทิน บัณฑิตา, 2558) จีโอจีบร้า (Geogebra) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณสมบัติการใช้งานทั้งด้านเรขาคณิตและพีชคณิต (วิไลวรรณ สีแดด, 2560; อ้างอิงจาก พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์, 2556) จุดเด่นคือความสามารถในการสร้างสื่อเรขาคณิตสามมิติ พร้อมทั้งคลี่ ตัด และดูได้หลายมุมมอง (วิไลวรรณ สีแดด, 2560; อ้างอิงจาก วุฒิชัย ภูติ และนครราช อันสุข, 2559) สอดคล้องกับงานวิจัยของไอริน ถาวรนนท์ (2561) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ผลการวิจัยพบว่า (1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 คิดเป็นร้อยละ 67.07 (จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป ดังนั้น โปรแกรมจีโอจีบร้า จึงเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาตามความสามารถ และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการนำเสนอบทเรียนด้วยภาพหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และนำทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ซึ่งจากที่ผู้วิจัยมีประสบการณ์การสอนรายวิชา ค23101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโนนยานาง ปีการศึกษา 2562 พบว่า คะแนนสอบของหน่วยการเรียนรู้ เรื่องความคล้าย นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนสอบต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของโรงเรียนร้อยละ 60.00 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สำคัญต่อการนำความรู้ไปใช้ในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหา เรื่องความคล้าย ประกอบด้วย เนื้อหา

เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน และการนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา มาใช้ในการทำวิจัย อีกทั้งข้อสอบเก็บคะแนนหน่วยการเรียนรู้ เรื่องความคล้าย ของโรงเรียนบ้านโนนยานาง เป็นแบบอัตนัย นักเรียนต้องแสดงแนวคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบ จากการตรวจข้อสอบพบว่านักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาของสถานการณ์ได้ถูกต้องชัดเจน เนื่องจากแก้ปัญหาโดยใช้สูตร เมื่อปัญหาแตกต่างจากที่เคยเรียน จึงวิเคราะห์ปัญหาไม่ตรงจุด ไม่เกิดแนวคิดในการสร้างรูปแสดงแทนข้อมูล และเกิดความสับสนในการเลือกใช้สูตร แสดงให้เห็นว่านักเรียนขาดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปา ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านโนนยานาง อำเภอพิบูลย์รักษ์ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 20 คน

1.3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องความคล้าย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ชั่วโมง

1.3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 10 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

1.3.4 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

1.3.4.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 การจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า หมายถึง

การจัดการเรียนรู้ เรื่องความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 1 ชั่วโมง ที่เน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความร่วมมือจากกลุ่ม เรียนรู้ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับการปฏิบัติ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้าที่มีคุณสมบัติการใช้งานทั้งด้านเรขาคณิตและพีชคณิต สามารถสร้างสื่อสามมิติ พร้อมทั้งสามารถคลี่ ตัด และดูได้หลายมุมมอง ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักโมเดลชิปามี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.4.1.1 ขั้นที่ 1 การทบทวนความรู้เดิม

ครูต้องดึงความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน ด้วยวิธีถามตอบ หรือใช้สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้หาคำตอบของสถานการณ์

1.4.1.2 ขั้นที่ 2 การแสวงหาความรู้ใหม่

ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สัมพันธ์กับบทเรียนและสอดคล้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้า นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและหาแนวทางในการแก้ปัญหา ศึกษาข้อมูลความรู้ใหม่ จากเอกสารหรือแหล่งความรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

1.4.1.3 ขั้นที่ 3 การศึกษาทำความเข้าใจความรู้ใหม่ และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจความรู้ใหม่ที่ศึกษาด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความรู้เดิมมาช่วยสร้างข้อสรุป พร้อมทั้งครูกระตุ้นให้นักเรียนพยายามค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยใช้คำถามในลักษณะสร้างสรรค์

1.4.1.4 ขั้นที่ 4 การแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม

นักเรียนอาศัยความร่วมมือของกลุ่ม เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจด้วยการแบ่งปันความรู้ความเข้าใจของตนแก่ผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อม ๆ กัน โดยมีครูคอยสังเกตการณ์และให้คำแนะนำ

1.4.1.5 ขั้นที่ 5 การสรุปจัดระเบียบความรู้

สรุปความรู้ทั้งหมดที่ได้รับของนักเรียน และจัดสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้เป็นระบบระเบียบ เพื่อช่วยให้นักเรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย จากนั้นครูจะให้นักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ประกอบกับการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเข้ามาช่วยในการอธิบาย และจัดระเบียบความรู้

1.4.1.6 ขั้นที่ 6 การแสดงผลงาน

ครูให้นักเรียนแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การวาดภาพ การแสดงสัญลักษณ์ การนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วยโปรแกรมจิโอเจิบร้า และประเมินผลงานโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนด

1.4.1.7 ขั้นที่ 7 การประยุกต์ใช้ความรู้

ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำองค์ความรู้ของตนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อเพิ่มความชำนาญ ครูจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของปัญหาและคอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนแก้ปัญหาผิด

1.4.2 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการบูรณาการความรู้หลักการ วิธีการและประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จนเกิดเป็นความเข้าใจที่ชัดเจนและคงทน นำไปสู่การอธิบายข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง สามารถประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน หรือสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมี 3 องค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (สรรรถนัฐ ปัญญาเสฏฐ์, 2558; อ้างอิงจาก National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000) ดังนี้

1.4.2.1 การระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นสมบัติ นิยาม ทฤษฎีบท กฎ สูตร แบบรูป หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ และเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้

1.4.2.2 การอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิด หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้

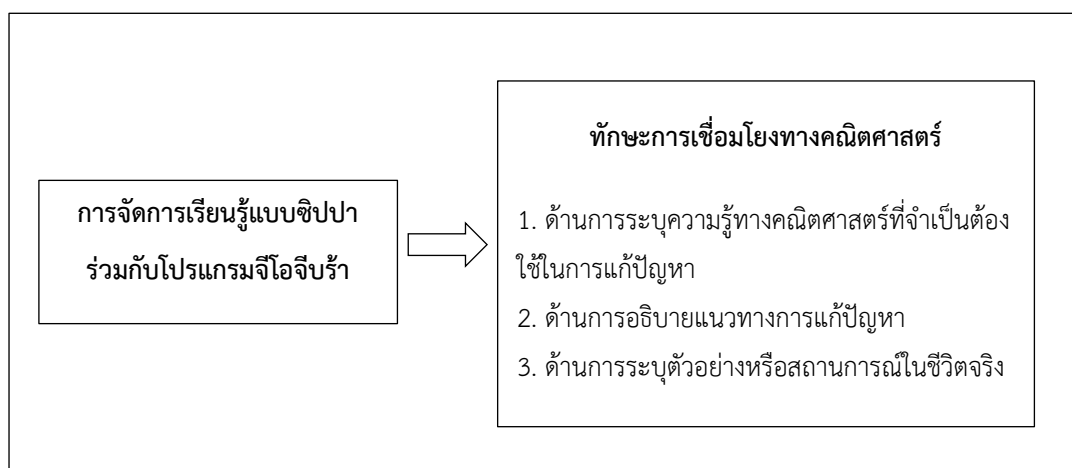
1.4.2.3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

1.4.3 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องความคล้าย มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน คะแนนเต็ม 45 คะแนน

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ซึ่งเป็นวิธีการสอนรูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง มีทักษะและกระบวนการในการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA Model) ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพ

1.6.2 ครูผู้สอนและนักเรียนมีความสามารถในการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า และนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ ได้

1.6.3 นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้มีมาตรฐานตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.6.4 นักเรียนได้รับการส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเป็นแนวทางให้นักเรียนนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับเป็นพื้นฐานในการศึกษาชั้นสูงต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

2.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

2.3 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.4 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบซิปปา (CIPPA)

2.5 โปรแกรมจีโอจีบร้า Geogebra

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กำหนดว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดการกระบวนการเรียนรู้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1.1 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2.1.2 ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

2.1.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

2.1.4 จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้หลาย ๆ ด้านให้มีสัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

2.1.5 ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้

2.1.6 จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีผลให้เกิดการปฏิรูปการศึกษาอันเป็นวาระสำคัญแห่งชาติ มีสาระสำคัญทั้งสิ้น 9 หมวด ซึ่งหมวดที่เป็นหัวใจสำคัญของการปฏิรูปการศึกษาของชาติครั้งนี้ คือ หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา โดยคณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ กล่าวถึงปัญหาที่นำไปสู่การปฏิรูปว่าเกี่ยวกับเรื่องของการเรียนการสอนในระบบเป็นสำคัญ และสิ่งที่บ่งบอกว่าต้องปฏิรูปการเรียนการสอนในระบบโรงเรียน มีดังนี้

(1) คนทุกวัยตั้งแต่เกิดจนจบมหาวิทยาลัย เรียนแต่วิชา รู้หนังสือ ถูกล้อมกรอบด้วยตารางสอน และห้องเรียน การพัฒนาคนจึงไม่เอื้อให้มีคุณสมบัติ มองกว้าง คิดไกล ใฝ่สูง มุ่งทำงาน ขาดชีวิต

(2) วิธีการเรียนการสอนไม่เน้นกระบวนการให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะข้างสงสัย และใฝ่หาคำตอบ ยังเน้นการสอนหนังสือมากกว่าการสอนคน นอกจากนั้นยังขาดการเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย

(3) ผู้สอนยังเป็นผู้มีอำนาจในชั้นเรียน ถือว่าตนเองเป็นผู้รู้มากที่สุด ถูกที่สุด ผู้เรียนมีหน้าที่รักและปรับตัวให้สอดคล้องกับเนื้อหาความรู้และวิธีการของผู้สอน

(4) กระบวนการเรียนรู้น่าเบื่อหน่าย ทั้งพ่อ แม่ ผู้สอนผู้เรียน ยึดหลักสูตรเป็นเกณฑ์ เนื้อหาสาระทั้งหมด การสอบและคะแนนสอบเป็นตัววัดความสำเร็จ

(5) โรงเรียนไม่สร้างบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ เป็นอาณาเขตที่ขาดความสัมพันธ์กับชีวิตชุมชน ห่างไกลธรรมชาติและแหล่งเรียนรู้ที่ปลูกเจ้าบรรยากาศทางปัญญา ครอบครัวและชุมชนไม่มีโอกาสร่วมคิดสร้างกระบวนการเรียนรู้

(6) กระบวนการเรียนการสอนยังเป็นพฤติกรรมถ่ายทอด สัดส่วนการฝึกปฏิบัติ การฝึกหัด และการอบรมนิสัยยังมีน้อยกว่าการท่องเนื้อหา จึงขาดความคล่องในการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่ได้รับรู้การปลูกฝังความภาคภูมิใจในศิลปวัฒนธรรมของชาติ

(7) ในระบบโรงเรียน เด็ก เยาวชน และผู้ใหญ่มีโอกาสน้อยที่จะได้รับการอบรมนิสัยให้สูงส่ง พากเพียร ยึดมั่นความสุจริตทั้งกาย วาจา ใจ การบ่มเพาะคุณธรรมและสุนทรียภาพยังไม่เข้มข้นพอจนเกิดผลแก่ผู้เรียน

กล่าวได้ว่าการจัดการศึกษาของเราเกิดปัญหาเกิดขึ้นตั้งแต่หลักสูตรที่ยึดวิชาเป็นตัวตั้ง มีการแยกเนื้อหากันอย่างชัดเจน ทำให้ไม่สอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตจริง การเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนไม่รู้จักใฝ่เรียนใฝ่รู้ แล้วยังเกิดความทุกข์ในการเรียน ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ

การศึกษาของไทยมานานและถูกสะสมจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นการแก้ปัญหาของประเทศจึงต้องแก้ที่ต้นเหตุสำคัญ นั่นคือ การจัดการศึกษาเพื่อสร้างภูมิปัญญาของประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2543)

ดังนั้นการปฏิรูปครั้งนี้มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาและกระทบกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก เพราะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเริ่มมีการปรับเปลี่ยนตัวเองให้สอดคล้องตามพระราชบัญญัติมากขึ้น โดยเฉพาะสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด มีการจัดตั้งหน่วยงานดูแลและรับผิดชอบงานปฏิรูปการศึกษา มีการจัดตั้งโรงเรียนต้นแบบ และผู้สอนต้นแบบ ผู้สอนประถมและมัธยมได้รับการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง มีระบบการประกันคุณภาพการศึกษาในสถานศึกษาทุกระดับ

2.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

2.2.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพสังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดวงจันทร์ ประสิทธิ์วงศ์ (2552) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของวิทยาการทุก ๆ สาขา สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้กับวิชาอื่น ๆ ได้ และสามารถแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน ใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมายเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่ม ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.2.2 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้จัดสาระการเรียนรู้เป็น 4 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น และแคลคูลัส ซึ่งเนื้อหา เรื่องความคล้าย อยู่ในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

2.2.3 มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ (Learning standards) หมายถึง คุณภาพที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เป็นสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และคุณลักษณะที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้ถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนั้น มาตรฐาน

การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ก็เป็นคุณภาพที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนจากการศึกษาสาระการเรียนรู้ครบทั้ง 4 สาระ มีทั้งสิ้น 10 มาตรฐาน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้สนใจดำเนินการเน้นเฉพาะมาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ อยู่ในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

2.2.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเน้นความสามารถที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน 5 ด้าน ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ในการวิจัยครั้งนี้สนใจดำเนินการเฉพาะความสามารถด้านการเชื่อมโยง ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.2.5 โครงสร้างเนื้อหา เรื่องความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยศึกษาสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.5.1 สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การวัดและเรขาคณิต

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	- ความคล้าย - รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน - การนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.5.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.3 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำและชี้แนะข้อบกพร่องของผู้เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะให้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะกระบวนการคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น อาจจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2 คน หรือกลุ่มย่อย 4-5 คน

ในชั้นดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึง คือ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระใหม่ ขึ้นเตรียมความพร้อมเข้าสู่กิจกรรม ผู้สอนควรใช้วิธีต่าง ๆ ทบทวนความรู้เดิม ขึ้นปฏิบัติกิจกรรมผู้สอนอาจใช้ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับขึ้นเตรียมความพร้อมและใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจในหลักการ แนวคิด บทนิยาม ทฤษฎีบทด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิด และคอยสังเกตและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

การจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอความคิดของแต่ละคนหรือความคิดของกลุ่มเป็นสิ่งที่ผู้สอนควรปฏิบัติ เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้งผู้เรียนมีโอกาสร่วมกันแสดงความคิดเห็น ซักถามหาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาเสริมความรู้และสรุปประเด็นที่เป็นความคิดรวบยอดของคาบเรียนนั้นจะทำให้การเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำเอาความรู้ ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติได้ อีกทั้งทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกอยากคิด อยากทำ อยากเรียนรู้ กล้าแสดงออก และจดจำสาระที่ตนเองออกมานำเสนอได้นาน เกิดเป็นองค์ความรู้ที่ยั่งยืน

เนื่องจากลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกัน ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมกันรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม ได้ฝึกทักษะกระบวนการ โดยฝึกการสังเกต ฝึกให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสถานการณ์ปัญหา ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะต่าง ๆ ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง

คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ผู้สอนสามารถนำกิจกรรมลักษณะนี้ไปใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

2.4 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบชิปปา (CIPPA)

2.4.1 ความหมายและแนวคิดหลักของการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา

ทศนา แคมมณี (2548) อธิบายแนวคิดหลัก 5 แนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความคิด และการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งด้าน ร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ดังนี้

2.4.1.1 Construction of Knowledge: C คือแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองตาม ทฤษฎี “Constructivism” ของ Piaget ซึ่งมีความเชื่อว่ามนุษย์สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถเปลี่ยนแปลงและพัฒนาได้ การสร้างความรู้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) จุดมุ่งหมาย ของผู้เรียน (2) ความรู้เดิม และ (3) ความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับ แนวคิดนี้อธิบาย ได้ว่าการเรียนรู้จะ เกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีโอกาสได้รับความรู้ใหม่และใช้กระบวนการทางสติปัญญา เพื่อทำความเข้าใจ ข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการ เรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้ 5 กระบวนการสำคัญ ได้แก่ (1) ให้ผู้เรียนทบทวน ความรู้เดิม (2) ให้ผู้เรียนได้รับ แสวงหา รวบรวมข้อมูล และประสบการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง (3) ให้ ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ และสร้างความหมายข้อมูล หรือประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะ กระบวนการต่าง ๆ (4) ให้ผู้เรียนสรุปและจัดระเบียบความรู้ และ (5) ให้ผู้เรียนได้แสดงออกในสิ่งที่ เรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

2.4.1.2 Interaction: I คือ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) เป็นที่มาของ ข้อมูลสำคัญที่สมองต้องใช้ในการคิด เดิมเชื่อกันว่าผู้สอนเป็นแหล่งการเรียนรู้หลัก แต่ในปัจจุบันให้ ความสำคัญกับกระบวนการกลุ่ม (group process) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning) เพราะมนุษย์เป็นสัตว์สังคม (social animal) จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ซึ่งกันและกัน กิจกรรม การเรียนการสอนที่ดีจึงต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อเป็นที่มาของแหล่งข้อมูลอันจะช่วยขยาย ขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2.4.1.3 Physical Participation: P คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหวร่างกาย โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการรับรู้ (perception) และหลักความพร้อมในการเรียนรู้ (learning readiness) การให้ผู้เรียนเคลื่อนไหวร่างกายช่วยให้ ตื่นตัวและมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ ทำให้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควร

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหวร่างกายตามความเหมาะสมกับวัยและความสนใจ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความตื่นตัว และรับรู้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น

2.4.1.4 Process Learning: P คือ การเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิต เช่น กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงควรให้ความสำคัญครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา ความรู้ และการเรียนรู้กระบวนการ โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวคิดการสร้างความรู้

2.4.1.5 Application: A คือ การนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ เป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เป็นการฝึกทักษะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ทิศนา ขัมมณี (2556) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน จากแนวคิดทางการศึกษาที่พบว่าสามารถใช้ได้ผลดีในการจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 แนวคิด ได้แก่

- (1) แนวคิดการสร้างความรู้ (Constructivism)
- (2) แนวคิดกระบวนการกลุ่มและการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Group process and Cooperative learning)
- (3) แนวคิดความพร้อมในการเรียนรู้ (Learning readiness)
- (4) แนวคิดการเรียนรู้กระบวนการ (Process learning)
- (5) แนวคิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of learning)

ซึ่งทั้ง 5 หลักการนี้เป็นที่มาของแนวคิด CIPPA ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุด ประกอบด้วย 5 หลักการ คือ

- (1) Construction of knowledge: C การสร้างความรู้ด้วยตนเอง
- (2) Interaction: I การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัว
- (3) Process skills: P ทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้
- (4) Physical participation: P การมีส่วนร่วมในกิจกรรม / ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
- (5) Application: A การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย

อัศวิน พุ่มรินทร์ (2556) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบซิปปา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด สามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง มีทักษะ และกระบวนการในการเรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทั้งทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ชัชวาล บัวริคาน (2559) กล่าวว่า หลักการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยยึด 5 หลักการประกอบด้วย หลักการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง การสร้างทักษะ และกระบวนการในการเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งเปิดโอกาสให้

ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของชิปปา

ทิตนา แชมมณี (2545) ได้กล่าวว่า ชิปปา (CIPPA) สามารถใช้เป็นหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามหลักชิปปา ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นดึงความรู้ในเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน
- (2) ขั้นแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการแสวงหาข้อมูล ความรู้ใหม่ที่ยังไม่มี ซึ่งผู้สอนอาจเตรียมมาให้ผู้เรียน หรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเพื่อผู้เรียนได้ไปแสวงหา
- (3) ขั้นการศึกษาทำความเข้าใจข้อมูล/ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ผู้เรียนจะต้องศึกษา และทำความเข้าใจกับข้อมูล/ความรู้ที่หามาได้ จะต้องสร้างความหมายของข้อมูล ประสพการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ด้วยตนเอง เช่น ใช้กระบวนการคิดและกระบวนการกลุ่มในการอภิปราย และสรุปความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลนั้น ซึ่งอาจจำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงกับความรู้เดิม
- (4) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม ผู้เรียนอาศัยกลุ่มเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนกับผู้อื่น และได้รับประโยชน์จากความรู้ความเข้าใจของผู้อื่นไปพร้อม ๆ กัน
- (5) ขั้นสรุปและจัดระเบียบความรู้ เป็นขั้นการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งหมด ทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ จัดสิ่งที่เรียนรู้ให้มีระบบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย
- (6) ขั้นการแสดงผลงาน เป็นขั้นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนให้ผู้อื่นรับรู้ ช่วยให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตน และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์
- (7) ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นขั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกนำความรู้ความเข้าใจของตนไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความชำนาญ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความจำเป็นในเรื่องนั้น ๆ

ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) กล่าวว่าขั้นตอนที่ 1-6 เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ (Construction of knowledge) ซึ่งผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน (Interaction) และฝึกฝนทักษะกระบวนการต่าง ๆ (Process learning) เนื่องจากแต่ละขั้นตอนช่วยให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ได้เคลื่อนไหวทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม อย่างเหมาะสม ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นตัว (Active) สามารถรับรู้และเรียนรู้ได้อย่างดี

เยี่ยม จึงกล่าวได้ว่าทั้ง 6 ขั้นตอนมีคุณสมบัติตามหลักการ CIPP ส่วนขั้นตอนที่ 7 เป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ (Application) จึงทำให้รูปแบบนี้มีคุณสมบัติครบตามหลัก CIPPA

2.4.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชิปปา

ทศนา แคมมณี (2542) กล่าวถึงบทบาทในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรู้ตามรูปแบบชิปปา ไว้ดังนี้

(1) บทบาทด้านการเตรียมการ ประกอบด้วย

(1.1) การเตรียมตนเอง ผู้สอนจะต้องเตรียมตนเองให้พร้อมสำหรับบทบาทของผู้เป็นแหล่งความรู้ ซึ่งจะต้องให้คำอธิบาย คำแนะนำ คำปรึกษา ให้ข้อมูลความรู้ที่ชัดเจนกับผู้เรียน

(1.2) การเตรียมแหล่งข้อมูล ผู้สอนต้องเตรียมแหล่งข้อมูลความรู้แก่ผู้เรียน ทั้งในรูปแบบของสื่อการเรียน ใบความรู้ และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบกิจกรรมในห้องเรียน หรือแหล่งความรู้ที่จะแนะนำให้ผู้เรียนไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ตามความต้องการด้วยตนเองทั้งใน และนอกเวลาเรียน เช่น หอสมุด เป็นต้น

(1.3) การเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดก่อนการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง โดยผู้สอนจะทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการ (Manager) กำหนดบทบาทการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมเข้าร่วมทำกิจกรรมแบ่งกลุ่มหรือจับคู่ เป็นผู้อนุมัติงานหน้าที่ความรับผิดชอบที่เหมาะสมกับความสามารถ และความสนใจแก่ผู้เรียนทุกคน

(1.4) การเตรียมสื่อ วัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้เมื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้สอนจะพิจารณาว่า ควรใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ใดเพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้บรรลุผล แล้วจัดเตรียมให้พร้อม

(1.5) การเตรียมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยการวัดให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้และวัดให้ครอบคลุม ทั้งในส่วนของกระบวนการและผลงานที่เกิดขึ้น ทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย โดยเตรียมวิธีการวัดและเครื่องมือวัดให้พร้อมก่อนทุกครั้ง

(2) บทบาทด้านการดำเนินการ ขณะผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย

(2.1) การเป็นผู้ช่วยเหลือให้คำแนะนำปรึกษา เมื่อผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

(2.2) การเป็นผู้สนับสนุนและการเสริมแรง ช่วยสนับสนุนหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เข้าร่วมกิจกรรมหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

(2.3) การเป็นผู้ร่วมกิจกรรม โดยร่วมทำกิจกรรมกับกลุ่มผู้เรียนพร้อมทั้งให้ความคิดและความเห็นหรือช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม

(2.4) การเป็นผู้ติดตามตรวจสอบ ตรวจสอบผลการทำงานตามกิจกรรมของผู้เรียน เพื่อให้ถูกต้องชัดเจนและสมบูรณ์ก่อนให้ผู้เรียนสรุปเป็นข้อความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้

(2.5) การเป็นผู้เสริมสร้างบรรยากาศที่อบอุ่นเป็นมิตร โดยการสนับสนุน เสริมแรง และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมกับการทำงานกับกลุ่ม แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน อภิปรายโต้แย้งแสดงความคิดเห็นด้วยท่าทีนุ่มนวล เพื่อให้เป้าหมายของกลุ่มบรรลุความสำเร็จ

(3) บทบาทด้านการประเมินผล

เป็นบทบาทที่ผู้สอนต้องดำเนินการเพื่อตรวจสอบว่าสามารถจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ทั้งนี้ผู้สอนควรเตรียมเครื่องมือและวิธีการให้พร้อมก่อนถึงขั้นตอนการวัดและประเมินผลทุกครั้ง และการวัดควรวัดให้ครอบคลุมทุกด้านโดยเน้นการวัดจากสภาพจริง จากการปฏิบัติ และจากแฟ้มสะสมผลงาน ซึ่งนอกจากผู้สอนจะเป็นผู้วัดและประเมินผลเองแล้ว ผู้เรียนและสมาชิกของแต่ละกลุ่ม ควรจะมีบทบาทร่วมวัดและประเมินตนเองและกลุ่มด้วย

2.4.3.1 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปามีดังนี้

1) ผู้จัดการ (Manager) เป็นผู้กำหนดบทบาทให้ผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมทุกกิจกรรมแบบกลุ่ม หรือจับคู่ เป็นผู้มอบหมายงานหน้าที่ความรับผิดชอบแก่ผู้เรียนทุกคน จัดการให้ทุกคนได้ทำงานที่เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของตน

2) ผู้ร่วมทำกิจกรรม (An active participant) เข้าร่วมทำกิจกรรมในกลุ่มจริง ๆ พร้อมทั้งให้ความคิดและความเห็น หรือเชื่อมโยงประสบการณ์ส่วนตัวเพื่อช่วยผู้เรียนขณะทำกิจกรรม

3) ผู้สนับสนุนและการเสริมแรง (Supporter and encourager) ช่วยสนับสนุนด้านสื่ออุปกรณ์หรือให้คำแนะนำที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเข้าร่วมกิจกรรมหรือฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง

4) ผู้ติดตามตรวจสอบ (Monitor) คอยตรวจสอบงานที่ผู้เรียนผลิตขึ้น ก่อนที่จะส่งต่อไปให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความถูกต้องของนิยามคำศัพท์การแก้คำผิด

2.4.3.2 บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปามีดังนี้

1) มีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูลข้อเท็จจริง ความคิดเห็น หรือประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการเรียนรู้

2) บทบาทในการศึกษาหรือลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจใช้ความคิดในการกลั่นกรอง แยกแยะ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล ข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือประสบการณ์ที่หามาได้ และสร้างความหมายให้แก่ตนเอง

3) บทบาทในการจัดระบบระเบียบความรู้ที่ได้สรรค์สร้างขึ้น เพื่อช่วยให้การเรียนรู้เกิดความคงทนและสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ได้สะดวกขึ้น

4) บทบาทในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ช่วยย้าความเข้าใจและสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียน เกิดประโยชน์ต่อชีวิต และยังก่อให้เกิดการเรียนรู้อื่น ๆ เพิ่มเติมอีกด้วย

บทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปปาทั้ง 4 ประการข้างต้นผู้เรียนจำเป็นต้องแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ ดังนี้

- (1) เข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ อย่างกระตือรือร้น
- (2) ให้ความร่วมมือและรับผิดชอบในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับกลุ่ม เช่น การแสวงหาข้อมูล การศึกษาข้อมูล และการสรุป เป็นต้น
- (3) ฝึกทักษะต่าง ๆ ลงมือปฏิบัติ และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น
- (4) ใช้ความคิดอย่างเต็มที่ ปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ สนับสนุน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และความรู้สึกร่วมกัน
- (5) แสดงความสามารถของตน และยอมรับความสามารถของคนอื่น
- (6) ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามสถานการณ์การเรียนรู้
- (7) เรียนรู้จากกลุ่ม และช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหา

จากบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา สรุปได้ว่า ผู้สอนจะกำหนดบทบาทหรือมอบหมายงานหน้าที่ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนทุกคน เพื่อให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมทุกกิจกรรม พร้อมทั้งให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ขณะทำกิจกรรม และคอยตรวจสอบผลงานของผู้เรียนก่อนสรุปองค์ความรู้ ในส่วนของผู้เรียนจะได้ทบทวนความรู้เดิม มีส่วนร่วมในการแสวงหาข้อมูล และจัดระบบระเบียบความรู้ที่ได้มา เพื่อสร้างเป็นความรู้ที่มีความหมายให้แก่ตนเอง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยผู้เรียนจะได้ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในการแก้ปัญหาและทำให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน

2.5 โปรแกรมจีโอจีบร้า Geogebra

โปรแกรมจีโอจีบร้า Geogebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โปรแกรมนี้ไม่มีค่าใช้จ่าย ชื่อโปรแกรมเหมือนการนำคำว่า Geometry มาต่อกับคำว่า Algebra จนเป็นคำว่า Geogebra ความพิเศษในตัวโปรแกรมจีโอจีบร้า คือสามารถสร้างกราฟภาคตัดกรวย แสดงสมการเป็นรูปทั่วไป หรือสมการของกราฟนั้น ๆ ได้ด้วย (พงศศักดิ์ วุฒิสันต์, 2556)

โปรแกรมจีโอจีบร้า เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์แบบผสมผสานที่มีความนิยมทั่วโลก เดิมทีอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุโรปและอเมริกาเหนือ เป็นโครงการวิทยานิพนธ์ของ Markus Hohenwarter's ที่มหาวิทยาลัย Salzburg ประเทศออสเตรีย สร้างจากแนวคิดพื้นฐานเพื่อการพัฒนาโปรแกรมด้านเรขาคณิต เช่น Cabri Geometry Sketchpad Geometer และพีชคณิตระบบ

คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ โดยบูรณาการที่ง่ายต่อการใช้งานสำหรับสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ Hohenwarter ยังคงพัฒนาโปรแกรมจีโอจีบร้า จนได้รับปริญญางานด้วยโครงการตรวจสอบการใช้งานของโปรแกรมจีโอจีบร้า ในการสอนโรงเรียนในออสเตรีย ปัจจุบันเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัยฟลอริดา แอตแลนติก (FAU) และเริ่มทำงานในโครงการฝึกอบรมผู้สอน ได้รับทุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติของ (NSF) วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ Partnerships (MSP) โครงการวิจัยโปรแกรมจีโอจีบร้า มุ่งเน้นไปที่เนื้อหาความรู้ผู้สอน ส่งเสริมคณิตศาสตร์ และการปฏิบัติการเรียนการสอนผ่านเทคโนโลยี และตั้งแต่ปี 2002 เป็นต้นมา ผู้สอนจำนวนมากสนใจการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในการจัดการเรียนการสอน Hohenwarter ได้รับเชิญจากสมาคมผู้สอนมหาวิทยาลัย และประชุมวิชาการเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าในยุโรปและอเมริกาเหนือ นอกจากนี้มีการแปลมากกว่า 35 ภาษา ปัจจุบัน www.Geogebra.org ได้รับผู้เข้าชมจาก 188 ประเทศ และผู้สอนมากกว่า 100,000 คน ใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าทั่วโลก นอกจากนี้ยังเป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์ที่ผสมผสานสะดวก ง่ายต่อการใช้งานในด้านคณิตศาสตร์ โปรแกรมจีโอจีบร้ากลายเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับสอนวิชาคณิตศาสตร์ และการเรียนรู้ (วิลเวอร์ธ สี่แดด, 2560; อ้างอิงจาก Hohenwarter, M. and Preiner, J., 2007) ปัจจุบันโปรแกรมจีโอจีบร้าถูกพัฒนาขึ้นเป็น Version 5 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างสื่อสามมิติ เป็นเอกลักษณ์พิเศษที่เพิ่มขึ้นเข้ามาอีกหนึ่งอย่างของโปรแกรมนี้นี้ (วิลเวอร์ธ สี่แดด, 2560)

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.6.1 ความหมายของการเชื่อมโยง

สมาคมผู้สอนคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National of Teachers of Mathematics, 1991) ได้ให้ความหมายของทักษะการเชื่อมโยง (Connection skill) ว่าเป็น การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่

(1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กัน ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตประจำวัน ช่วยให้เข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

(2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงสภาพชีวิตจริง

Hiebert and Carpenter (1992) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นการสร้างความคิดรวบยอดในการพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนที่แสดงออกมาอย่างชัดเจนผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

National Council of Teachers of Mathematics (1991) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นการส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นคณิตศาสตร์ในโลกจริงได้ชัดเจน เน้นการเชื่อมโยงภายในหลักสูตรเพื่อใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน และใช้คณิตศาสตร์เพื่อให้เห็นคณิตศาสตร์เป็นเรื่องเดียวกัน ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงได้ เช่น การเชื่อมโยงแนวคิดกับกระบวนการเรียนรู้ ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ยอมรับการแสดงแทนความคิดรวบยอดที่มีความหมายเหมือนกัน ซึ่งการเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจในคณิตศาสตร์และมีความหมายกับตนเอง

National Council of Teachers of Mathematics (2000) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นการสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนและคงทนด้วยการประยุกต์ความรู้เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ได้พร้อมกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการบูรณาการความรู้กับสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน หรือความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้อย่างหลากหลาย แต่นิยมใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ 3 ประเภท ดังนี้

- (1) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
- (2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
- (3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ระบุว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

กัลยา พันปี (2551) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา สาระ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาสัมพันธ์กับความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น แบ่งเป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น และการเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดความหมาย

จารุวรรณ ทวันเวช (2551) กล่าวว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของผู้สอนเช่นคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงที่สามารถแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง

บุญชัย อารีเอื้อ (2551) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมและประสบการณ์ที่มีมาผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สรรรถณัฐ ปัญญาเสฏฐ (2558) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยง สัมพันธ์ความรู้ กับเนื้อหาการเรียนรู้ปัจจุบัน โดยอาศัยความรู้เดิม แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การบูรณาการความรู้ เนื้อหา ความคิด กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกัน และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมมาสังเคราะห์ให้เป็นองค์รวมมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาหรือเชื่อมโยงกับวิชาอื่น ๆ หรือการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน

จากความหมายของการเชื่อมโยงตามแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การบูรณาการความรู้ ประสบการณ์ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกัน จนเกิดเป็นความเข้าใจที่ชัดเจนและคงทน สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชั้นเรียนหรือสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

2.6.2 ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

National Council of Teachers of Mathematics (1989) กล่าวว่า วิธีการที่เป็นไปได้ที่ผู้เรียนสามารถมีประสบการณ์กับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในมาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (connections) เป็นโปรแกรมการเรียนรู้และการสอนคณิตศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และให้ผู้เรียนทุกคนมีลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

(1) ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้

(2) สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างความรู้ใหม่ได้

(3) สามารถขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณาปัญหาวิธีต่าง ๆ ได้

(4) สามารถระลึกถึงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้และสามารถนำความรู้มาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

Roddy (1992) ได้ศึกษาคำถามของผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอาศัยแนวคิดเรื่องการเชื่อมโยง จากลักษณะของการเชื่อมโยงสองลักษณะใน The NCTM Standards ปี ค.ศ. 1989 ได้แก่

(1) การเชื่อมโยงเชิงโมเดล (modeling connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและการแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

(2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างการแสดงแทนและขั้นตอนที่สอดคล้องกัน (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) ในฐานะที่เป็นพื้นฐานของการศึกษา

Hau (1993) กล่าวว่า แนวคิดสำหรับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

(1) การเชื่อมโยงภายใน (internal connections) อ้างอิงถึงการใช้ประโยชน์ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์และจำแนกออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

(1.1) การนำไปใช้ (applied) เป็นการประยุกต์ใช้เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาเรื่องความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใหม่

(1.2) โครงสร้าง (structural) เป็นการเชื่อมโยงในเชิงการจัดการเพื่อจะบรรยายแนวคิดและความคิดรวบยอดในสาขาให้เป็นระบบ

(1.3) ความคิดรวบยอดและขั้นตอน (conceptual-procedural) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างทักษะ และความคิดรวบยอด

(1.4) ประวัติศาสตร์ละวัฒนธรรม (historical/cultural) เป็นการเชื่อมโยงตามช่วงเวลา ซึ่งระบุบทบาทของประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมในคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้น

(2) การเชื่อมโยงภายนอก (external connections) อ้างอิงเพื่อใช้ในสาขาอื่นที่นอกเหนือจากสาขาคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็นสังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง อาชีพที่เกี่ยวข้อง และชีวิตประจำวัน

Coxford (1995) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะเกี่ยวข้องกับสามแง่มุม ดังนี้

(1) การรวมให้เป็นหน่วยเดียวกัน (Unifying themes) ได้แก่ การเปลี่ยนแปลง ข้อมูล และรูปร่าง

(2) กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Processes) ได้แก่ การแสดงแทน การประยุกต์ใช้ การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล

(3) ตัวเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Connectors) ได้แก่ ฟังก์ชัน เมทริกซ์ ขั้นตอนการทำงาน กราฟ ตัวแปร อัตราส่วน และการแปลง

2.6.3 ความสำคัญของการเชื่อมโยง

National Council of Teachers of Mathematics (1989) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยง มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และการจำลองปรากฏการณ์ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอของปัญหา ช่วยให้ผู้เรียนได้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้นทำให้ผู้เรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้

กรมวิชาการ (2545) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยงว่ามีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาที่ใช้ในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในวัยบั้นปลายของชีวิต

อัมพร ม้าคนอง (2547) กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่น ตลอดจนนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้นตลอดจน มองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชา ที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวทักษะการเชื่อมโยงจึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน

ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) กล่าวว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย สามารถเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่เรียนกับปัญหาของสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลให้ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

จากความสำคัญของการเชื่อมโยงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง และประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

2.6.4 จุดมุ่งหมายของการเชื่อมโยง

National Council of Teachers of Mathematics (1989) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการเชื่อมโยงว่า การเชื่อมโยงช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์และแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการตระหนักถึงการแสดงแทนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่มีความหมายเหมือนกัน บรรยายถึงกระบวนการที่แสดงแทนสิ่งหนึ่งเพื่อแสดงแทนอีกสิ่งหนึ่งที่มีความหมายเหมือนกัน ประเมินค่าการเชื่อมโยงระหว่างใจความสำคัญเชิงคณิตศาสตร์ และประเมินค่าการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และสาขาอื่น ๆ ได้

National Council of Teachers of Mathematics (1991) กล่าวว่า เหตุผลที่มีการสนับสนุนการเชื่อมโยงวิชาหนึ่งเข้ากับวิชาอื่น ๆ ในการสอน เช่น การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับภาษาไทย การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับสังคมศึกษา การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศิลปะ ฯลฯ นั่นคือ สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้จำกัดว่าจะเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น การเกิดอุทกภัย ซึ่งเป็นเหตุการณ์เดียว แต่ก่อให้เกิดผลกระทบหลายอย่าง เช่น บ้านเรือนไร่นาเสียหาย ธุรกิจหยุดชะงัก โรงเรียนและสถานที่ทำงานต่าง ๆ ต้องหยุดทำงาน ก่อให้เกิดความเดือดร้อนหลายประการ ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ เราจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลาย ๆ วิชามาร่วมกันแก้ปัญหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง

เห็นได้ว่าการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความต่อเนื่องของความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเห็นถึงคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

2.6.5 องค์ประกอบของการเชื่อมโยง

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึง องค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการการเชื่อมโยง ประสบการณ์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ดังนี้

- (1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- (2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี

(3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง

(4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่าง ๆ

(5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น ๆ อย่างสมเหตุสมผล

การสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ ผู้สอนต้องเตรียมสถานการณ์ปัญหาที่เป็นปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกทางความคิดอย่างอิสระ พร้อมทั้งให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบว่าถูกหรือผิด แต่ควรให้ความสำคัญกับแนวความคิดหรือวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาที่มีมากกว่า 1 วิธี เพราะนั่นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์ในชีวิตจริงมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดี

2.6.6 การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์

Kennedy and Tipps (1994) กล่าวว่า การเชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ได้แก่ภาษา รูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ และมโนคติ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ให้เป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ จะต้องสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง และสามารถแสดงความคิดรวบยอดออกมาได้อย่างมีความหมาย

ดังนั้น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนผู้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ที่มีมาก่อนหรือสิ่งแวดล้อมที่ผู้เรียนคุ้นเคย แล้วแปลงสถานการณ์ปัญหานั้นออกมาเป็นภาษา รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง กราฟ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงโลกจริงกับโลกคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันได้แล้ว ผู้เรียนจะเกิดแนวคิดในการหาคำตอบอย่างหลากหลาย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจและมีความหมายกับตนเอง

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

ศศิธร แก้วรักษา (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์แบบซิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 82.11/83.59 และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

มุกดา ไสวารี (2552) ได้ศึกษา การวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPA MODEL) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โรงเรียนเทศบาลวัดกลาง สำนักการศึกษา เทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนผู้เรียนที่ผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 88.57 โดยทั้งชั้นมีคะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 80.50 คะแนนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนผู้เรียน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75.00 ของผู้เรียนทั้งหมดมีคะแนนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 75.00 ขึ้นไป และความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลชิปปา (CIPPAMODEL) พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนทั้งภาพรวมและรายด้านคือ ด้านรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะอื่น ๆ อยู่ในระดับมาก

มยุรา ร้องหาญแก้ว (2553) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องการวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก หากพิจารณารายข้อมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมด้านกระบวนการกลุ่ม นอกจากนั้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (2) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่องการวัด สำหรับ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่องการวัด สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มี ประสิทธิภาพรวม 82.53/80.09 ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่อง การวัด มีคะแนนเฉลี่ย สูงกว่าผู้เรียน ที่เรียนโดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ (4) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบชิปปาที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่องการวัด ได้แบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือบทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียน อยู่ในระดับเห็นด้วย

นงคราญ หลวงเขียว (2556) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบชิปปา กับการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลัง ได้รับการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบชิปปาร่วมกับการ

ใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรรรถณัฐ ปัญญาเสฏฐ (2558) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อ การเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า (1) ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีพัฒนาการที่ดีขึ้น (4) ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (5) ผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (6) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก และการเสริมต่อการเรียนรู้ มีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ชัชวาลย์ บัวริคาน (2559) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า (1) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 75.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล (2559) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง ผลการวิจัยพบว่า (1) พัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) พัฒนาการของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผู้เรียนกลุ่ม ทดลองสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การเปรียบเทียบทั้งสองใช้เกณฑ์ผ่านร้อยละ 50.00 ของคะแนนที่ถูกหักออกจากการทดสอบก่อนเรียน

สันติวัฒน์ จันทร์ไธ (2560) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่บูรณาการกระบวนการเรียนรู้วรรณคดีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และเจตคติต่อวรรณคดีไทยของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต ผลการวิจัยพบว่า (1) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่บูรณาการกระบวนการ เรียนรู้วรรณคดีมี

ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วรรณคดีไทยสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่บูรณาการกระบวนการเรียนรู้วรรณคดีมีเจตคติต่อวรรณคดีไทยไม่สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่บูรณาการกระบวนการเรียนรู้วรรณคดีมีเจตคติต่อวรรณคดีไทยไม่สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุทิน บัณฑิต (2558) ได้ศึกษาผลของการใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการสอน สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า (1) หลังจากการจัดการเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรม Geogebra ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 86.11 และร้อยละ 13.89 มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยมและระดับดี ตามลำดับ โดยภาพรวมผู้เรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยม และ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Geogebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิไลวรรณ สีแดด (2560) ได้ศึกษาความเข้าใจ เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผ่าน Geogebra Applet ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน Geogebra Applet สามารถพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนให้สูงขึ้น พิจารณาได้จากผลการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ฉลาด สายสินธุ์ (2561) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า (1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.28/78.84 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ (2) ดัชนีประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6408 หรือ คิดเป็นร้อยละ 64.08 (3) ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

โปรแกรมจีโอจีบรามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (4) ผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคงทนในการเรียนรู้ และ (5) ผู้เรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่อง ลำดับและอนุกรมสำหรับผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.37 และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58

วิไลวรรณ สีแดด (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติผ่าน Geogebra Applet สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดกิจกรรม เรื่อง เวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน Geogebra Applet สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพเท่ากับ 85.35/81.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 (2) การเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน Geogebra Applet สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ (3) ผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม กิจกรรม เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ผ่าน Geogebra Applet สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62

ไอริน ถาวรนนท์ (2561) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ผลการวิจัย พบว่า (1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 คิดเป็นร้อยละ 67.07 (จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Rittle (1999) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอดและทักษะกระบวนการโดยมี จุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการและการแสดงแทนที่ เป็นปัญหา กลุ่มทดลองเป็นผู้เรียนเกรด 5 และเกรด 6 ในระหว่างการสอน ผู้เรียนจะเรียนรู้เศษส่วน และทศนิยมจากเส้นจำนวน กลุ่มทดลองจะได้รับผลย้อนกลับในการแก้ปัญหา และผู้เรียนต้องอธิบาย ถึงวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องด้วย เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบก่อนเรียนและผลการทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของการใช้ความคิดรวบยอดของผู้เรียน ส่งเสริมทักษะด้านกระบวนการ ในทางกลับกันความรู้ในเชิงกระบวนการก็ส่งเสริมความรู้ด้านความคิด

รวบยอด และการใช้การแสดงแทนในปัญหาที่หาคำตอบได้ถูกต้องเป็นสื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจและการปรับปรุงในด้านทักษะกระบวนการ และกลุ่มที่ 2 แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงการปรับปรุงในทักษะกระบวนการ การแสดงแทน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า และ (2) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 ผู้วิจัยจะกล่าวรายละเอียดตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 กลุ่มเป้าหมาย
- 3.2 รูปแบบการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโนนยานาง ตำบลหนองบัวฮี อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทั้งหมด 1 ห้อง จำนวน 20 คน และเป็นชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสอนเอง ประกอบกับทำกิจกรรมร่วมกับนักเรียนอยู่เสมอ ทำให้รู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล

3.2 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แผนการทดลองแบบ One Group Posttest Design เนื่องจากมีกลุ่มเป้าหมาย 1 กลุ่ม ทำการศึกษาโดยใช้กรอบแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) อธิบายกรอบแนวคิดเพิ่มเติมจากงานวิจัยของสรยุทธ ปัญญาเสถียร (2558)

และวิเคราะห์ผลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน ระยะเวลาในการสอน 10 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

(1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

(2) ศึกษาโครงสร้างรายวิชา คำอธิบายรายวิชา และวิเคราะห์เนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านโนนยานาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

(3) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบชิปา

(4) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานโปรแกรมจีโอจีบร้า และการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

(5) ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 กิจกรรมเรื่อง รูปที่คล้ายกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กิจกรรมเรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กิจกรรมเรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กิจกรรมเรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (2)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (2)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 กิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (3)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 กิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (4)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 กิจกรรมเรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน (5)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 กิจกรรมเรื่อง ทดสอบหลังเรียน

(6) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้

(7) ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์

(8) ศึกษาขั้นตอนการวัดของลิเคิร์ต (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับคือ

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

(9) ศึกษาการหาค่าเฉลี่ยเพื่อพิจารณาความเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

(10) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่ผ่านการตรวจสอบ และปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอน คณิตศาสตร์ และการวิจัยมากกว่า 5 ปี ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง ความเหมาะสม และประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน

(11) นำคะแนนการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมาหาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนด

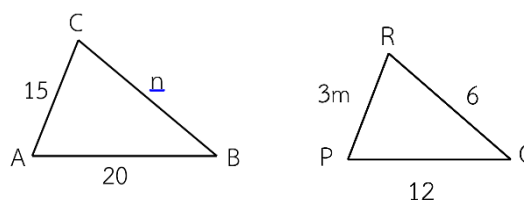
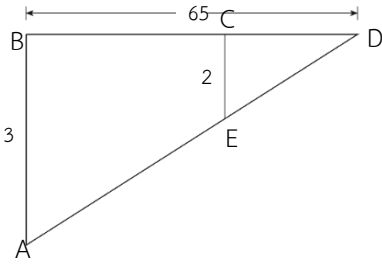
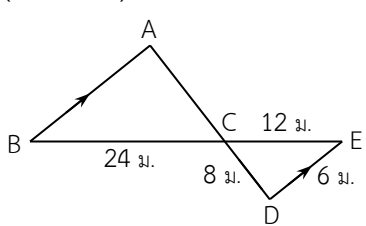
(12) ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน คะแนนรวม 45 คะแนน ใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

- 1) กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา และขอบเขตของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย
- 2) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
- 3) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน คะแนนรวม 45 คะแนน
- 4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย
- 5) นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 6) นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของ เนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับข้อสอบด้วยการหาค่า ดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ดังนี้
 - คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด
 - คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด
 - คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ตรงกับตัวชี้วัด
 ถ้าข้อสอบใดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่าข้อสอบนั้นวัดตรงกับตัวชี้วัด ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67
- 7) ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

ข้อ ที่	ข้อสอบสำหรับการวิจัย
1.	จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร (9 คะแนน) 
2	ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเงาเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาวเท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร (9 คะแนน)
3	ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร พาดกับผนังอาคาร แล้วปีนบันไดขึ้นไป เพื่อฉาบปูน ขณะปีนไปได้ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จุดที่ที่ฉาบปูนตกอยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร (9 คะแนน)
4	เปรมชัยรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปยังตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร (9 คะแนน) 
5	ที่ดินมีที่ดินรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร (9 คะแนน) 

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่องความคล้าย

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน
1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นสมบัติ กฎ ทฤษฎีบท นิยาม สูตร แบบรูป - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุความรู้ใดเลย	3 2 1 0
2. การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา - เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องทั้งหมด - เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ - เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วน - เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา ไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา	3 2 1 0
3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1. - ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม - ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม - ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไม่ถูกต้อง - ไม่ยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาใดเลย	3 2 1 0

การประเมินให้คะแนน

ระดับ 3 หมายถึง ดี

ระดับ 2 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 1 หมายถึง ยอมรับได้

3.3.2.2 แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ที่ครอบคลุม 3 องค์ประกอบ ที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์ แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000) มีขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อวัดทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 3) ดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 4) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้
- 5) ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์
- 6) นำแบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง ความเหมาะสม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคอร์ท และ หาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 7) ปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ในการวิจัยต่อไป

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างคำถามแบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

ข้อที่	คำถาม
1	นักเรียนทราบอะไรบ้างจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2	นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดมาช่วยในการแก้ปัญหา
3	นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหายังไง
4	นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงอย่างไร

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ กลุ่มเป้าหมาย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโนนยานาง อำเภอฟินนังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 20 คน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

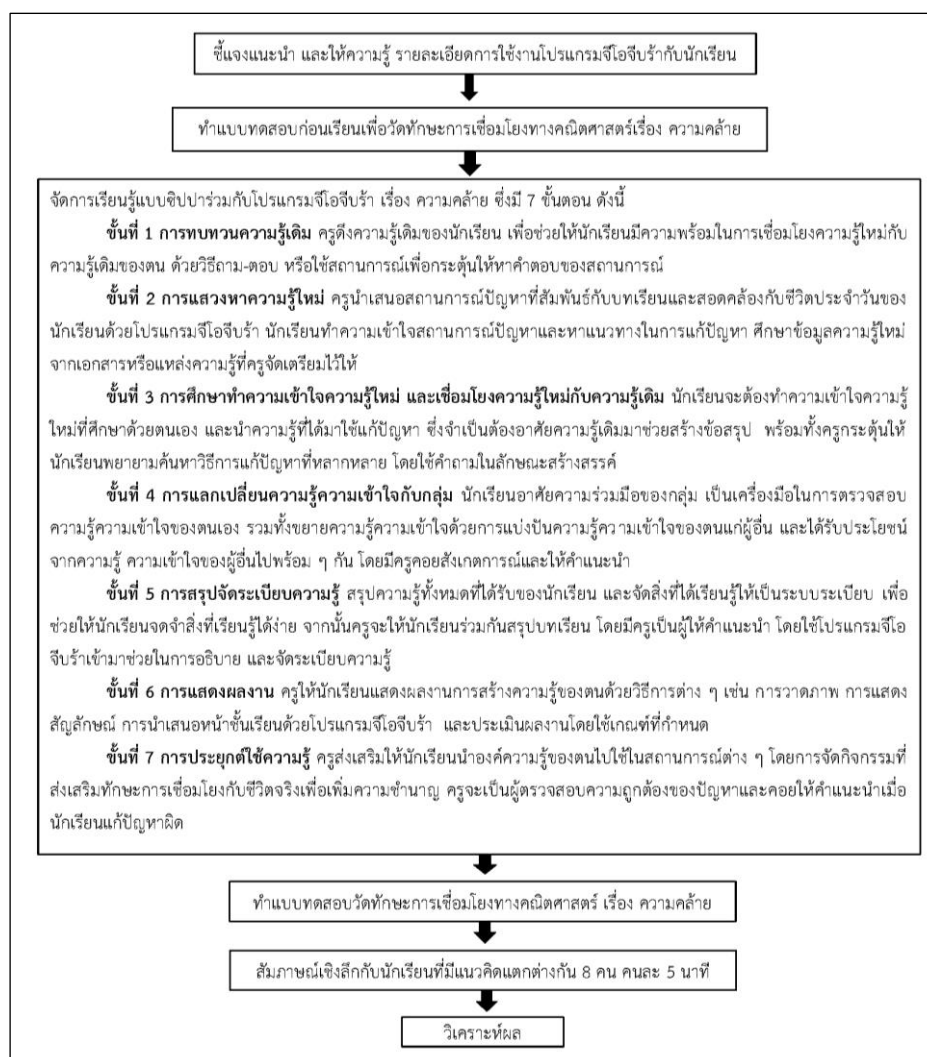
3.4.1 ชี้แจงแนะนำ และให้ความรู้ รายละเอียดการใช้งานโปรแกรมจีโอจีบร้ากับนักเรียน

3.4.2 ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง ความคล้าย กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง เป็น

ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในระหว่างดำเนินการสอนได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องบันทึกวีดิทัศน์และกล้องถ่ายภาพ

3.4.3 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน รวม 45 คะแนน ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง และใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกกับนักเรียนที่มีแนวคิดแตกต่างกัน 8 คน คนละ 5 นาที หลังหมดเวลาทำแบบทดสอบ เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

3.4.4 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ประกอบกับโปรโตคอลจากแบบสัมภาษณ์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์เพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรม จีโอจีบร้า

3.5.2 วิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบรากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

3.6 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย เป็นรายข้อ โดยลำดับการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

3.4.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย สถานการณ์ปัญหา ตัวอย่างกระดาษคำตอบที่แสดงแนวคิดของนักเรียน และบทสนทนาจากการสัมภาษณ์แนวคิดของนักเรียน

3.4.2 ผลการวิเคราะห์การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) และมีการอธิบายเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดจากงานวิจัยของ สรรพพันธุ์ ปัญญาเสฏฐ (2558) เพื่อให้เข้ากับบริบทชั้นเรียนที่ทำการวิจัย ดังนี้

3.4.2.1 การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3.4.2.2 การอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

3.4.2.3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงจากความรู้ทางคณิตศาสตร์

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ μ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มเป้าหมาย

$\sum_{i=1}^n x_i$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

3.7.1.2 ค่าร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

$$p = \frac{f}{n} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ p แทน ร้อยละ
 f แทน ความถี่ที่ต้องการให้เป็นร้อยละ
 n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

3.7.1.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (3.3)$$

เมื่อ σ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างคะแนนแต่ละคนกับค่าเฉลี่ย
 μ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป้าหมาย
 n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า และ (2) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

วิจัยดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการทดลองที่มี 1 กลุ่ม และทดสอบหลังเรียนอย่างเดียว (One Group Posttest Design) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านโนนยานาง จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการหาค่าความเที่ยงตรงและความสอดคล้องกับเนื้อหา (IOC) ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน คะแนนเต็ม 45 คะแนน และ (3) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้ 3 องค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (สรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐ์, 2558; อ้างอิงจาก National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อการนำเสนอผลการวิจัย ตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

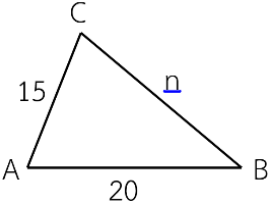
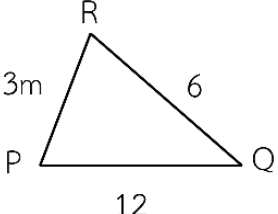
4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

ผลการวิเคราะห์และแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

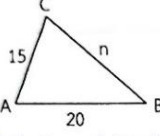
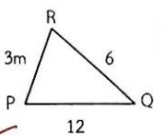
4.1 ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร้า

จากการดำเนินการวิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร้า โดยใช้ 3 องค์ประกอบที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (สรรรถธัญญ์ ปัญญาเสกฐิ, 2558; อ้างอิงจาก National Council of Teachers of Mathematics, 2000) นำเสนอตามลำดับข้อสอบ ดังนี้

ข้อ1 จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร

$\triangle ABC \sim \triangle PQR$

$\frac{AC}{PR} = \frac{CB}{RQ} = \frac{AB}{PQ}$	หา m	หา n
$\frac{15}{3m} = \frac{n}{6} = \frac{20}{12}$	$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$	$\frac{n}{6} = \frac{20}{12}$
$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$	$15 = \frac{20}{12} \times 3m$	$n = \frac{20}{12} \times 6$
$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$	$15 = \frac{20m}{4}$	$n = \frac{20}{2}$
$m+n = 3+10 = 13$	$60 = 20m$ $3 = m$	$n = 10$

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 1

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด โดยเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันของ $\triangle ABC$ กับ $\triangle PQR$ ซึ่งเป็นนิยามของสามเหลี่ยมคล้าย

ครู: จากโจทย์ นักเรียนทราบอะไรบ้างคะ

นักเรียน: สามเหลี่ยมสองรูปนี้เป็นสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน เพราะโจทย์กำหนดมา

ครู: ถ้าโจทย์กำหนดให้แล้ว เราจะต้องพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้ายหรือไม่

นักเรียน: ไม่ค่ะ ทำเลย

ครู: ทำเลย ทำอย่างไร

นักเรียน: อัตราส่วนด้านคู่ที่สมนัยกันของสามเหลี่ยมจะเท่ากันทุกคู่ ก็นำอัตราส่วนที่เรารู้ทั้งเศษและส่วนมาช่วยหาค่าตัวแปรค่ะ

จากคำตอบในการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุความรู้เกี่ยวกับนิยามของสามเหลี่ยมคล้ายได้

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์ต่อไปนี้

ครู: เราจะหาคำตอบของข้อนี้อย่างไร

นักเรียน: หาค่า m กับ n ก่อนค่ะ แล้วค่อยเอามาวกกัน

ครู: หาอย่างไรคะ

นักเรียน: เอาอัตราส่วน $\frac{20}{12}$ มาช่วยค่ะ เพราะรู้ทั้งเศษและส่วน แล้วก็เอามาแก้สมการจะได้ $m = 3$ และ $n = 10$ ดังนั้น $m + n = 13$ ค่ะ

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

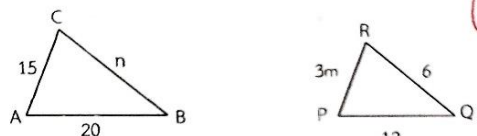
ครู: โจทย์ข้อนี้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

นักเรียน: เอาไว้ใช้เวลาวาดรูปที่เหมือนกัน แต่ขนาดต่างกันค่ะ

ครู: ลองยกตัวอย่างได้ไหม

นักเรียน: เช่น วิชาศิลปะ คุณครูให้ประดิษฐ์ของ แล้วต้องใช้สามเหลี่ยมคนละขนาด แต่ต้องลักษณะเหมือนกัน หนูก็เอาเรื่องนี้มาช่วยคิดได้ค่ะ

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร



หาค่าจาก $\frac{CA}{RP} = \frac{CB}{RQ} = \frac{AB}{PQ} = \frac{15}{3m} = \frac{n}{6} = \frac{20}{12}$

ห.ม. $\frac{15}{3m} = \frac{20}{12} \quad \frac{n}{6} = \frac{20}{12} \quad \frac{20}{12} \times 6 = 3m = 10$

$m = 3$

ห.น. $\frac{n}{6} = \frac{20}{12} \quad n = \frac{20}{12} \times 6 \quad n = 10$

แล้ว $m + n = 3 + 10 = 13$

ตอบ $m + n = 3 + 10 = 13$

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 1

- (1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่อ้างถึงการเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายของ $\triangle ABC$ กับ $\triangle PQR$ ที่โจทย์กำหนดก่อน และเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันไม่ถูกต้อง แสดงเพียงค่าของอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันแต่ละคู่ตามลำดับเท่านั้น นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 2 คะแนน

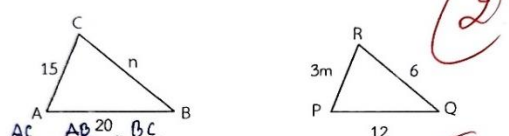
- (2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน และได้คำตอบที่ถูกต้อง โดยหาค่า m และ n ก่อน แล้วนำมาบวกกัน นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

- (3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้ โดยอธิบายว่า “สามเหลี่ยมสองรูปนี้เหมือนการตัดไม้ 2 แผ่น ที่มีลักษณะเหมือนกัน แต่ขนาดแตกต่างกัน ถ้าอยากรู้ความยาวรอบรูป ก็สามารถใช้ความรู้เรื่องสามเหลี่ยมคล้ายมาช่วยในการหาคำตอบได้” นักเรียนจึงได้คะแนนทักษะด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง 3 คะแนน

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร



วิธีทำ

$$\frac{AC}{PR} = \frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR}$$

$$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12} = \frac{n}{6}$$

$$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$$

$$\frac{15}{3m} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{15}{3m} \times 3 = \frac{5}{3} \times 3$$

$$15 = 5m$$

$$m = \frac{15}{5} = 3$$

$$\frac{20}{12} = \frac{n}{6}$$

$$\frac{20}{12} \times 6 = \frac{n}{6} \times 6$$

$$10 = n$$

$$m + n = 3 + 10 = 13$$

คำตอบ $m + n = 13$

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 1

- (1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่อ้างถึงการเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายของ $\triangle ABC$ กับ $\triangle PQR$ ที่โจทย์กำหนดก่อน และเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันไม่ถูกต้อง แสดงเพียงค่าของอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันแต่ละคู่ตามลำดับเท่านั้น นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 2 คะแนน

- (2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน จะได้ $m = 3$ และ $n = 10$ แต่เมื่อนำ m และ n บวกกัน นักเรียนแทนค่าไม่ถูกต้อง นั่นคือ ใช้ $m = 9$ ทำให้ $m + n = 9 + 10 = 19$ ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 2 คะแนน ครูจึงสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม ดังบทสนทนา

ครู: นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบอย่างไร

นักเรียน: ผมหาค่า m และ n ก่อนครับ

ครู: อย่างไร

นักเรียน: ใช้อัตราส่วนที่รู้ทั้งตัวเศษและตัวส่วนมาช่วยเพื่อนครับ

ครู: อัตราส่วนใด

นักเรียน: $\frac{20}{12}$ ครับ แล้วก็เอาเท่ากับ $\frac{15}{3m}$

ครู: ได้คำตอบเท่าไรคะ

นักเรียน: ได้ 3 ครับ

ครู: แล้วค่า n ละ

นักเรียน: 10 ครับ

ครู: ได้ค่า $m=3$ และ $n=10$ แล้วทำอย่างไรต่อคะ

นักเรียน: เอามาวงกันครับ $3+10=13$ เอ้ย! ผิด

ครู: แต่ในนี้ (กระดาศคำตอบ) เขียนว่า $m+n=9+10=19$ นะ

นักเรียน: ผมคูณเลขผิดครับ ไปเอา 9 มาเขียน

จากบทสนทนาจะเห็นว่า เมื่อนักเรียนได้ตรวจสอบวิธีคิดและคำตอบพร้อมกับคุณครู นักเรียนมองเห็นข้อผิดพลาดของตนเองในการสรุปคำตอบ จากคำตอบที่ถูกต้องคือ $m+n=3+10=13$ แต่เขียนเป็น $m+n=9+10=19$ คำตอบสุดท้ายจึงไม่ถูกต้อง

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม โดยอธิบายว่า

นักเรียน: เหมือนกระเบื้องที่แตกเป็นสามเหลี่ยม 2 แผ่นครับ ถ้าจะเอาไปปูพื้นต้องหาพื้นที่ก่อน

ครู: เวลากระเบื้องแตกเป็นสามเหลี่ยม จะแตกได้รูปร่างแบบเดียวกันเลยหรือคะ

นักเรียน: บางครั้งก็เหมือนกันครับ

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m+n$ เท่ากับเท่าไร



วิธีทำ

∵ $\triangle ABC \sim \triangle PQR$

∴ $\frac{AC}{PR} = \frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR}$

∴ $\frac{15}{3m} = \frac{20}{12} = \frac{n}{6}$

∴ $\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$

∴ $\frac{5}{m} = \frac{5}{3}$

∴ $m=3$

∴ $\frac{20}{12} = \frac{n}{6}$

∴ $\frac{5}{3} = \frac{n}{6}$

∴ $n=10$

∴ $m+n=3+10=13$

ตอบว่า $m+n=13$

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 4 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 1

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด โดยพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้ายจากมุมคู่ที่สมนัยกัน พบว่ารูปสามเหลี่ยม MFG และรูปสามเหลี่ยม ITG มีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่ ดังนี้

$$\text{มุม MFG} = \text{มุม ITG} \quad (\text{มุมฉาก})$$

$$\text{มุม MGF} = \text{มุม IGT} \quad (\text{มุมร่วม})$$

ดังนั้น มุม FMG = มุม TIG จะได้ $\Delta MFG \sim \Delta ITG$ และแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนของด้านคู่สมนัยกันเป็นคู่ ๆ สามคู่ เนื่องจาก ข้อความ มุม FMG = มุม TIG นักเรียนไม่ได้เขียนแสดงเหตุผล ครูจึงถามเพิ่มเติมดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู: ทราบได้อย่างไรว่า มุม FMG = มุม TIG

นักเรียน: เพราะ 2 คู่เท่ากันแล้ว คู่นี้ก็เลยเท่ากันค่ะ

ครู: หนูรู้ได้อย่างไร

นักเรียน: เพราะว่ามีมุมคู่หนึ่งเป็นมุมฉาก อีกคู่เป็นมุมร่วม แล้ว มุมภายในรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา มุม FMG กับมุม TIG ก็เลยเท่ากัน ค่ะ

จากบทสนทนาแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถระบุความรู้เกี่ยวกับนิยามของสามเหลี่ยมคล้ายได้ถูกต้องทั้งหมด จึงได้คะแนนด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบถูกต้องชัดเจน โดยแสดงการวาดรูปจากการวิเคราะห์โจทย์ และกำหนดชื่อมุม จากนั้นพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้าย และเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนด้านคู่ที่สมนัยกันทุกคู่ เพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบ จึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ครู: นักเรียนอ่านโจทย์แล้วทราบอะไรบ้าง

นักเรียน: รู้ว่ามีต้นไม้ กับ เสาธงค่ะ ลองวาดรูปจะได้แบบนี้

ครู: แล้วรู้ได้อย่างไรว่าต้องวาดเสาธงสูงกว่าต้นไม้

นักเรียน: หนูเห็นเสาธงสูงกว่าต้นไม้ทุกต้นเลยค่ะ

จากบทสนทนาข้างต้น ทำให้นักเรียนได้คะแนนด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง 3 คะแนน

2. ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเงาเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาวเท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

ให้จาก $\triangle ACE \sim \triangle BCD$ (อัตราส่วน)
 $\angle CDB = \angle CEA$ (มุมฉาก)
 $\therefore \angle EAC = \angle DBC$

วิธีทำ $\triangle EAC \sim \triangle DBC$
 สอด $\frac{AE}{DB} = \frac{EC}{DC} = \frac{CA}{CB}$ * ให้ $\frac{AE}{6} = \frac{4+3}{3} = \frac{CA}{CB}$
 หา AE
 $\frac{AE}{6} = \frac{7}{3}$
 $AE = \frac{7}{3} \times 6$
 $AE = 14$

ดังนั้น เสาธงสูง 14 เมตร

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 2

จากตัวอย่างแนวคิดภาพที่ 4.6 นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด โดยพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้ายจากมุมคู่ที่สมนัยกัน สามารถระบุความรู้เกี่ยวกับนิยามของสามเหลี่ยมคล้ายได้ถูกต้องทั้งหมด จึงได้คะแนนด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 3 คะแนน อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบถูกต้องชัดเจน โดยแสดงการวาดรูปจากการวิเคราะห์โจทย์ และกำหนดชื่อมุม จากนั้นพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้าย และเขียนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนด้านคู่ที่สมนัยกันทุกคู่ เพื่อนำไปใช้ในการหาคำตอบ จึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 3 คะแนน สามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม

ครู: นักเรียนอ่านโจทย์แล้วทราบอะไรบ้าง

นักเรียน: มีต้นไม้ กับ เสาธงคะ

ครู: มีวิธีการในการแก้ปัญหาอย่างไรคะ

นักเรียน: หนูวาดรูปตามโจทย์ก่อนคะ จะได้แบบนี้ (ชี้ที่รูป)

ครู: อธิบายรูปนี้ให้ครูฟังหน่อยคะ

นักเรียน: โจทย์บอกว่า “ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเงาเสาธง” หนูก็เลยวาดเสาธงและต้นไม้แบบตั้งฉากคะ เพราะมันต้องตั้งตรง ๆ

ครู: แล้วรู้ได้อย่างไรว่าต้องวาดเสาธงสูงกว่าต้นไม้

นักเรียน: เสาธงมันสูงกว่าต้นไม้คะครูขา แบบนั้นคะ (ชี้ไปที่บริเวณหน้าเสาธง)
จากบทสนทนาข้างต้น ทำให้นักเรียนได้คะแนนด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์
ในชีวิตจริง 3 คะแนน

2. ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาว
เท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

วิธีทำ $\frac{AB}{AC} = \frac{DE}{EC}$ 9. ที่ AD เป็นความสูงของเสาธง

$\frac{AB}{6} = \frac{AC}{3}$

$AB = \frac{6}{3} \times 3$

$AB = 2 \times 3$

$AB = 14$

ตอบ เสาธงสูง 14 เมตร

ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 2

2. ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาว
เท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

วิธีทำ เนื่องจาก $\angle C = \angle R = 90^\circ$ (มุมฉาก)

$\angle GBC = \angle TBR$ (มุมแนวเดียวกัน)

$\angle GCB = \angle RTB$

ดังนั้น $\triangle GCB \sim \triangle RTB$

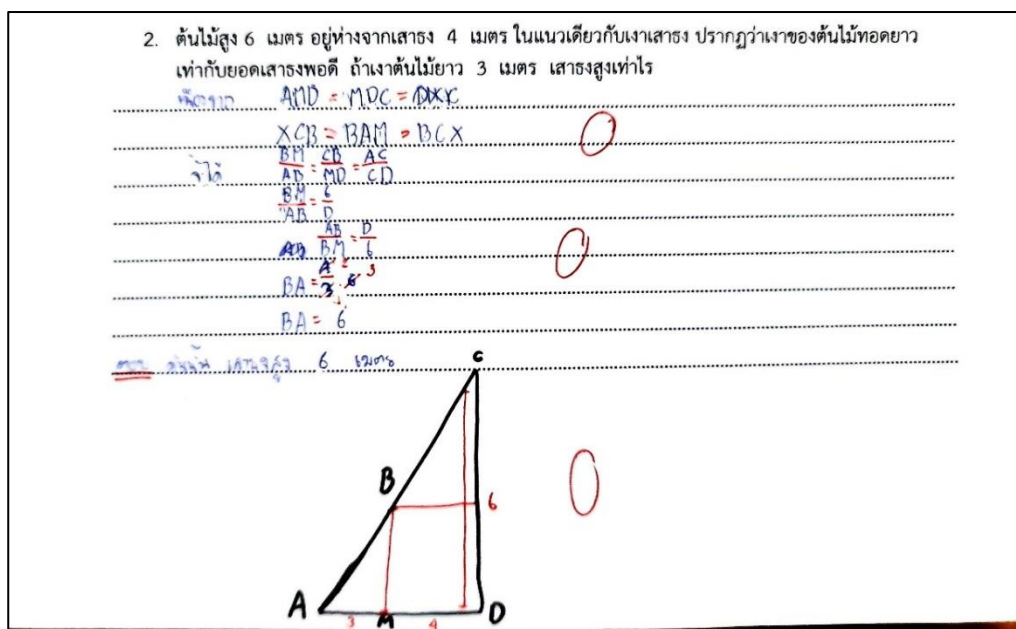
หรือ $\frac{GC}{6} = \frac{3}{4}$ $GC = \frac{3}{4} \times \frac{8}{1}$ $GC = 14$

ตอบ เสาธงสูง 14 เมตร

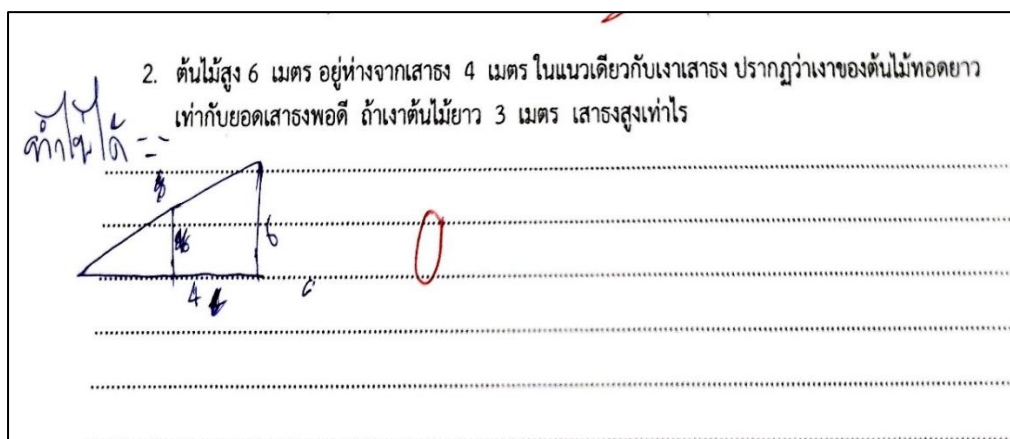
ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 4 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 2

จากภาพที่ 4.7 และภาพที่ 4.8 พบว่านักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาได้
สามารถวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ของเสาธง กับ ต้นไม้ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน และอธิบาย

วิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาความสูงของเสาธงได้ถูกต้อง แต่พิสูจน์และระบุนิยามของสามเหลี่ยมคล้ายไม่ครบถ้วน



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 5 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 2



ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 6 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 2

จากภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 ครูได้ดำเนินการสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน พบว่า นักเรียนวาดรูปแสดงความสัมพันธ์ของเสาธงกับต้นไม้ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน เนื่องจากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับตำแหน่งของ

ได้ก่อนที่จะทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จากข้อความ “แสดงว่าบันไดยาว 12 แต่เขาขึ้นไป $\frac{2}{3} \times 12 = 8$ ” และวาดรูปแสดงแทนแนวคิดได้ครบถ้วน นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน และเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถาม โดยวาดรูปแนวคิดเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่สัมพันธ์กัน กำหนดชื่อมุม และระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดในรูป จากนั้นหาระยะทางที่ช่างฉาบปูนปีนขึ้นไปได้ก่อนทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น $\frac{2}{3} \times 12 = 8$ เมตร หาค่าของ GC โดยใช้สัดส่วน $\frac{2+GC}{GC} = \frac{12}{8}$ แล้วแก้สมการ จนสรุปได้ว่า $GC = 4$ ซึ่ง GC คือระยะที่ช่างฉาบปูนอยู่ห่างจากเชิงบันได แต่โจทย์ต้องการทราบว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร ตอบ เชิงบันไดอยู่ห่างจาก จะได้ $BG+GC = 2+4 = 6$ เมตร สรุปเชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคาร 6 เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ดังนั้นนักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนอ่านโจทย์และอธิบายว่าเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เคยเห็นและเข้าใจ สามารถวาดภาพออกมาได้อย่างถูกต้อง และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

ครู: นักเรียนมีแนวคิดในการวาดภาพนี้อย่างไร

นักเรียน: โจทย์บอกว่าช่างพาดบันไดกับผนังอาคาร แล้วอาคารเป็นแนวตั้งเอาบันไดมาพาดก็เลยขีดเส้นนี้คะ (ชี้ที่ด้านตรงข้ามมุมฉาก) ก็ได้สามเหลี่ยมใหญ่ จากนั้นช่างปีนบันไดขึ้นไป $\frac{2}{3}$ ของบันได แล้วทำที่ฉาบปูนตก หนูเลยขีดเส้นตรงลงมาคะ

ครู: ได้เป็นสามเหลี่ยมสองรูปแบบนี้ใช่ไหม

นักเรียน: ค่ะ มันคล้ายกัน

ครู: นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

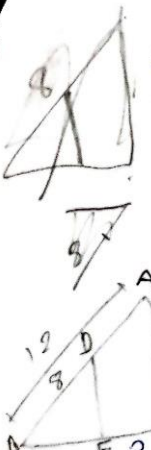
นักเรียน: เอาไปใช้หาระยะทาง เวลาที่ปีนบันไดคะ

ครู: อย่างเดียวหรอ

นักเรียน: ใช้หาความยาวด้านของสามเหลี่ยมคล้ายคะ

3. ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร พาดกับผนังอาคารแล้วปีนบันไดขึ้นไปเพื่อฉาบปูน ขณะขึ้นบันไดไปได้ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จุดที่ที่ฉาบปูนตก อยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร

วิธีทำ



ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร
พาดกับผนังอาคารแล้วปีนบันไดขึ้นไป
ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได
เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น
จุดที่ที่ฉาบปูนตก อยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร

$\frac{2}{3} \times 12 = 8$

$\frac{AB}{DB} = \frac{BC}{BE}$
 $\frac{12}{8} = \frac{2 + BE}{BE}$
 $\frac{12}{8} = \frac{2 + BE}{BE}$
 $\frac{12}{8} = \frac{2 + BE}{BE}$
 $\frac{12}{8} = \frac{2 + BE}{BE}$

$8(2 + BE) = 12BE$
 $16 + 8BE = 12BE$
 $16 = 12BE - 8BE$
 $16 = 4BE$
 $BE = 4$

ตอบ เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคาร 4 เมตร

4. เปรมขับรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร

ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 3

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องส่วนใหญ่ จะเห็นว่านักเรียนใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนมาคำนวณหาระยะทางที่ช่างฉาบปูนปีนขึ้นไปได้ก่อนที่ จะทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น สามารถวาดรูปแสดงแทนแนวคิดได้ แต่ขาดการพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยม คล้าย ครูจึงสัมภาษณ์แนวคิดเพิ่มเติม ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู: โจทย์ข้อนี้ต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง

นักเรียน: หาเศษส่วนก่อนค่ะ ช่างปีนขึ้นไป $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได ก็จะได้

$$\frac{2}{3} \times 12 = 8 \text{ แสดงว่าช่างปีนขึ้นไปได้ 8 เมตรค่ะ}$$

ครู: แล้วตรงนี้ $\left(\frac{AB}{DB} = \frac{BC}{BE}\right)$ มาจากไหน

นักเรียน: มาจากสองรูปนี้คล้ายกันค่ะ อัตราส่วนก็เลยเท่ากัน

ครู: รู้ได้อย่างไรว่าสองรูปนี้คล้ายกัน

นักเรียน: มุม E = มุม C เป็นมุมฉาก มุม B เป็นมุมร่วม แสดงว่า มุม BDE = มุม BAC เพราะสมบัติของมุมภายในรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้ 180 องศา สองรูปนี้จึงเป็นสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

จากบทสนทนาข้างต้นจะเห็นว่านักเรียนสามารถระบุความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยมคล้ายได้ถูกต้อง แต่ไม่ได้เขียนแสดงแนวคิดลงในกระดาษ

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน โดยวาดรูปแนวคิด กำหนดชื่อมุม และระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดในรูป จากนั้นหาระยะทางที่ช่างฉาบปูนปีนขึ้นไปได้ก่อนทำที่ฉาบปูนตกลงพื้นจะได้ $\frac{2}{3} \times 12 = 8$ เมตร จากนั้น นักเรียนเขียนสัดส่วน $\frac{2}{3} = \frac{2+BE}{BE}$ แล้วแก้สมการ จนสรุปได้ว่า $BE = 4$ ซึ่ง BE คือระยะที่ช่างฉาบปูนอยู่ห่างจากเชิงบันได แต่โจทย์ต้องการทราบว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร คำตอบที่ถูกต้องคือ $4 + 2 = 6$ เมตร ดังนั้นคำตอบของนักเรียนจึงไม่ถูกต้อง

3. ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร พาดกับผนังอาคารแล้วปีนบันไดขึ้นไปเพื่อฉาบปูน ขณะขึ้นบันไดไปได้ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จุดที่ที่ฉาบปูนตก อยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร

$AC = 12$
 $BC = 2$
 $AB = 10$
 $DE = 8$
 $EC = 4$
 $BE = 6$

$12 \cdot EC = 16 + 8 EC$
 $12 EC - 8 EC = 16$
 $4 EC = 16$
 $EC = 4$
 $BE + EC = 6$

ตอบ เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคาร 6 เมตร

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 3

จากภาพที่ 4.13 นักเรียนระบุความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน นั่นคือแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนเลย โดยที่ไม่พิสูจน์ว่า $\triangle ABC \sim \triangle DEC$ แต่ขั้นตอนในการแก้ปัญหาเป็นระบบ อธิบายชัดเจน และเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ถามว่า เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร จึงนำความยาว $BE + EC = 2 + 4 = 6$ เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

ข้อ 4 เปรมขับรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปถึงตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปถึงตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปถึงตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปถึงตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร

GC = 16
GC = 4
เมื่อเส้นใด
ตัดขวางจากเส้น
ขนาน $1+2 = 6$ องศา

4. เปรมขับรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปถึงตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปถึงตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปถึงตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปถึงตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร

จากที่เห็นว่า $\triangle ABD \sim \triangle CED$ (มุมฉาก)
 $\angle ADB = \angle EDC$ (มุมร่วม)
 $\angle BAD = \angle CED$
 igit $\triangle BAD \sim \triangle CED$
 $\frac{BC}{65} = \frac{21}{35}$, $BC = \frac{21}{35} \times 65$
 $BC = 39$
 เมื่อ B ไปถึงตำแหน่ง C เป็นระยะทาง 39 กิโลเมตร

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด จะเห็นว่านักเรียนสามารถพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้ายได้

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนอธิบายแนวคิดโดยการหา BC จากสัดส่วน $\frac{BC}{65} = \frac{21}{35}$ ซึ่งไม่ถูกต้องตามนิยามของสามเหลี่ยมคล้าย ครูจึงสัมภาษณ์แนวคิดเพิ่มเติม ดังบทสนทนาต่อไปนี้

ครู: นักเรียนต้องการหาระยะทางใดก่อน

นักเรียน: BC ค่ะ

ครู: แล้วจะหา BC ได้อย่างไร

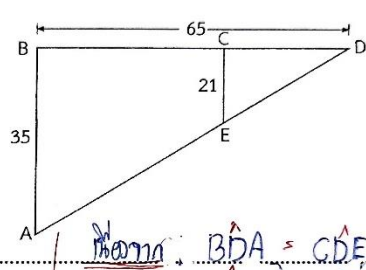
นักเรียน: ใช้ $\frac{21}{35}$ มาช่วยค่ะ เพราะรู้ทั้งเศษและส่วน ก็เลยเอา $\frac{BC}{65} = \frac{21}{35}$ จะได้ $BC = 39$ ค่ะ

ครู: ลองตรวจสอบรูปอีกครั้ง

นักเรียน: เอ้ย ไม่ใช่ค่ะครู ต้องเป็น CD ไม่ใช่ BC หนูคิด

จากบทสนทนาจะเห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและขาดความรอบคอบในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนตรวจสอบและบอกข้อผิดพลาดของตนเองได้ นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 0 คะแนน

4. เปรมขับรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปยังตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร



ห. BC

วิธีทำ $\frac{BC}{65} = \frac{21}{35}$
 $BC = \frac{21 \times 65}{35}$
 $BC = \frac{1365}{5}$
 $BC = 273$

ข้อควรระวัง $\triangle BDA = \triangle CDE$ (พหุคูณ)
 $\triangle ABD = \triangle CED$ (พหุคูณ)
 $\therefore \angle BAE = \angle CED$
 จึงได้ $\triangle BAE \sim \triangle CED$
 ดังนั้น $\frac{AB}{EC} = \frac{BD}{CD} = \frac{DA}{DE}$
 $\frac{35}{21} = \frac{65}{CD} = \frac{DA}{DE}$

ตอบ จากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทาง 39 กิโลเมตร

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 2 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4

จากภาพที่ 4.14 และภาพที่ 4.15 นักเรียนระบุความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาคบถ้วน นั่นคือพิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้ายและแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนได้ถูกต้อง ขั้นตอนในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องการหา BC จึงเขียนสัดส่วน $\frac{BC}{65} = \frac{21}{35}$ ซึ่งเป็นสัดส่วนที่ไม่ถูกต้อง เพราะนักเรียนเลือกใช้อัตราส่วนที่คลาดเคลื่อน สัดส่วนที่ถูกต้องคือ $\frac{65}{CD} = \frac{35}{21}$ เพื่อหาระยะของ CD นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 0 คะแนน

4. เปรมขับรถตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปยังตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร

Handwritten student work:

② $\frac{DC}{DB} = \frac{DE}{DA} = \frac{CE}{CA}$

$\frac{DC}{65} = \frac{21}{35}$

$DC = \frac{21}{35} \times 65$

$DC = 39$

ดังนั้น $BD - DC = 65 - 39 = 26$

BC = 26

③

ภาพที่ 4.16 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 3 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 4

จากภาพที่ 4.16 นักเรียนระบุความรู้ที่จำเป็นในการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน นั่นคือ ไม่พิสูจน์การเป็นสามเหลี่ยมคล้าย แต่แสดงการเท่ากันของอัตราส่วนได้ถูกต้อง ขั้นตอนในการแก้ปัญหานักเรียนต้องการหา DC จึงเขียนสัดส่วน $\frac{DC}{65} = \frac{21}{35}$ ซึ่งเลือกใช้อัตราส่วน 2 อัตราส่วนได้ถูกต้อง ได้คำตอบ $DC = 39$ ดังนั้นตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เท่ากับ $65 - DC = 65 - 39 = 27$ กิโลเมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนจึงได้คะแนนด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา 3 คะแนน

(1) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

ครู: นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร

นักเรียน: เอาไปใช้หาระยะทาง เวลามีคนเขียนแผนที่ให้ค่ะ

ครู: นักเรียนคิดว่าโจทย์ข้อนี้ยากหรือไม่

นักเรียน: ไม่ยากค่ะ แต่ต้องระวังดี ๆ

ครู: ถ้าโจทย์ไม่กำหนดรูปมาให้ นักเรียนจะสามารถวาดรูปได้หรือไม่

นักเรียน: ไม่ได้ค่ะ

ครู: เพราะอะไร

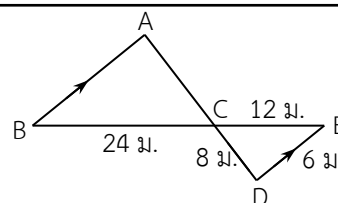
นักเรียน: หนูไม่รู้ว่าจะให้ไปทางไหน

ครู: แปลว่าถ้าครูกำหนดทิศทางการเดินทางให้ ก็จะเข้าใจและวาดรูปได้ใช่ไหม

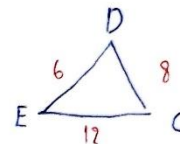
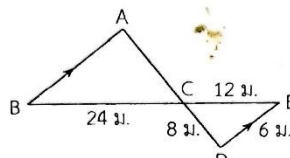
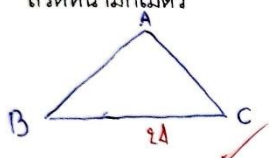
นักเรียน: น่าจะได้ค่ะ (ยิ้ม)

จากบทสนทนาจะเห็นว่าโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนเคยเห็นและเข้าใจ หากโจทย์ระบุข้อมูลครบถ้วน ได้แก่ ระยะทางและทิศทาง นักเรียนจะสามารถวาดรูปแสดงแทนแนวคิดได้ นอกจากนี้ยังนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วย

ข้อ 5 รัตนมีที่ดินรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร



5. รัตนมีที่ดินรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร



วิธีทำ

ก่อน

$$\frac{BA}{ED} = \frac{AC}{DC} = \frac{CB}{CE}$$

$$\frac{BA}{6} = \frac{24}{12}$$

$$BA = \frac{24}{12} \times 6$$

$$BA = 12$$

หรือ AC

$$\frac{AC}{8} = \frac{24}{12}$$

$$AC = \frac{24}{12} \times 8$$

$$AC = 16$$

ดังนั้น $\triangle ABC$

$$AC + BA + CB$$

$$16 + 12 + 24 = 52$$

ดังนั้น ลวดหนาม 52 ม. เมตร

ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนคนที่ 1 จากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ข้อที่ 5

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องส่วนใหญ่ โดยแสดงการเท่ากันของอัตราส่วน $\frac{BA}{ED} = \frac{AC}{DC} = \frac{CB}{CE}$ ได้ถูกต้อง แต่ไม่พิสูจน์เพื่อยืนยันการเป็นสามเหลี่ยมคล้ายของ $\triangle ABC$ และ $\triangle CDE$

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้ได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบชัดเจน ซึ่งจากโจทย์เป็นสามเหลี่ยมสองรูปที่เกิดจากเส้นขนานและเส้นตัดสองเส้น ทำให้เกิดรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่สังเกตได้ยาก นักเรียนจึงวาดรูปใหม่ โดยหมุนรูปสามเหลี่ยมให้อยู่ในลักษณะเดียวกัน ทำให้เห็นอัตราส่วนด้านคู่ที่สมนัยกันได้ชัดเจน ดำเนินการหาคำตอบโดยใช้อัตราส่วน $\frac{CB}{CE} = \frac{24}{12}$ มาช่วยในการเขียนสัดส่วน เพื่อหาค่า BA และ AC จะได้ $BA = 12$ และ $AC = 16$ ดังนั้น ถ้าต้องการล้อมรั้วลวดหนารอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องหาความยาวรอบรูป $ABC = AC + BA + CB = 16 + 12 + 24 = 52$ เมตร เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

ครู: นักเรียนอ่านโจทย์แล้วทราบอะไรบ้าง

นักเรียน: รู้ว่ามีที่ดินเป็นรูปสามเหลี่ยมสองแปลง มันคล้ายกัน แต่แปลงหนึ่งกลับหัว

ครู: แล้วรู้ได้อย่างไรว่าคล้ายกัน

นักเรียน: หนูสังเกตความยาว กับสัญลักษณ์แบบนี้ (ลูกศร) แสดงว่าสองเส้นนี้ขนานกันค่ะ (AB//DE)

ครู: ค่ะ ขนานกันแล้วทำไมจึงคล้ายกัน

นักเรียน: มุมแย้งเท่ากันค่ะ มีมุมแย้ง 2 คู่ (มุม A = มุม D และ มุม B = มุม E) แสดงว่าอีกคู่หนึ่งก็จะเท่ากันด้วย

ครู: มุมคู่ที่สมนัยกันเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่ สามเหลี่ยมสองรูปนี้จึงคล้ายกัน ถูกต้องค่ะ

นั่นคือ นักเรียนสามารถเข้าใจลักษณะของที่ดินรูปสามเหลี่ยมเป็นอย่างดี และเข้าใจวิธีการหาค่าความยาวของแต่ละด้านจากการนำความรู้เรื่องสามเหลี่ยมคล้ายมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร้า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านโนนยานางมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย จำแนกตามความสามารถที่แสดงให้เห็นถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์

แห่งสหรัฐอเมริกา (สรรฐณัฐ ปัญญาเสฏฐโร, 2558; อ้างอิงจาก National Council of Teachers of Mathematics, 2000) ทั้ง 3 องค์ประกอบ ดังนี้

(1) การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิสูจน์นิยามของสามเหลี่ยมคล้าย ดังนี้ รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่ และอัตราส่วนของความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันทุกคู่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน แล้วใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน อัตราส่วน และสัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหา

(2) การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบ โดยการวาดรูปแสดงแทนแนวคิดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จนเกิดรูปที่มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมคล้าย และดำเนินการพิสูจน์จากนิยามเพื่อยืนยันว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันก่อน จากนั้นจึงเชื่อมโยงความรู้ไปยังเนื้อหาในเรื่องอื่นเพื่อแก้ปัญหา เช่น รูปเรขาคณิต อัตราส่วนและสัดส่วน และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น และใช้ภาษาของตนเองในการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

(3) การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง

นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย มีอยู่ในชีวิตประจำวัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายเข้ากับชีวิตประจำวันได้

4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร่ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

จากการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้พิจารณาผลจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย เพื่อศึกษาผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร่ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการหาร้อยละคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนตามเกณฑ์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ตามเกณฑ์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	คะแนน	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					เฉลี่ย (ร้อยละ)
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5	
การระบุความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ จำเป็นต้องใช้ในการ แก้ปัญหา	3	10 (50.00)	5 (25.00)	7 (35.00)	3 (15)	0 (0.00)	25.00
	2	9 (45.00)	7 (35.00)	5 (25.00)	3 (15.00)	7 (35.00)	31.00
	1	1 (5.00)	5 (25.00)	5 (25.00)	12 (60.00)	10 (50.00)	33.00
	0	0 (0.00)	3 (15.00)	3 (15.00)	2 (10.00)	3 (15.00)	11.00
การเขียนอธิบาย แนวทางในการ แก้ปัญหา	3	6 (30.00)	7 (35.00)	2 (10.00)	0 (0.00)	8 (40.00)	23.00
	2	4 (20.00)	4 (20.00)	5 (25.00)	5 (25.00)	2 (10.00)	20.00
	1	9 (45.00)	8 (40.00)	12 (60.00)	12 (60.00)	5 (25.00)	46.00
	0	1 (5.00)	1 (5.00)	1 (5.00)	3 (15.00)	5 (25.00)	11.00
การระบุตัวอย่าง หรือสถานการณ์ใน ชีวิตจริงจากความรู้ ทางคณิตศาสตร์ที่ ระบุในข้อ 1	3	7 (35.00)	14 (70.00)	16 (80.00)	13 (65.00)	9 (45.00)	59.00
	2	12 (60.00)	6 (30.00)	4 (20.00)	7 (35.00)	11 (55.00)	40.00
	1	1 (5.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	1.00
	0	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0.00

จากตารางที่ 4.1 เมื่อวิเคราะห์จำนวนร้อยละของนักเรียนตามเกณฑ์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านทั้ง 3 ด้าน พบว่านักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ องค์ประกอบด้านการระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนระบุได้ถูกต้องบางส่วนมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 33.00 รองลงมาคือระบุถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ เฉลี่ยร้อยละ 31.00 ระบุถูกต้องทั้งหมด เฉลี่ยร้อยละ 25.00 และระบุไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุนิยามเลย เฉลี่ยร้อยละ 11.00 ตามลำดับ องค์ประกอบด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเป็นบางส่วนมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 46.00 รองลงมาคือเขียนอธิบายได้ถูกต้องทั้งหมด เฉลี่ยร้อยละ 23.00 เขียนอธิบายได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ เฉลี่ยร้อยละ 20.00 และเขียนอธิบายไม่ถูกต้องหรือไม่อธิบายเลย เฉลี่ยร้อยละ 11.00 ตามลำดับ องค์ประกอบด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1 นักเรียนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมมากที่สุด เฉลี่ยร้อยละ 59.00 รองลงมาคือยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม เฉลี่ยร้อยละ 40.00 และยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไม่ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 1.00 นั่นคือนักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถระบุนิยามทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเองได้ และยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรม
จีโอจีบร่ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

คนที่	คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย						ร้อยละ
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	รวม	
1	8	7	4	5	8	32	71.11
2	4	4	4	4	2	18	40.00
3	5	4	3	4	3	19	42.22
4	5	5	5	5	4	24	53.33
5	7	6	6	6	5	30	66.67
6	5	4	5	5	4	23	51.11
7	6	4	5	3	3	21	46.67
8	5	5	5	4	4	23	51.11
9	5	5	4	2	3	19	42.22
10	5	6	6	4	4	25	55.56

ตารางที่ 4.2 คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรม
จีโอจีบร่ำกับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย						
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	รวม	ร้อยละ
11	3	4	6	5	4	22	48.89
12	9	7	6	6	7	35	77.78
13	9	9	9	7	8	42	93.33
14	9	9	6	4	5	33	73.33
15	9	9	9	7	8	42	93.33
16	6	6	7	7	6	32	71.11
17	6	9	6	7	7	35	77.78
18	9	9	8	6	8	40	88.89
19	7	5	8	5	6	31	68.89
20	8	8	8	6	7	37	82.22
เฉลี่ย						29.15	64.78
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน						7.68	

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร่ำ เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน และทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 45 คะแนน มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 0.00-49.00 จำนวน 5 คน คะแนนรวมร้อยละ 50.00-59.00 จำนวน 4 คน คะแนนรวมร้อยละ 60.00-69.00 จำนวน 2 คน คะแนนรวมร้อยละ 70.00-79.00 จำนวน 5 คน และคะแนนรวมร้อยละ 80.00-100 จำนวน 4 คน คะแนนรวมเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 คน เท่ากับ 29.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.68

ตารางที่ 4.3 จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย กับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

คะแนนรวม (ร้อยละ)	จำนวนนักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)
0.00-49.00	5	25.00
50.00-59.00	4	20.00
60.00-69.00	2	10.00
70.00-79.00	5	25.00
80.00-100	4	20.00

จากตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจิโอเจิบร่ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 พบว่า มีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 60.00 จำนวน 9 คน ซึ่งในจำนวนนี้มีนักเรียน 4 คน ที่ได้คะแนนใกล้เคียงกับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 และมีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 60.00 ขึ้นไป จำนวน 11 คน ซึ่งในจำนวนนี้มีนักเรียน 2 คน ที่ได้คะแนนใกล้เคียงกับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

บทที่ 5

อภิปรายผล

การวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนโนนยานาง อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 20 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า และ (2) เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง (2) แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน และ (3) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 4 สัปดาห์ การวิเคราะห์ข้อมูล การวิจัย ใช้กรอบแนวคิดการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) และมีการอธิบายกรอบแนวคิดเพิ่มเติมจากงานวิจัยของสรยุทธ ปัญญาเสฏฐ (2558) เพื่อให้เข้ากับบริบทชั้นเรียนที่ทำการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับนักเรียนรายบุคคลหลังหมดเวลาทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย พบว่า

5.1.1.1 นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา โดยพิสูจน์นิยามของสามเหลี่ยมคล้าย และแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนความยาวด้านที่สมนัยกันทุกคู่ แล้วใช้ความรู้เรื่อง อัตราส่วน และสัดส่วนมาใช้ในการแก้ปัญหา

5.1.1.2 นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบ โดยการวาดรูปแสดงแทนแนวคิดจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ จนเกิดรูปที่มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมคล้าย และดำเนินการพิสูจน์จากนิยามเพื่อยืนยันว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันก่อน จากนั้นจึงเชื่อมโยงความรู้ไปยังเนื้อหาในเรื่องอื่นเพื่อแก้ปัญหา เช่น รูปเรขาคณิต อัตราส่วนและสัดส่วน และสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น และใช้ภาษาของตนเองในการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา

5.1.1.3 นักเรียนสามารถมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย เข้ากับชีวิตประจำวันได้

นั่นคือ นักเรียนทุกคนที่ให้สัมภาษณ์ระบุว่าตนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาดีขึ้น และการเรียน เรื่องความคล้าย ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหาและสร้างรูปจำลองได้เร็ว นักเรียนสนุกที่ได้ลงมือค้นคว้า และ การแลกเปลี่ยนแนวคิดจากกิจกรรมกลุ่มทำให้เกิดความเข้าใจ ส่งผลให้สามารถสร้างองค์ความรู้ของตนเองได้ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ทำให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

5.1.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ากับเกณฑ์ร้อยละ 60.00

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ได้คะแนนสูงสุด 42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.33 คะแนนต่ำสุด 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.00 คะแนนเฉลี่ยรวม 29.15 คิดเป็นร้อยละ 64.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.68 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้ามีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00

เมื่อวิเคราะห์จำนวนร้อยละของนักเรียนตามเกณฑ์คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านทั้ง 3 ด้าน พบว่า ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนระบุได้ถูกต้องบางส่วนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.00 ด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายได้ถูกต้องเป็นบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 46.00 และด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ พบว่า นักเรียนส่วนมากสามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.00 นั่นคือ นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์

ในชีวิตจริง มากที่สุด รองลงมาคือด้านการเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา และด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง ความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 ทั้งนี้บทเรียน เรื่องความคล้าย เป็นเรื่องที่ยาก ต้องใช้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และจากผลคะแนนการทดสอบท้ายบทและการทดสอบปลายภาคการศึกษา เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560-2562 ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 แต่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 มีนักเรียน ที่ได้คะแนนรวมต่ำกว่าร้อยละ 60.00 จำนวน 9 คน ซึ่งในจำนวนนี้มีนักเรียน 4 คน ที่ได้คะแนนใกล้เคียงกับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 และมีนักเรียนที่ได้คะแนนรวมร้อยละ 60.00 ขึ้นไปจำนวน 11 คน ซึ่งในจำนวนนี้มีนักเรียน 2 คน ที่ได้คะแนนใกล้เคียงกับเกณฑ์ร้อยละ 60.00 นั่นคือภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายด้าน 3 ด้าน พบว่านักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเองได้ และยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย มีวิธีการที่ทำให้ นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง (C) มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน บุคคลอื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัว (I) มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ (P) มีทักษะกระบวนการในการสร้างความรู้ (P) และการนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ ที่หลากหลาย (A) โดยค้นคว้าความรู้ใหม่เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิดกับกลุ่ม ร่วมกันตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง รวมทั้งขยายความรู้ความเข้าใจของตนแก่ผู้อื่น โดยมีครูคอยสังเกต และให้คำแนะนำ ในขั้นสรุปความรู้ของชั้นเรียนจะใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ สรุปและจัดระเบียบความรู้ด้วยตนเอง แล้วเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงผลงานของตนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้า ซึ่งส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการนำองค์ความรู้ของตนไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับทิสนา แหมมณี (2556) ที่กล่าวว่า การนำโมเดลซิปปามาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน สามารถพัฒนาผู้เรียนได้ครบทุกด้าน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา ให้ผู้เรียน

ได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์จนเกิดการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับไวเลอร์ (2560; อ้างอิงจาก สุทิน บัณฑิตา, 2558) ที่กล่าวว่า การใช้สื่อและเทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอนมีส่วนทำให้บริบทชั้นเรียน เปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน จีโอจีบร้าเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณสมบัติการใช้งานทั้งด้านเรขาคณิตและพีชคณิต เอกลักษณ์พิเศษคือความสามารถในการสร้างสื่อสามมิติ โดยสร้างรูปทรงต่าง ๆ พร้อมทั้งหมุน กลับด้าน และดูได้หลายมุมมอง ทำให้นักเรียนเห็นภาพและเกิดความเข้าใจ ถือเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งเนื้อหาเรื่องความคล้าย มีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถตอบได้โดยทันที ต้องอาศัยการวิเคราะห์ สังเคราะห์ให้เกิดรูปภาพตามข้อมูลที่โจทย์กำหนด และหากโจทย์ไม่กำหนดการเป็นสามเหลี่ยมคล้าย ก็ต้องพิสูจน์การเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายเพื่อยืนยันว่าสามารถนำอัตราส่วนความยาวด้านคู่ที่สมนัยกันมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนั้นแนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่จะพิจารณาโจทย์ วิเคราะห์และวาดรูป เพื่อตรวจสอบการเป็นสามเหลี่ยมคล้าย แล้วใช้เรื่องสัดส่วนมาช่วยในการหาคำตอบ นักเรียนจะใช้ท่าทางและภาษาพูดของตนเองในการอธิบายขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา มีการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับจนเกิดความคิดรวบยอดจากการแก้ปัญหา และมีการเชื่อมโยงความรู้ไปยังเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสาระจำนวนและพีชคณิต และสาระการวัดและเรขาคณิต สอดคล้องกับงานวิจัยของนางรณัญ หลวงเขียว (2556) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปากับการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา ร่วมกับการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริงสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของเมธาสิทธิ์ ธีรรัตนศรีสกุล (2559) เรื่อง การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า ประกอบการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ร้อยละ 86.11 และร้อยละ 13.89 มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยมและระดับดี

ตามลำดับ โดยภาพรวมนักเรียนมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับดีเยี่ยม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้า สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของไอริน ถาวรนนท์ (2561) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย ผลการวิจัย พบว่า 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.77 คิดเป็นร้อยละ 67.07 (จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

นั่นคือ นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง ความคล้าย มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60.00 สามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา เขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยภาษาของตนเอง ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างถูกต้อง และสรุปแนวคิดจนเกิดเป็นองค์ความรู้ที่ยั่งยืน

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการจัดทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

5.3.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ไปปรับใช้ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ และระดับชั้นที่ต่างกัน เพื่อให้นักเรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในระดับที่สูงขึ้น

5.3.2 ควรศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. คู่มือการจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2545.
- กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร: สยามสปอร์ต ซินดิเคท, 2542.
- _____. การประกันคุณภาพการศึกษาภายในสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: แนวทางการศึกษาและพัฒนากระบวนการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: ศุภสภาลาดพร้าว, 2543.
- _____. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545. กรุงเทพมหานคร: ศุภสภาลาดพร้าว, 2546.
- _____. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- _____. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2560.
- กัลยา พันปี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนรู้รูปแบบ ชิปปา (CIPPA MODEL) และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT). วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, 2551.
- จารุวรรณ ทวันเวช. การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาบุรีรัมย์ เขต 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.
- ฉลาด สายสินธุ์. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบราเรื่อง ลำดับ และอนุกรม สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2561.
- ชเรนทร์ จิตติพิทุธางกูร. การส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องพีทาโกรัส โดยใช้ กิจกรรมการเรียนการสอนแบบชิปปา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน โคกยางวิทยา จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ชัชวาลย์ บัวริคาน. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.
- ดวงจันทร์ ประสิทธิ์วงศ์. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้การสอนแบบซิปปา (CIPPA MODEL). วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2552.
- ทีศนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- _____. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- _____. ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ด่านสุทธาการพิมพ์, 2548.
- _____. รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: แอคทีฟ พริน, 2556.
- นงคราญ หลวงเขียว. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ แบบซิปปากับการใช้สถานการณ์ในชีวิตจริง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2556.
- บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2545.
- _____. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2560.
- บุญชัย อารีเอื้อ. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องเส้นขนาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกองทัพบกอุปถัมภ์เพชรบุรีวิทยาในพระอุปถัมภ์ฯ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2551.
- ปิยะวรรณ หาญวัฒนกุล. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบซิปปา เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้นที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์โลกจริง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.
- พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์. GeoGebra อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2556.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- มยุรา ร้องหาญแก้ว. การจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบซิปปา ที่ เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนจันทบุรีวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 2553.
- มุกดา ไสวารี. รายงานการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลซิปปา (CIPPA MODEL) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโรงเรียนเทศบาล วัดกลาง. ขอนแก่น: สำนักการศึกษาเทศบาลนครขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น, 2552.
- เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล. “การพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6”, ใน การประชุมทางวิชาการคณิตศาสตร์ ประจำปี 2559 ครั้งที่ 21 (AMM). น.8-15. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. การพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ด้วยนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2543.
- วิไลวรรณ สีแดด. การศึกษาความเข้าใจ เรื่องเวกเตอร์ในสามมิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ผ่าน GeoGebra Applet. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2560.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.
- _____. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550.
- _____. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2551.
- สรจันธุ์ ปัญญาเสถียร. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการใช้ปัญหา เป็นหลักและการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงและการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สันติวัฒน์ จันทร์ไธ. รายงานการวิจัย ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน CIPPA ที่บูรณาการกระบวนการเรียนรู้วรรณคดีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และเจตคติต่อวรรณคดีไทยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสาธิต. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.
- สิริพร ทิพย์คง. **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2545.
- สุทิน บัณฑิต. ผลของการใช้โปรแกรม GoGebra ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 2558.
- ศศิธร แก้วรักษา. การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.
- อัมพร ม้าคนอง. **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- _____. **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- อัมพร ม้าคนอง. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- อัศวิน พุ่มรินทร์. ผลการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.
- ไอริน ถาวรนนท์. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นโดยใช้โปรแกรม GooGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2561.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Coxford, FA. **The case for connections.** In PA. House (Ed.), **Connecting mathematics across the curriculum, 1995 yearbook.** p. 3-21. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics, 1995.
- Hau, S.A. **An analysis of the mathematical connections recognized by students in an elementary school teacher education program.** Doctor's Theses: University of Georgia, 1993.
- Hiebert J, and Carpenter Th P. "Learning and teaching with understanding", in **Handbook of research on mathematics teaching and learning.** New York, USA.: Macmillan, 1992.
- Kennedy, L.M. and Tipps, S. **Guiding Children's Learning of Mathematics International.** New York, USA: Thomson Publishing, 1994.
- Likert, R. A. "Technique for the Measurement of Attitude", **Archives Psychological.** 3(1): 42-48; May, 1932.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.** Reston, Virginia: NCTM, 1989.
- _____. (1991). "Evaluation of Teaching: Standard 4 – Mathematical Concepts, Procedures, and Connections", **Standards.** <http://standards.nctm.org/document/chapter6/conn.html>. January, 2021.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). **Principles and Standards for Mathematics.** Reston, Virginia: NCTM, 2000.
- Roddy, M.R. **Mathematics teachers conceptions of connections.** Doctor's Theses: University of Washington, 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์ ดร.วีระศักดิ์ แก่นอ้วน
ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
2. นางลำพอง ฉัตรสุวรรณ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านโนนม่วง
อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี
เขต 3
3. นายฐปนรรณ์ ผลพยุ่ง
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านโนนยานาง
อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี
เขต 3

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ข

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่องความคล้าย

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

ข้อ	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย ข้อ 1 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 และข้อ 2 – ข้อ 4 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 นั่นคือข้อสอบทั้ง 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้

แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอเจิบร้า

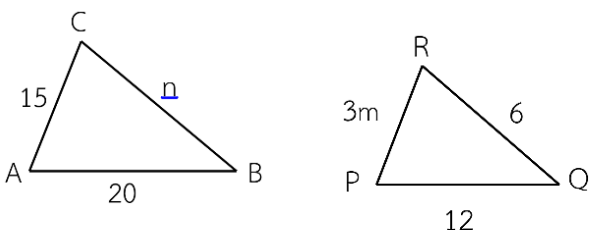
เรื่องความคล้าย ที่มีผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

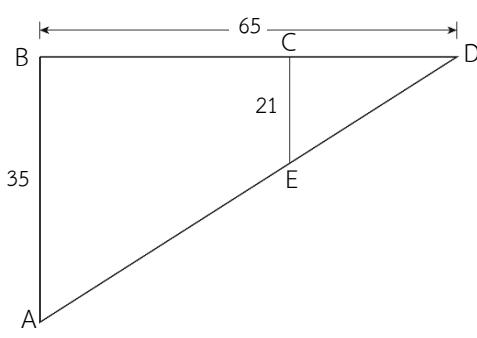
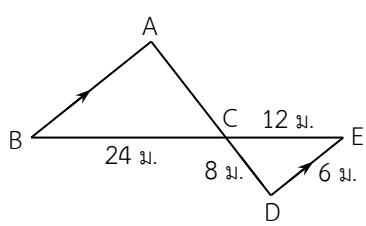
ผู้วิจัย นางสาวภัทรสุดา ประสานพันธ์

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อสอบ สำหรับการวิจัยแต่ละข้อว่ามีความเหมาะสม และ สอดคล้องกับตัวชี้วัดหรือไม่ ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่า สอดคล้องให้เขียน ✓ ที่ช่อง +1, ไม่แน่ใจ ที่ช่อง 0, ไม่สอดคล้อง ที่ช่อง -1 และกรุณาให้ข้อเสนอแนะ

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องการศึกษาแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่เป็นสมบัติ กฎ ทฤษฎีบท นิยาม สูตร แบบรูป
2. การเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา
3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1

ข้อ	ข้อสอบสำหรับการวิจัย	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
1.	จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร 				
2	ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับ เสาเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาวเท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร				
3	ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร พาดกับผนังอาคาร แล้ว ปีนบันไดขึ้นไป เพื่อฉาบปูน ขณะปีนไปได้ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของ ความยาวบันได เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จุดที่ที่ฉาบปูนตก				

ข้อ	ข้อสอบสำหรับการวิจัย	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
		+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
	อยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร				
4	เปรมชัยรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปยังตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร 				
5	ติดตามที่ดินรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร 				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปปาร่วมกับโปรแกรมจีไอจีบร้า
เรื่องความคล้าย

การประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า
เรื่องความคล้าย

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปาร่วมกับโปรแกรม
จีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	การแปลผล
		1	2	3			
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนและสัมพันธ์กัน	5	5	5	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
2	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ชัดเจน และสามารถประเมินผลได้	4	5	5	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
3	เนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	5	5	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
4	การจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก และปฏิบัติได้จริง	5	4	5	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
5	การจัดการเรียนรู้มีการนำโปรแกรมจีโอจีบร้าเข้ามาประยุกต์ได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
6	การจัดการเรียนรู้เหมาะกับการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	5	5	5	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
7	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้และการใช้สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
8	กำหนดภาระงาน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.47	เหมาะสมมากที่สุด
9	มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด	5	5	5	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
10	การกำหนดเวลาเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.47	เหมาะสมมากที่สุด

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบชิปปา
ร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่องความคล้าย

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน หากมีข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ให้ระบุลงในช่องข้อเสนอแนะ

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
1	แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนและสัมพันธ์กัน					
2	จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัด ชัดเจน และสามารถประเมินผลได้					
3	เนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด					
4	การจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก และปฏิบัติได้จริง					
5	การจัดการเรียนรู้มีการนำโปรแกรมจีโอจีบร้าเข้ามาประยุกต์ได้อย่างเหมาะสม					
6	การจัดการเรียนรู้เหมาะกับการศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์					
7	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้และการใช้สื่อการเรียนรู้					
8	กำหนดภาระงาน สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
9	มีการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด					
10	การกำหนดเวลาเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า
เรื่องความคล้าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	รหัสวิชา ค 23101
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	เรื่องความคล้าย	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	เวลา 1 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค2.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
2. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันได้

3. สาระสำคัญ

รูปสองรูปจะคล้ายกันก็ต่อเมื่อรูปทั้งสองนั้นมีรูปร่างเหมือนกัน แต่อาจจะมีขนาดที่แตกต่างกัน

4. สาระการเรียนรู้

- รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

5. ชิ้นงานหรือภาระงาน

- ใบงาน เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา

ขั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิม

- 1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
- 2) ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 2 แสวงหาความรู้ใหม่

3) ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “วันนี้คุณครูมีรูปเรขาคณิต 2 ชิ้น อยากทราบว่าทั้งสองชิ้นนี้มีลักษณะเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร”



4) ครูให้นักเรียนร่วมกันพูดคุย ปรึกษากัน และเขียนแนวคิดที่ได้ลงในใบกิจกรรม ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

ขั้นที่ 3 ศึกษาทำความเข้าใจความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5) จากการศึกษาหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และการตอบคำถามบนกระดานคาถาว่านักเรียนจะสามารถสรุปลักษณะรูปเรขาคณิตที่คล้ายกันได้

ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจกับกลุ่ม

6) ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายความรู้ แลกเปลี่ยนแนวคิด พร้อมทั้งร่วมกันหาข้อสรุปความรู้ และแสดงวิธีการแก้ปัญหา เรื่องเรขาคณิตที่คล้ายกัน โดยครูเป็นผู้สังเกตการณ์

7) เมื่อแต่ละกลุ่มได้ข้อสรุปแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อให้ได้ความรู้ความเข้าใจเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งถ้านักเรียนได้ข้อสรุปไม่ถูกต้อง ครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นด้วยคำถามจนนักเรียนสามารถได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 สรุปจัดระเบียบความรู้

8) ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปลักษณะรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน “รูปเรขาคณิตสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อรูปเรขาคณิตสองรูปนั้นเหมือนกัน แต่อาจจะมีขนาดที่แตกต่างกัน” โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบร้าเข้ามาช่วยในการอธิบาย และจัดระเบียบความรู้

ขั้นที่ 6 แสดงผลงาน

9) ครูให้นักเรียนแสดงผลงานการสร้างความรู้ของตนด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การนำเสนอหน้าชั้นเรียนด้วยโปรแกรมจีโอจีบร้า จากนั้นครูใช้วิธีการยกตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

10) ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะรูปที่คล้ายกัน

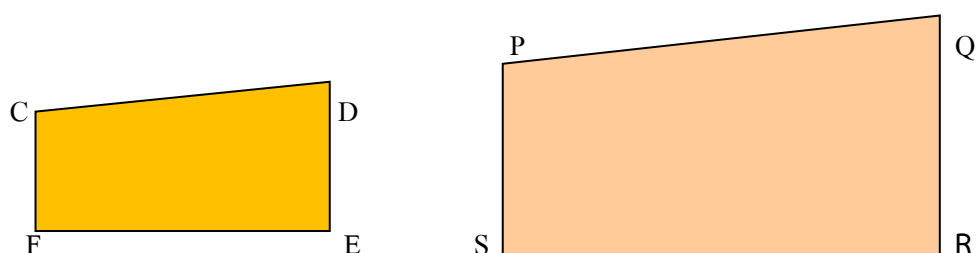
ลักษณะรูปที่คล้ายกัน

1. มุมที่สมนัยกันมีขนาดเท่ากัน
2. อัตราส่วนของความยาวของด้านที่สมนัยกันเท่ากัน

สำหรับรูปที่คล้ายกันจะเขียนชื่อของรูปเรียงตามลำดับอักษรของมุมที่สมนัยกันเสมอ เพื่อให้่ายต่อการคำนวณ และจะใช้สัญลักษณ์ $\sim$ แทนคำว่า คล้ายกับ

ตัวอย่าง สี่เหลี่ยมคางหมู CDEF คล้ายกับ สี่เหลี่ยมคางหมู PQRS เขียนได้ว่า

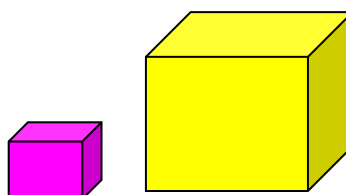
$$\square CDEF \sim \square PQRS$$



ขั้นที่ 7 ประยุกต์ใช้ความรู้

11) ครูให้นักเรียนแต่ละคนยกตัวอย่างรูปเรขาคณิตสองรูปคล้ายกัน พร้อมเหตุผลสั้น ๆ เพื่อเพิ่มความชำนาญ ครูจะเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องและคอยให้คำแนะนำ

12) ครูนำเสนอรูปทรงเรขาคณิต 2 รูป แล้วให้นักเรียนช่วยกันอธิบายว่าเหมือนหรือต่างจากรูปเรขาคณิตอย่างไร และลักษณะนี้เรียกว่าอย่างไร (รูปทรงที่คล้ายกัน)



7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบงาน เรื่อง ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
- 3) โปรแกรมจีโอจีบร้า

แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องสมุดโรงเรียน

8. กระบวนการวัดและการประเมินผล

การวัดผลตามสภาพจริง

- การสังเกตการมีส่วนร่วม
- การตอบคำถาม
- ตรวจแบบฝึกทักษะ

9. การวัดและประเมินผล

แนวทางการประเมินให้คะแนนด้านความรู้
ใช้เกณฑ์การประเมิน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ ประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
ใบงาน เรื่อง ลักษณะ ของรูปเรขาคณิตที่ คล้ายกัน	อธิบายได้ชัดเจนว่า รูปเรขาคณิตสองรูป คล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปเรขาคณิตสองรูป นั้นเหมือนกัน แต่จะ มีขนาดที่แตกต่างกัน	อธิบายได้ว่ารูป เรขาคณิตสองรูป คล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปเรขาคณิตสอง รูปนั้นเหมือนกัน หรือมีขนาดที่ แตกต่างกัน	อธิบายได้บางส่วน แต่ยังไม่ตรง ประเด็น	ไม่สามารถอธิบาย ลักษณะของรูป สามเหลี่ยมคล้าย ได้

การประเมินให้คะแนนด้านความรู้

- ระดับ 4 หมายถึง ดีมาก
- ระดับ 3 หมายถึง ดี
- ระดับ 2 หมายถึง ปานกลาง
- ระดับ 1 หมายถึง ปรับปรุง
- ระดับ 2 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

แนวทางการประเมินให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใช้เกณฑ์การประเมิน แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

พฤติกรรมที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
นักเรียนมีความกระตือรือร้นใฝ่รู้ใฝ่เรียน	นักเรียนตั้งใจเรียนและส่งงานก่อนเวลาหรือทันเวลาที่กำหนด	นักเรียนตั้งใจเรียนและส่งงานช้ากว่าเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	นักเรียนตั้งใจเรียนบ้างและส่งงานช้ามาก

การประเมินให้คะแนนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ระดับ 3 หมายถึง ดี

ระดับ 2 หมายถึง ปานกลาง

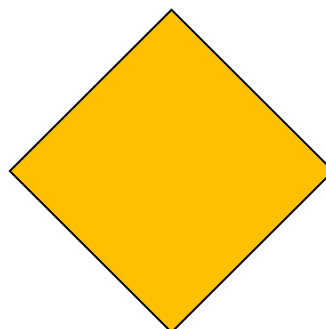
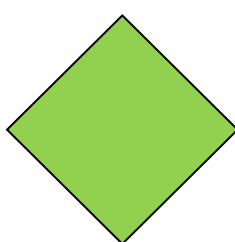
ระดับ 1 หมายถึง ยอมรับได้

ระดับ 2 ขึ้นไปผ่านเกณฑ์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ม.3 เลขที่

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

รูปเรขาคณิตทั้งสองรูปนี้มีลักษณะเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร



ลักษณะที่เหมือนกัน

ลักษณะที่แตกต่างกัน

--	--

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

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

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	รหัสวิชา ค 23101
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	เรื่องความคล้าย	เวลา 10 ชั่วโมง
เรื่อง ลักษณะของรูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	เวลา 1 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวภัทรสุดา ประสานพันธ์)

วันที่..... เดือน พ.ศ.

10. ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหาร หรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

.....

.....

.....

.....

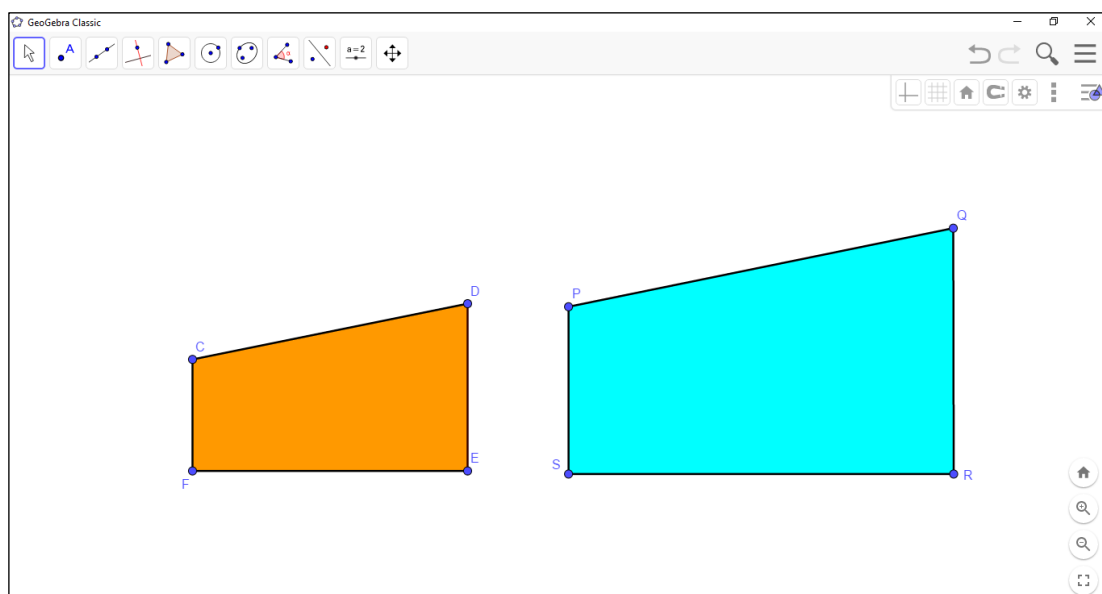
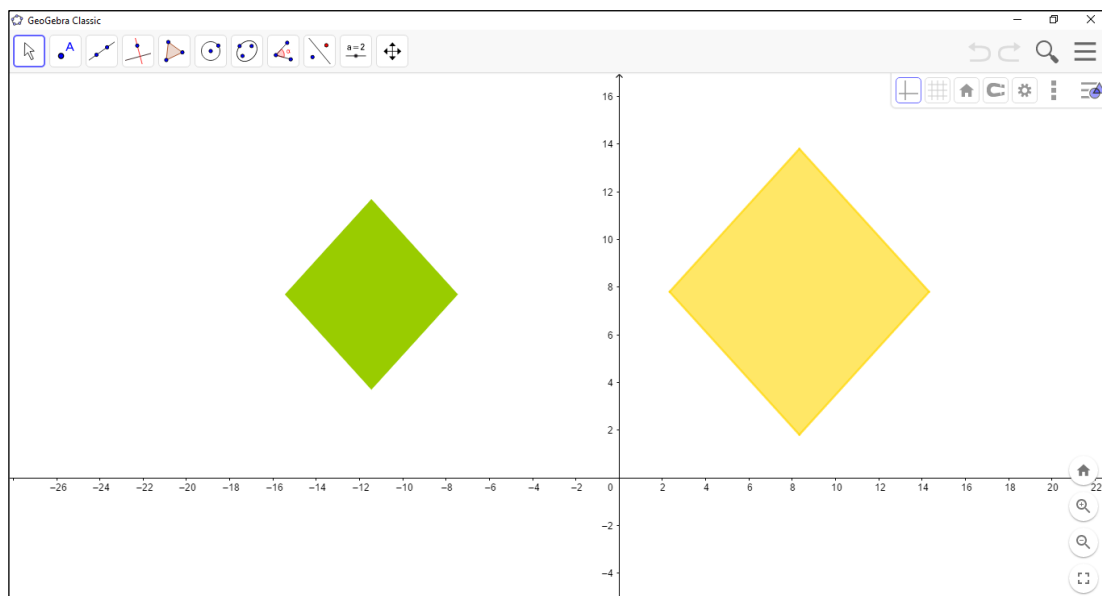
ลงชื่อ.....ผู้บริหาร

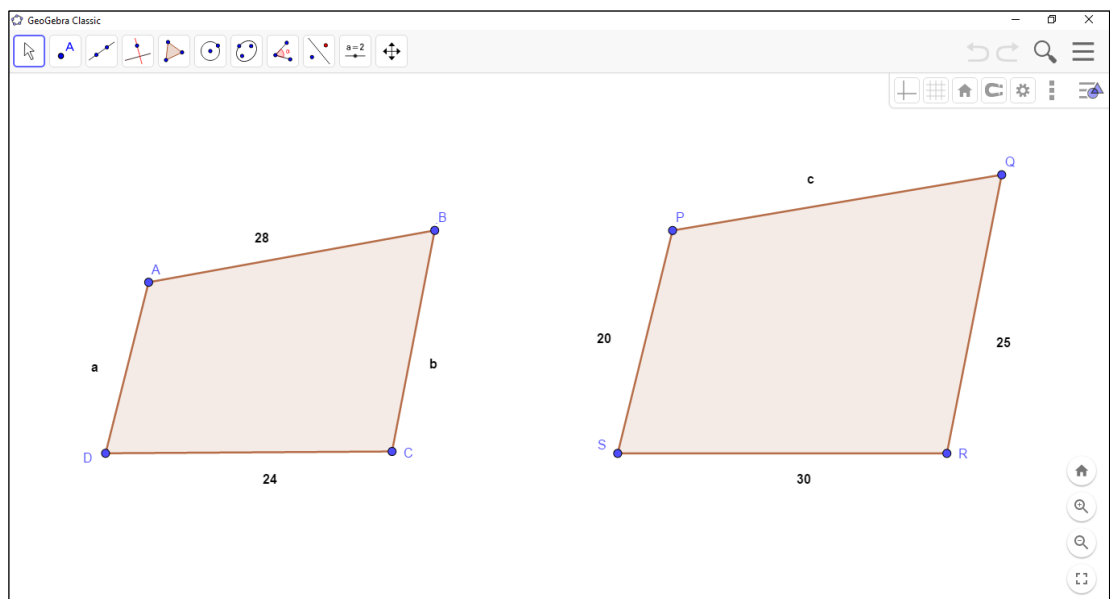
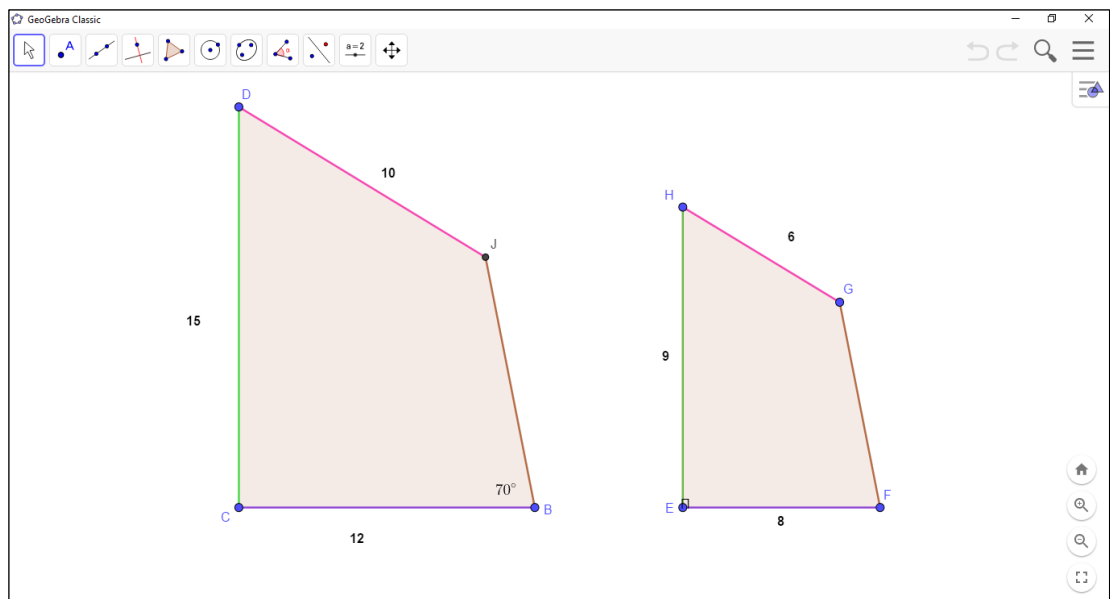
(นายธงชัย สมมาตรย์)

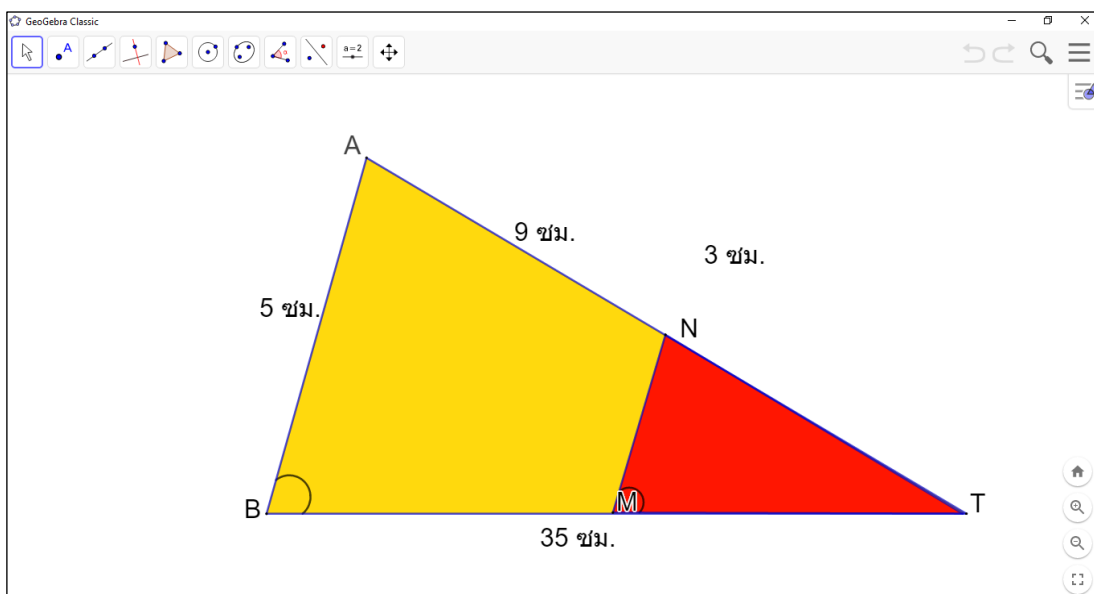
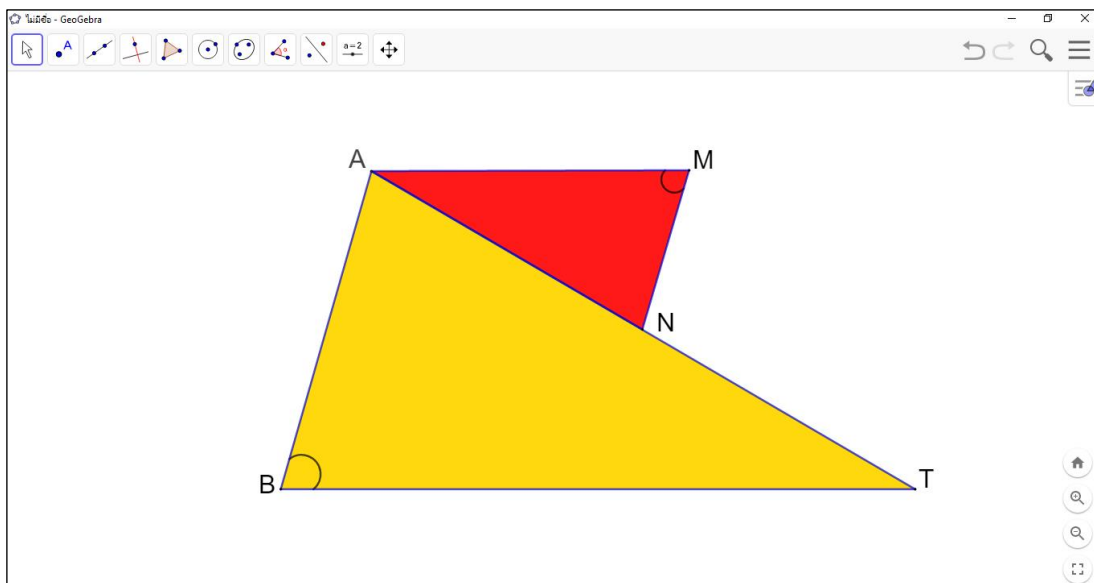
วันที่..... เดือนพ.ศ.....

ภาคผนวก จ
สื่อโปรแกรมจิโอจีบร้า เรื่องความคล้าย

ตัวอย่าง สื่อโปรแกรมจีโอจีบร่าประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบซิปปา เรื่องความคล้าย







ภาคผนวก ฉ

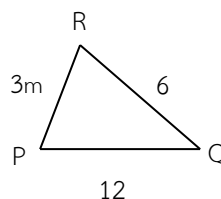
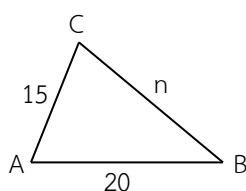
แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

คำชี้แจง ข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ข้อละ 9 คะแนน รวม 45 คะแนน เวลาทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง

ตัวชี้วัด ค2.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเงาเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาวเท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ช่างฉาบปูนใช้บันไดยาว 12 เมตร พาดกับผนังอาคารแล้วปีนบันไดขึ้นไปเพื่อฉาบปูน ขณะขึ้นบันไดไปได้ระยะทาง $\frac{2}{3}$ ของความยาวบันได เขาทำที่ฉาบปูนตกลงพื้น จุดที่ที่ฉาบปูนตกอยู่ห่างจากผนังอาคาร 2 เมตร เชิงบันไดอยู่ห่างจากผนังอาคารกี่เมตร

.....

.....

.....

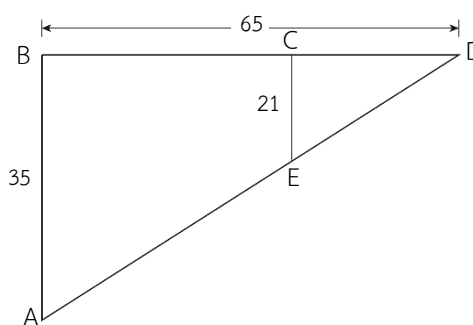
.....

.....

.....

.....

4. เปรมขับรถยนต์ตามแผนผังดังรูป โดยเริ่มออกจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B เป็นระยะทาง 35 กิโลเมตร และออกจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง D เป็นระยะทาง 65 กิโลเมตร ระหว่างทางเขาเห็นป้ายบอกระยะทางจากตำแหน่ง C ไปยังตำแหน่ง E เป็น 21 กิโลเมตร อยากทราบว่าจากตำแหน่ง B ไปยังตำแหน่ง C เป็นระยะทางกี่กิโลเมตร



.....

.....

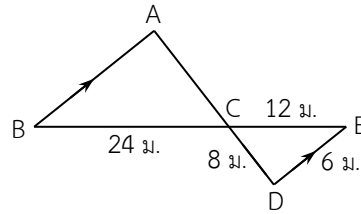
.....

.....

.....

.....

5. จิตามิที่ติดรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร

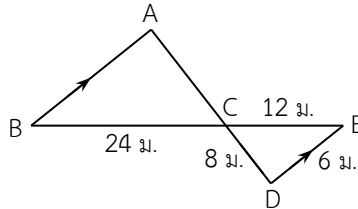


ภาคผนวก ข

แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

ตัวอย่าง แบบสัมภาษณ์ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย

5. จิตามี่ที่ดิโนรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดิโนรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร



1. นักเรียนทราบอะไรบ้างจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

.....

2. นักเรียนใช้ความรู้เรื่องใดมาช่วยในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงอย่างไร ลองยกตัวอย่าง

.....

.....

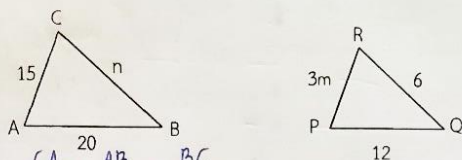
.....

.....

ภาคผนวก ซ
ตัวอย่างกระดาษคำตอบ

ตัวชี้วัด ค2.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

1. จากรูป ถ้า $\triangle ABC \sim \triangle PQR$ แล้ว $m + n$ เท่ากับเท่าไร



วิธีทำ อัตรา $\frac{CA}{RP} = \frac{AB}{PQ} = \frac{BC}{QR}$

$$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12} = \frac{n}{6}$$

หาค่า m

$$\frac{15}{3m} = \frac{20}{12}$$

$$\frac{15}{3m} = \frac{5}{3}$$

$$3m = \frac{15 \times 3}{5}$$

$$3m = 9$$

$$m = 3$$

$$m = 3$$

หาค่า n

$$\frac{n}{6} = \frac{20}{12}$$

$$n = \frac{20 \times 6}{12}$$

$$n = 10$$

ดังนั้น $m = 3$, $n = 10$ จะได้ $m + n$ หรือ $3 + 10 = 13$

2. ต้นไม้สูง 6 เมตร อยู่ห่างจากเสาธง 4 เมตร ในแนวเดียวกับเงาเสาธง ปรากฏว่าเงาของต้นไม้ทอดยาวเท่ากับยอดเสาธงพอดี ถ้าเงาต้นไม้ยาว 3 เมตร เสาธงสูงเท่าไร

ให้จาก $\triangle ACF \sim \triangle BCD$ (เงาตรง)

$\angle CDB = \angle CFA$ (เงาตรง)

$\angle FAC = \angle DBC$

จะได้ $\triangle FAC \sim \triangle DBC$

อัตรา $\frac{AE}{BD} = \frac{EC}{DC} = \frac{CA}{CB}$ ให้ $\frac{AE}{6} = \frac{4}{3} = \frac{CA}{CB}$

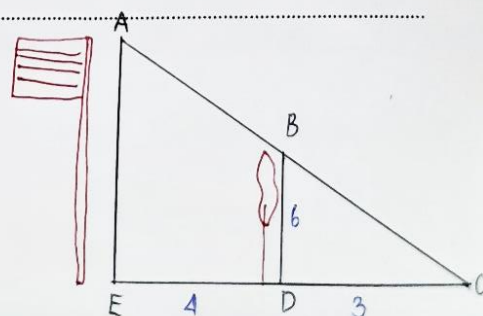
หา AE

$$\frac{AE}{6} = \frac{4}{3}$$

$$AE = \frac{4 \times 6}{3}$$

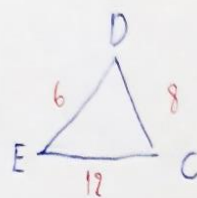
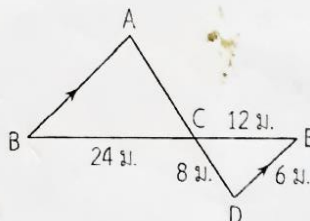
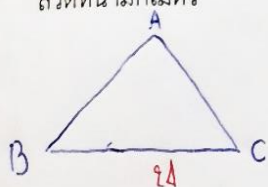
$$AE = 8$$

ดังนั้น เสาธงสูง 8 เมตร



ภาพที่ ข.1 ตัวอย่างกระดาษคำตอบ

5. ไร่ที่มีที่ดินรูปสามเหลี่ยมสองแปลง ดังรูป ถ้าต้องการล้อมรั้วรอบที่ดินรูปสามเหลี่ยม ABC จะต้องใช้ลวดหนามกี่เมตร



$$\frac{BA}{ED} = \frac{AC}{DC} = \frac{CB}{CE}$$

$$\frac{BA}{6} = \frac{24}{12}$$

$$BA = \frac{24 \times 6}{12}$$

$$BA = 12$$

$$\frac{AC}{8} = \frac{24}{12}$$

$$AC = \frac{24 \times 8}{12}$$

$$AC = 16$$

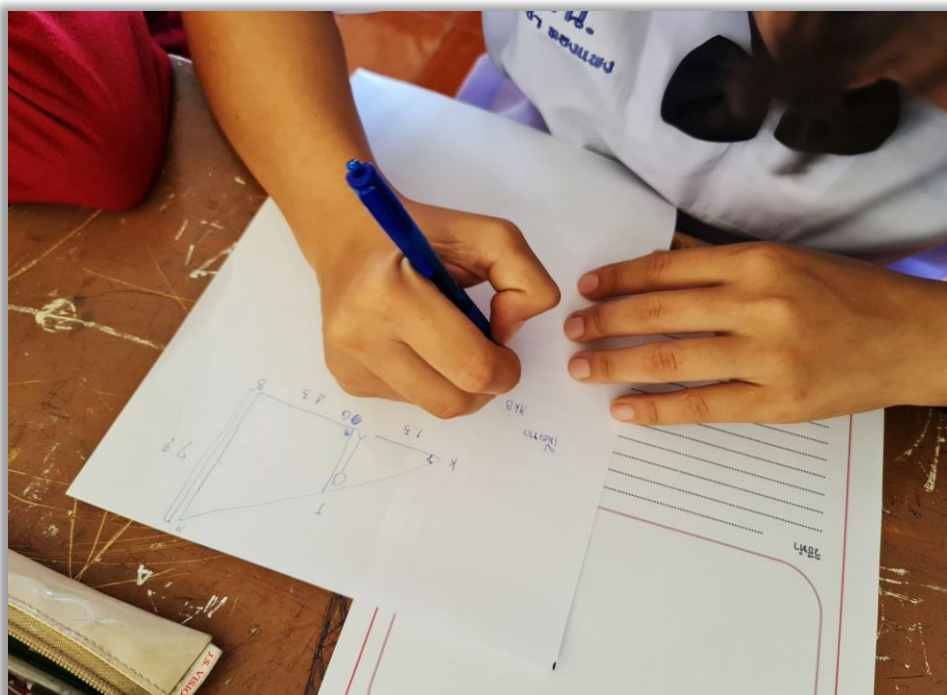
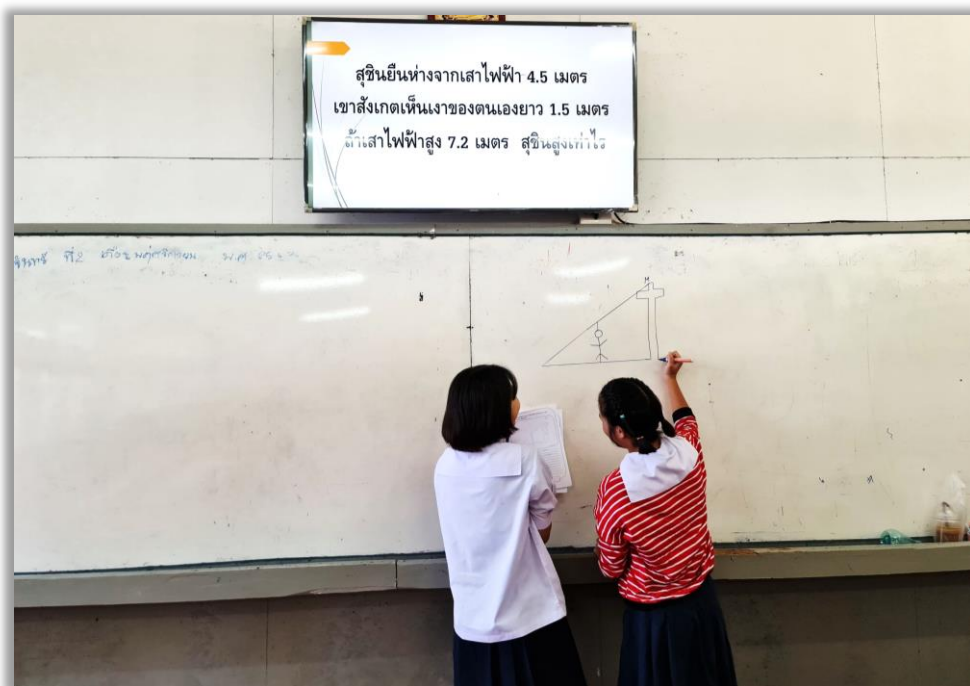
$$AC + BA + CB$$

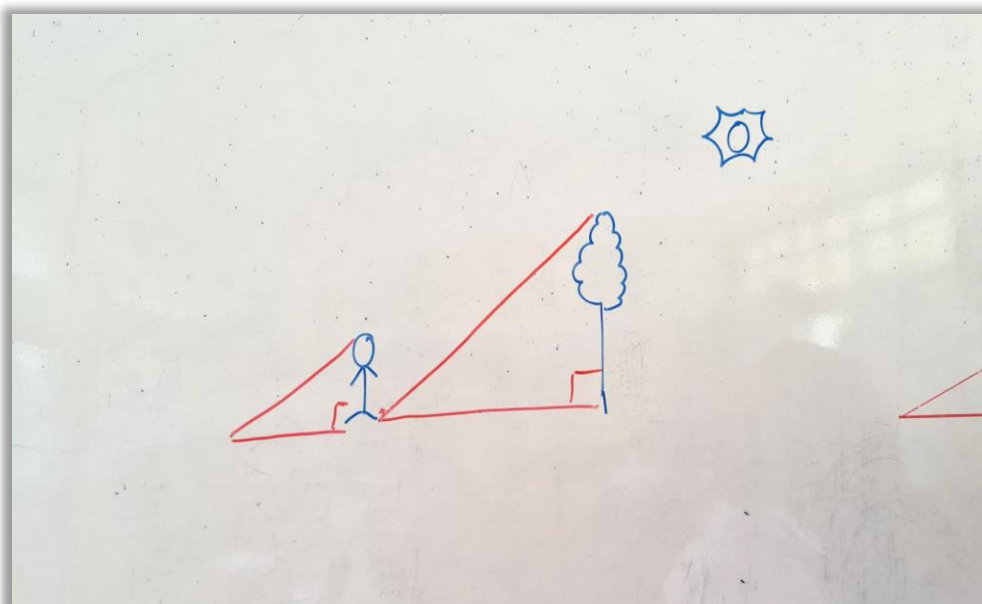
$$16 + 12 + 24 = 52$$

ตอบ ลวดหนาม 52 เมตร

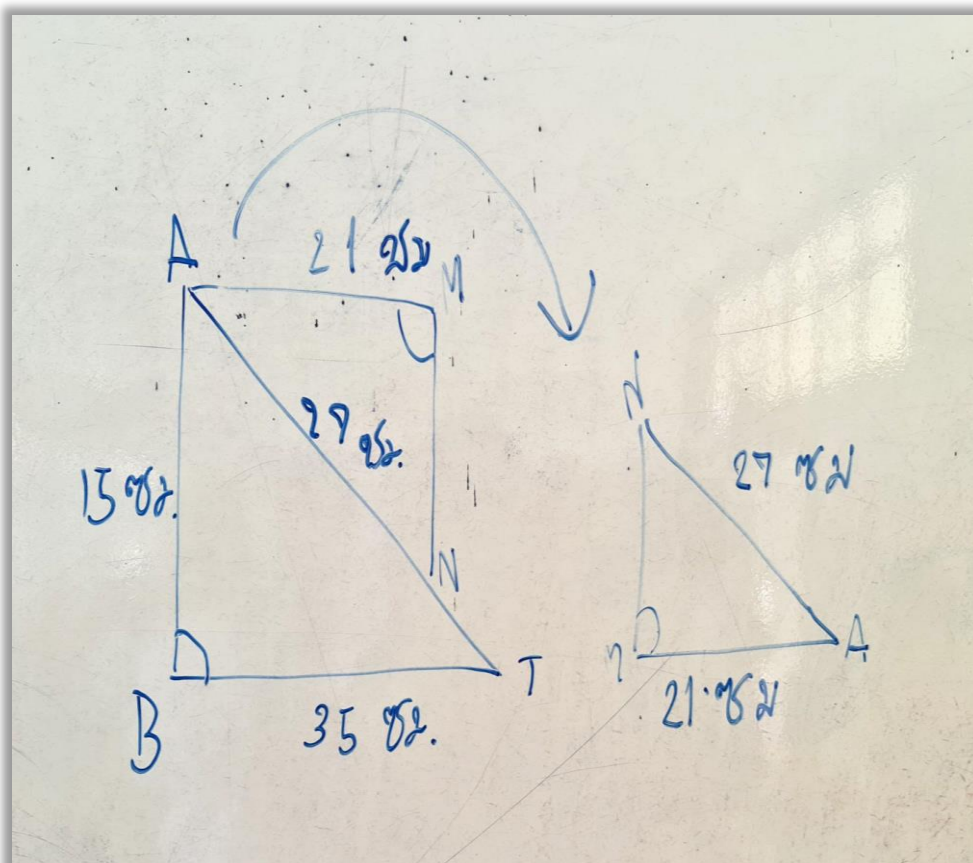
ภาคผนวก ณ
บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บรรยากาศกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับโปรแกรมจีไอจิบร้า
เรื่องความคล้าย

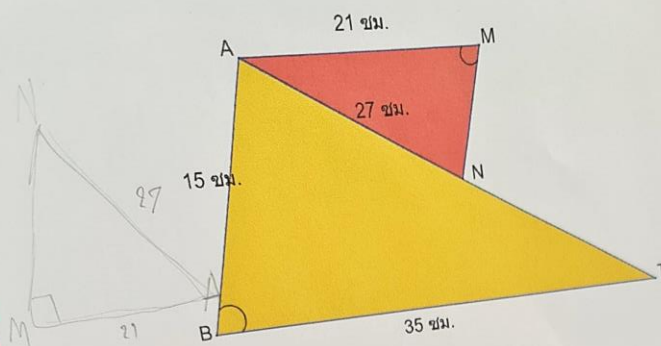








2. จากรูป $\triangle MAN \sim \triangle BAT$ จงหาผลรวมความยาวด้าน MN และ AT



แนวคิด

$$\frac{MN}{BA}, \frac{NA}{AT}, \frac{AM}{TB}$$

$$\frac{MN}{15}, \frac{27}{AT}, \frac{21}{35}$$

หรือ MN

$$\frac{MN}{15} = \frac{AM}{TB}$$

$$\frac{MN}{15} = \frac{27}{35}$$

$$MN = \frac{27 \times 15}{35}$$

$$MN = 9$$

หรือ AT

$$\frac{27}{AT} = \frac{AM}{TB}$$

$$\frac{AT}{27} = \frac{TB}{AM}$$

$$\frac{AT}{27} = \frac{35}{21}$$

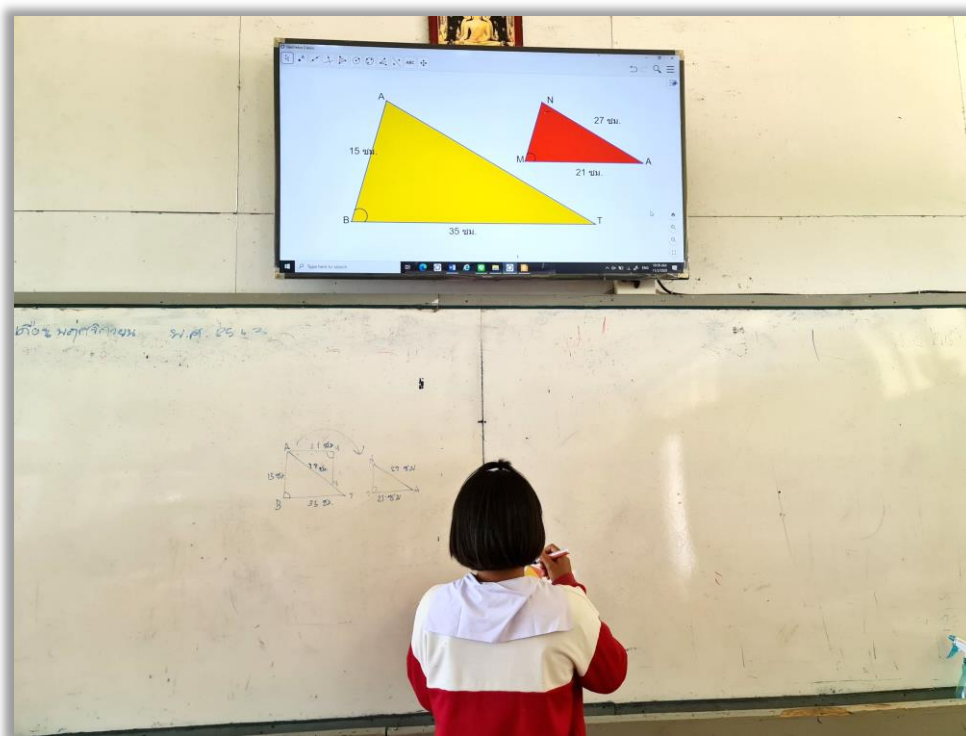
$$AT = 45$$

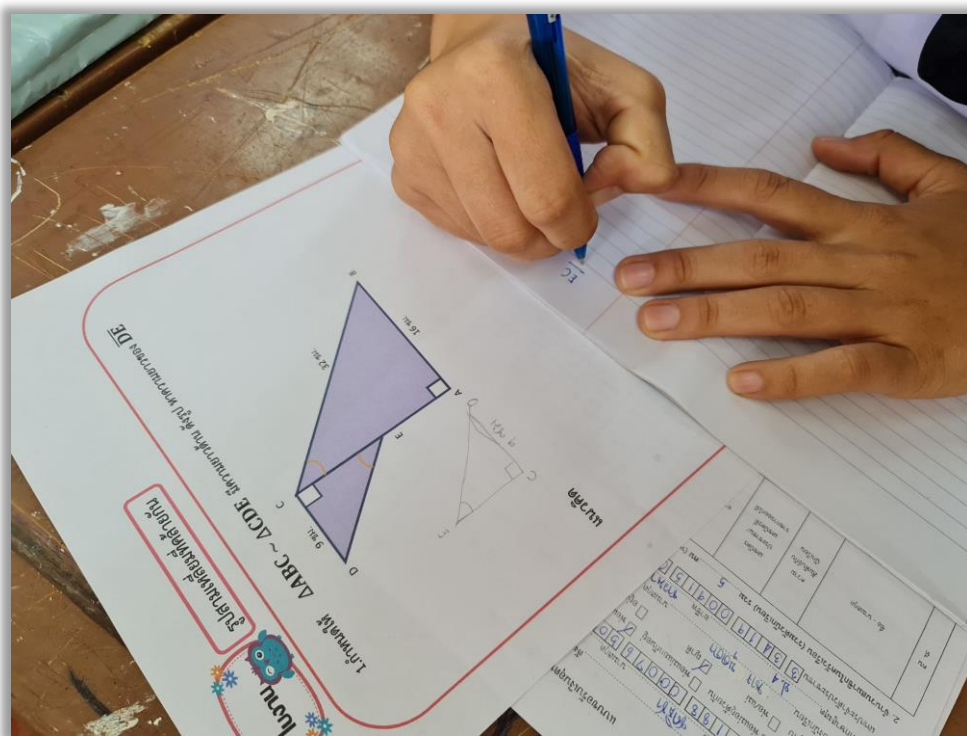
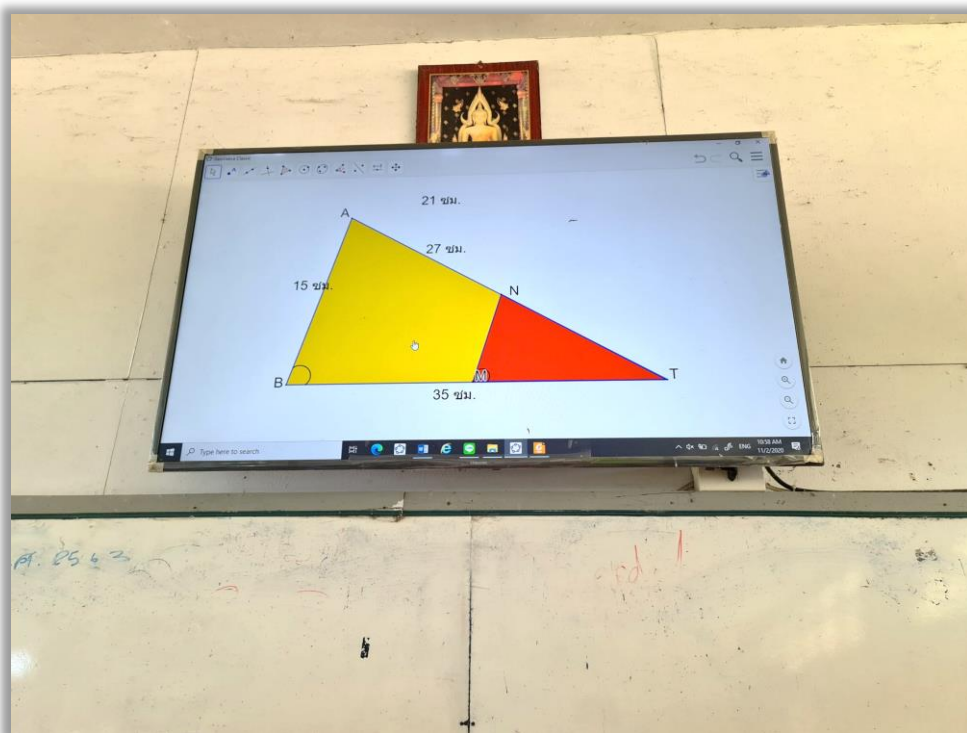
หาผลรวมของ MN กับ AT ให้ MN + AT คือ 9 + 45

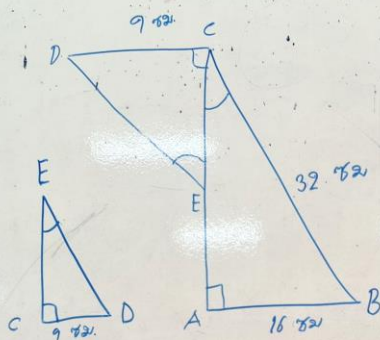
$$\text{เท่ากับ } 54 \text{ ซม.}$$

ชื่อ-สกุล..... น.ร. นก.....
ชั้น ม.3 เลขที่ 12 โรงเรียนบ้านโนนจานน

๙๙๗ MN $\frac{MN}{AB} = \frac{MA}{BT}$ $\frac{MN}{15} = \frac{21}{35}$ $MN = \frac{21 \times 15}{35}$ $MN = 9$	๙๙๗ AT $\frac{AT}{NA} = \frac{BT}{MA}$ $\frac{AT}{27} = \frac{35}{21}$ $AT = \frac{35 \times 27}{21}$ $AT = 45$	๙๙๗ ผลรวม $AT + MN$ $45 + 9$ $= 54 \text{ ซม.}$
---	--	--







$$\frac{EC}{CA} = \frac{ED}{CB} = \frac{CD}{AB}$$

$$\frac{EC}{CA} = \frac{ED}{32} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{ED}{CB} = \frac{CD}{AB}$$

$$\frac{ED}{32} = \frac{9}{16}$$

$$ED = \frac{9}{16} \times 32$$

$$ED = 18$$

$$ED \text{ หรือ } DE = 18$$

ดังนั้น DE มี 18

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวภัทรสุดา ประสานพันธ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 - 2560 ศีษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา (เกียรตินิยมอันดับ 1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2560 – ปัจจุบัน โรงเรียนบ้านโนนยานาง อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี
ตำแหน่งงาน	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านโนนยานาง อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3