

การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง :
การสร้างแผนภาพโน้ตส์และการวิเคราะห์เหตุการณ์ทางคณิตศาสตร์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A TEACHER MANUAL TO CONNECT MATHEMATICS LESSONS TO
REAL WORLD: CONCEPT MAPPING AND MATHEMATICS DISCOURSE ANALYSIS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Methodology for Innovation Development in
Education

Department of Educational Research and Psychology

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียน คณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง : การสร้างแผนภาพโม ทัศน์และการวิเคราะห์เหตุการณ์ทางคณิตศาสตร์
โดย	น.ส.สุจิตรา ใจวอมราภรณ์
สาขาวิชา	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรืองตระกูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ)

สุจิตรา ไ้วอมราภรณ์ : การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง : การสร้าง
แผนภาพมโนทัศน์และการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์. (DEVELOPMENT OF A TEACHER MANUAL TO CONNECT
MATHEMATICS LESSONS TO REAL WORLD: CONCEPT MAPPING AND MATHEMATICS DISCOURSE ANALYSIS) อ.
ปริกษาหลัก : ผศ. ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. ดร.สุวิมล ว่องวานิช

ปัจจุบันครูสอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง การวิจัยในครั้งนี้จึงมี
วัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้าง
แผนภาพมโนทัศน์ จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ 2) เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการ
เรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลการสัมภาษณ์และ
แหล่งเอกสารต่าง ๆ และ 3) เพื่อสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบ
ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 และ 2 ใช้การศึกษา
ข้อมูลเอกสารและสัมภาษณ์ครูที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด จำนวน 9 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างและการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำ
ข้อมูลไปใช้สร้างแผนภาพมโนทัศน์แสดงแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ จากนั้นนำแผนภาพทั้ง 3 ประเภทไปตรวจประเมิน
แผนภาพมโนทัศน์ และนำข้อมูลที่สรุปเพื่อปรับแก้ไปกำหนดประเด็นเป็นองค์ประกอบในคู่มือครู ขั้นที่ 2 ใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทาง
คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Kabaal และ Baran (2017) ที่อ้างอิงแนวคิดของ Sfard (2001) เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการ
เชื่อมโยง และเพิ่มการพิจารณาอีกหนึ่งมิติเพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ที่ปรากฏผ่าน
วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากทั้งสองขั้นตอน ไปสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยง
คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยที่
สำคัญมีดังนี้

1. แนวปฏิบัติของครูในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พบว่า ครูมักยกตัวอย่างโจทย์บริบทส่วน
บุคคลมากที่สุด โดยเลือกใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่ หนังสือคณิตศาสตร์ เว็บไซต์ทางการศึกษา การเข้าร่วมการ
อบรม และการศึกษาจากงาน ด้านวิธีการสอนครูเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง รวมถึงจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ปัญหาในการสอน
เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์อาจเกิดจากครูขาดความพร้อมด้านเวลาในการจัดเตรียมสื่อการสอนและมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการสอนเชื่อมโยง
รวมถึงความพร้อมของนักเรียนในเรื่องพื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอ ขาดความสนใจในการเรียนและขาดสมาธิในการเรียน

2. ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะวาทกรรมที่ไม่เหมาะสมพบว่า 1) ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเชื่อมโยง ใช้คำไม่ตรงกับ
จุดประสงค์ เลือกใช้คำไม่เหมาะสมและให้ข้อมูลไม่เพียงพอ และ 2) ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

3. คู่มือครู ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ 2) สาระความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยง
โลกจริง 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ 5) คลังสื่อการเรียนรู้ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง
ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู
อยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.67, SD=0.37$)

สาขาวิชา	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา	ลายมือชื่อนิสิต
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6380181127 : MAJOR METHODOLOGY FOR INNOVATION DEVELOPMENT IN EDUCATION

KEYWORD: THE CONNECTING MATHEMATICS LESSON TO THE REAL WORLD, CONCEPT MAPPING, MATHEMATICS DISCOURSE ANALYSIS
 Sujitra Ngoummaraporn : DEVELOPMENT OF A TEACHER MANUAL TO CONNECT MATHEMATICS LESSONS TO REAL WORLD: CONCEPT MAPPING AND MATHEMATICS DISCOURSE ANALYSIS. Advisor: Asst. Prof. KANIT SRIKLAUB, Ph.D. Co-advisor: Prof. SUWIMON WONGWANICH, Ph.D.

Nowadays, the mathematics teachers should focus on connecting mathematics lessons to the real world. This research is aimed to 1) analyze and synthesize practices for connecting mathematics lessons to the real world context of teachers by creating a concept map from interview data and various document sources. 2) analyze and synthesize communication techniques and examples of teacher teaching and learning to connect lessons to real world contexts by using mathematical discourse analysis from interviewed data and document resources. 3) create and develop teacher manuals to promote connecting mathematics lessons to real world contexts and examine the appropriateness and feasibilities of applying the manual to the practice. The study was divided into 3 steps. The first and the second steps are studying relative information and documents. After that, the researcher interviewed 9 specifically qualified teachers with semi-structured interviews and content analysis to get the information to create CMap. The CMap shows teaching practice in connecting mathematics lessons. Afterward, the researcher compares all 3 CMaps and revises them to apply the revised information in the elements of the manual. For the second step, the researcher applies the mathematics discourse analysis by Kabaal and Baran's theory (2017) developed by Sfard's perspective (2001) to analyze the misconceptions about connecting mathematics and added another dimension of consideration to analyze the mathematical misconceptions that emerged through the teacher's math discourse. The last step is creating and developing the teacher's manual to encourage the connecting of mathematics lessons to the real world and the possibility of the teaching practice of mathematics teachers. The important research results are shown in the following topics:

1. The teacher's practice in connecting mathematics lessons to the real world found that teachers often give examples of problems in personal context the most. By choosing educational resources from 4 sources, including mathematics books, educational websites, attending the training and study visits. In terms of teaching methods, teachers emphasize that students can do real practice including various math activities. Problems in teaching connect math lessons may be caused by teachers' lack of time to prepare teaching materials and having a bad attitude towards teaching links. Including the readiness of students on the background knowledge is not enough, lack of interest in studying and a lack of concentration in learning.

2. The finding about the inappropriate discourse. This study finds that the inappropriate discourse was caused by the teachers because 1) The teacher had a misconception in connection. Using words that do not fit the objective, choosing inappropriate words, and do not provide enough information. Moreover, 2) the teacher has a misconception on maths.

3. The teacher's manual consists of 8 elements: objectives, the content of knowledge, problem example design connected to the real world, examples of maths discourse, learning resources, examples of activities, examples of the lesson plan, and self-evaluation of teachers. Considering overall, the result of checking the appropriateness and possibility of the teacher's manual is at the most scale. ($M = 4.67, SD = 0.37$)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Methodology for Innovation Development in Education	Student's Signature
Academic Year:	2021	Advisor's Signature
		Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยการชี้แนะ และความเมตตาอย่างยิ่งจากศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล ว่องวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่เป็นผู้จุดประกายความคิดในการสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้และเป็นต้นแบบนักวิจัยที่ดีที่ผู้วิจัยจะนำไปปฏิบัติ อีกทั้งยังให้คำสอน คำชี้แนะในการทำวิจัยและคอยช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยความทุ่มเท เอาใจใส่มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นผู้ให้วิชาความรู้ คำชี้แนะแนวทางการแก้ไข ปัญหาหรือข้อบกพร่องที่ควรพัฒนา เมื่อมีอุปสรรคอาจารย์จะคอยช่วยเหลือ เอาใจใส่ ให้คำปรึกษาและกำลังใจเสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ผู้วิจัยจะนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปพัฒนานตนเองต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชยุดม ภิรมย์สมบัติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ บุคคลสำคัญที่เป็นผู้จุดประกาย หัวข้อวิทยานิพนธ์ ให้ความรู้ ชี้แนะแนวทางวิธีวิทยาการวิจัยเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนให้ความเมตตาและสนับสนุนทาง วิชาการเสมอมา อีกทั้งยังเป็นต้นแบบการเป็นครูที่ดีที่ผู้วิจัยยึดถือเป็นแบบอย่าง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อวยพร เรื่องตระกูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ในการนำมาปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.นันทมนัส พงษ์ศักดิ์ ในการสนับสนุนทางวิชาการและให้กำลังใจผู้วิจัยและขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาทุกท่านที่ให้ความรู้ และคำแนะนำตลอดการเรียนระดับบัณฑิตศึกษา ผู้วิจัยจะนำความรู้และ ประสบการณ์ที่ได้รับไปต่อยอดในการทำงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ขอขอบพระคุณผู้ให้ข้อมูลสำคัญและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่สละเวลาในการให้ข้อมูลสัมภาษณ์อันเป็นประโยชน์ ช่วยสะท้อนคิด และให้คำชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณ คุณอุทุมพร ชาดิเผือก คุณพิมพ์ชนก บัวขาว ที่กรุณา อำนวยความสะดวกในการออกจดหมายเชิญและเอกสารต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วรารัตน์ ทรัพย์สมบูรณ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ที่กรุณาให้โอกาส ผู้วิจัยได้พัฒนาความรู้และศักยภาพของตนโดยการศึกษาต่อในสาขาที่สนใจ ขอขอบคุณคณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่คอย ให้คำปรึกษาและสนับสนุน ขอขอบพระคุณนายพินิจ ขุนพินิจที่สละเวลาอันมีค่าในการช่วยเหลือประสานงานต่าง ๆ และให้กำลังใจตลอด ระยะเวลาที่ผู้วิจัยลาศึกษาต่อ

ขอขอบพระคุณนายโกสินทร์ เชื้อประโง่ง นางสาวสายสุณี สุทธิจักษ์ ผู้เป็นกำลังสำคัญและสละเวลาอันมีค่าในการให้ความ ช่วยเหลือ ประสานงานในการเก็บข้อมูล ตลอดจนให้คำชี้แนะ เปิดมุมมองความคิดใหม่ ๆ ในการทำงานและให้กำลังใจตลอดการทำ วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณนายพิศิษฐ์ ชำนาญนา นางสาวดวงฤทัย เต็นจาร์กุล และเพื่อนร่วมรุ่นสาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรม ทางการศึกษาทุกคน ที่เป็นกำลังใจมิตรที่ดี คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจและให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัวอันเป็นที่รักของผู้วิจัย คุณแม่ยุพิน ไฉวอมราภรณ์ นางสาวกุสุมา ไฉวอมราภรณ์ และ นางสาวภัทรา ไฉวอมราภรณ์ ผู้เป็นกำลังใจ คอยสนับสนุน ให้คำแนะนำ ข้อคิด ความช่วยเหลือและอยู่เคียงข้างในการทำวิจัยและการเรียน มาโดยตลอด

หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ทางการศึกษา ผู้วิจัยขอมอบคุณความดีให้กับทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น

สุจิตรา ไฉวอมราภรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
ตอนที่ 1 การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง.....	10
1.1 ความหมายของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์.....	10
1.2 ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	11
1.3 ความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง.....	15
1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง....	16
ตอนที่ 2 การสร้างแผนภาพมโนทัศน์.....	18
2.1 ความหมายของแผนภาพมโนทัศน์.....	18

2.2 องค์ประกอบของแผนภาพมโนทัศน์.....	20
2.3 กระบวนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์.....	21
2.4 การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ด้วยโปรแกรม CmapsTools.....	26
2.5 ลักษณะของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม.....	30
2.6 การประเมินแผนภาพมโนทัศน์.....	33
2.7 ประโยชน์ของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์.....	36
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภาพมโนทัศน์.....	37
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์.....	40
3.1 ความหมายของวาทกรรมและวาทกรรมทางคณิตศาสตร์.....	40
3.2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์.....	40
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์.....	46
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	49
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	50
ขั้นที่ 1 การวิจัยเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริงโดย ใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping).....	52
ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ของครู.....	57
ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในบริบท โลกแห่งความจริง.....	62
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัย.....	66
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบท โลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) จากการศึกษาข้อมูล จากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู.....	69
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอน ของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทาง	

คณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์ครูและแหล่ง เอกสารต่าง ๆ.....	92
ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลก แห่งความจริงและผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของ ครูคณิตศาสตร์	124
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	151
สรุปผลการวิจัย.....	152
อภิปรายผลการวิจัย.....	154
ข้อเสนอแนะ	160
บรรณานุกรม.....	163
ภาคผนวก.....	172
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	173
ภาคผนวก ข เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย	176
ภาคผนวก ค เครื่องมือวิจัย	184
ภาคผนวก ง ผลการจับคู่มนทัศน์และตัวอย่างคำหรือวลีที่ใช้ในการเชื่อมโยง.....	187
ประวัติผู้เขียน.....	190

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1	ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม CmapTools	26
ตาราง 2.2	เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984)	34
ตาราง 2.3	เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Bartels (1995 อ้างถึงใน Coutinho, 2014).....	35
ตาราง 2.4	เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Shallcross (2016).....	36
ตาราง 2.5	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีเชิงไฟฟ้าจากคำพูดของ Brad.....	47
ตาราง 2.6	ตัวอย่างการเขียนหาทฤษฎีใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ	48
ตาราง 3.1	เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984).....	55
ตาราง 3. 2	เกณฑ์การแปลผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู	64
ตาราง 4.1	ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์จากหนังสือ.....	88
ตาราง 4.2	ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์จากครู	88
ตาราง 4. 3	ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์จากสรุปรวม.....	89
ตาราง 4.4	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ	93
ตาราง 4.5	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ	95
ตาราง 4.6	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ	97
ตาราง 4.7	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ	99
ตาราง 4.8	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู ...	102
ตาราง 4.9	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู ...	105
ตาราง 4.10	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู .	107
ตาราง 4.11	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู .	109
ตาราง 4.12	ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู .	111
ตาราง 4.13	ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูจากการสัมภาษณ์ครู	113
ตาราง 4.14	ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูจากการสัมภาษณ์ครู	116

ตาราง 4.15 ตัวอย่างเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมและลักษณะของเทคนิคจากการสัมภาษณ์ครู	119
ตาราง 4.16 เทคนิคที่ครูใช้ในการสื่อสารที่เหมาะสม	120
ตาราง 4.17 การสรุปผลการค้นพบในงานวิจัยจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์	125
ตาราง 4.18 การสรุปผลการค้นพบในงานวิจัยจากการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์	127
ตาราง 4.19 สรุปประเด็นจากข้อค้นพบในงานวิจัยเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการออกแบบคู่มือครู	128
ตาราง 4.20 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบวัตถุประสงค์ของคู่มือครู	130
ตาราง 4.21 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบสาระความรู้ของคู่มือครู	132
ตาราง 4.22 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม	134
ตาราง 4.23 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม	136
ตาราง 4.24 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนคลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้	138
ตาราง 4.25 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูส่วนตัวอย่างกิจกรรม	140
ตาราง 4.26 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูส่วนตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน	141
ตาราง 4.27 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูส่วนการประเมินตนเอง	143
ตาราง 4.28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู โดยภาพรวม	146
ตาราง 4.29 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสารของคู่มือครู	147
ตาราง 4.30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหาของคู่มือครู	148

ตาราง 4.31 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้
 ประโยชน์ของคู่มือครู 149

ตาราง 4.32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้
 ประโยชน์ของคู่มือครู 149



สารบัญภาพ

ภาพ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภาพมโนทัศน์ (Novak & Cañas, 2007)	21
ภาพ 2.2 ลักษณะไอคอนของโปรแกรม CmapTools	26
ภาพ 2.3 ตัวอย่างการทำแผนภาพมโนทัศน์ของความสัมพันธ์ในรายวิชาเศรษฐศาสตร์	38
ภาพ 2.4 ตัวอย่างการทำแผนภาพมโนทัศน์ของเรื่องแผ่นดินไหว	39
ภาพ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย	49
ภาพ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
ภาพ 3.2 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1	52
ภาพ 3.3 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 2	58
ภาพ 4.1 แผนภาพมโนทัศน์สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	70
ภาพ 4.2 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริงจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ.....	70
ภาพ 4.3 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ.....	71
ภาพ 4.4 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ .	71
ภาพ 4.5 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ	72
ภาพ 4.6 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ.....	72
ภาพ 4.7 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริงจากการสัมภาษณ์ครู.....	82
ภาพ 4.8 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังจากการสัมภาษณ์ครู	82
ภาพ 4.9 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสจากการสัมภาษณ์ครู	83
ภาพ 4.10 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตจากการสัมภาษณ์ครู	83
ภาพ 4.11 แผนภาพมโนทัศน์การวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติจากการสัมภาษณ์ครู.....	84
ภาพ 4.12 แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริง	85
ภาพ 4.13 แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลัง.....	85

ภาพ 4.14	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส	86
ภาพ 4.15	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต.....	86
ภาพ 4.16	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติ.....	87
ภาพ 4.17	ตัวอย่างการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แผนภาพมโนทัศน์ของหนังสือกับครูด้วย	87
ภาพ 4.18	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริงหลังปรับแก้.....	89
ภาพ 4.19	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังหลังปรับแก้	90
ภาพ 4.20	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสหลังปรับแก้	90
ภาพ 4.21	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตหลังปรับแก้	91
ภาพ 4.22	แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติหลังปรับแก้	91

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ให้มีความคิด มีเหตุผล วิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดรอบคอบ ทำให้มนุษย์สามารถคาดการณ์ วางแผนอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ทำให้เกิดความคิดในการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นฐาน คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีประโยชน์ สามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางในศาสตร์แขนงต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ บริหารธุรกิจ อุตสาหกรรม อุตุนิยมวิทยา เป็นต้น แต่หลักแนวคิดคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนและค่อนข้างยาก การเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมนั้นจึงยากต่อการทำความเข้าใจ (Simon et al., 2010) ทำให้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ควรสร้างความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์เข้ากับโลกแห่งความจริง (Altay et al., 2017; Baki et al., 2009; Benson-O'Connor et al., 2019; Gainsburg, 2008; Toh et al., 2021; Vos, 2018) อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเป็นส่วนสำคัญ (Toh et al., 2021) เพื่อทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ Yavuz Mumcu (2018) พบว่า ครูรับรู้ว่าคุณคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของชีวิต แต่กลับมีมุมมองว่าคุณคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงและคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเป็นสิ่งที่แยกจากกัน เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงทำให้ตัวครูมีปัญหาในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่บริบทโลกแห่งความจริง และส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง แทนที่นักเรียนจะมองว่าคุณคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ ของชีวิต

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง Garii and Okumu (2008) พบว่า ครูไม่สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงได้ ตัวครูไม่ประสบความสำเร็จในการสอนเพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงถูกจำกัดอยู่ที่การคำนวณและขั้นตอนวิธีที่ไม่ใช้ความรู้เชิงลึก เช่น การซื้อขาย คำนวณเงิน ซึ่งทำให้ไม่สามารถเข้าถึงคณิตศาสตร์ในส่วนที่ซ่อนอยู่หลังเทคโนโลยีได้ เช่น การพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ และ Özgen (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของครู พบว่า ทักษะการเชื่อมโยง

ของครูอยู่ในระดับต่ำ ครูมักจะเชื่อมโยงความรู้ได้เพียงในวิชาของตนเอง แต่นำความรู้ไปเชื่อมโยงกับวิชาอื่นและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้น้อย เช่นเดียวกับ Pirasa (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของครูฝึกสอนโดยการให้ทำแบบทดสอบเกี่ยวกับเรขาคณิต 21 ข้อ พบว่าครูฝึกสอนทำได้เฉพาะเกี่ยวกับ เรื่องแนวคิดเนื้อหาทั่วไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ควรพัฒนาความสามารถในการสอนเพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูให้สูงขึ้น

การสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงนั้น จึงมีความสำคัญต่อการรับรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในชีวิตประจำวัน (Altay et al., 2017) และเป็นสิ่งที่ครูต้องเริ่มสร้างให้เกิดกับนักเรียนจากการเรียนที่โรงเรียน (Pirasa, 2016) และในขณะที่นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องได้รับโอกาสในการค้นพบคณิตศาสตร์ผ่านสถานการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริง (Altay et al., 2017) โดยครูเป็นผู้คอยช่วยนักเรียนในการยกตัวอย่างเพื่อแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับเรื่องอื่น ๆ ในบริบทโลกแห่งความจริง (Toh et al., 2021)

การสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์ (concept mapping) หรือ Cmap เป็นเครื่องมือหนึ่งที่เป็นประโยชน์ที่ถูกนำมาใช้ในวงการการศึกษาซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Novak ในปี ค.ศ. 1972 (Novak, 1990; Novak et al., 1983) เพื่อแสดงความเชื่อมโยงระหว่างโน้ตทัศน์หลักกับโน้ตทัศน์ย่อย ๆ มีประโยชน์ช่วยให้ครูเรียบเรียงเนื้อหา แสดงตัวอย่างได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เมื่อนำแผนภาพโน้ตทัศน์มาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์จึงสามารถแสดงความเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างบทเรียน เชื่อมโยงระหว่างวิชาหรือเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้

กระบวนการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลให้มีโครงสร้างแบบลำดับชั้นระหว่างแนวคิดที่เชื่อมโยงกันเป็นลักษณะสำคัญของการสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์ (concept mapping) (Novak et al., 1983) โดยมีคำเชื่อมโยงบนเส้นเพื่อสร้างข้อเสนอที่มีความหมาย (Novak, 1995; Pozueta & González, 2009) มุ่งเน้นไปที่หัวข้อหรือประเด็นที่สนใจศึกษาหรือต้องการหาคำตอบ แล้วหาข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหลาย ๆ คน ทำให้เกิดมุมมองภาพที่สามารถตีความ และเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล (Novak, 1990; Trochim & McLinden, 2017) แผนภาพโน้ตทัศน์มีประโยชน์ในการอำนวยความสะดวกในการเตรียมบทเรียน การจัดลำดับหัวข้อบทเรียนสำหรับครู

มีนักวิจัยที่ได้ศึกษา Cmap เกี่ยวกับเรื่องทางการศึกษาในหลายประเด็นที่แตกต่างกัน คือ ประเด็นแรก มีนักวิจัยศึกษาประสิทธิภาพของ Cmap ในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน (Brinkmann, 2003) ซึ่ง Cmap มีประโยชน์ทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนตระหนักถึงความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เห็นโครงสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับขั้น นอกจากนี้ Cmap ยังส่วนช่วยให้นักเรียน “เรียนรู้วิธีเรียนรู้” ประเด็นที่สอง มีกลุ่มนักวิจัยศึกษาการใช้ Cmap เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหากับบริบทโลกแห่งความจริง (Chiou, 2008; O'Sullivan & Dallas,

2010; Sien, 2011) ประเด็นที่สาม มีนักวิจัยศึกษาโดยใช้ Cmap วิเคราะห์เนื้อหาว่ามีเรื่องใดเชื่อมโยงกันเพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอน (Bii et al., 2019; Hwang et al., 2019; Liu et al., 2021) ประเด็นที่สี่ มีนักวิจัยศึกษาโดยใช้ Cmap วิเคราะห์เนื้อหาว่ามีเรื่องใดเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงเพื่อออกแบบการจัดการเรียนการสอน (Hung et al., 2012; Morfidi et al., 2018) ซึ่งผลการจัดทำแผนภาพมโนทัศน์สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียน บูรณาการความรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และยังเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

ดังนั้น ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Novak & Cañas, 2007) นักเรียนควรมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสม โดยครูทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการสอนและเป็นสื่อกลางในการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในโรงเรียน (Afamasaga-Fuata'i, 2009) โดยอาศัยการยกตัวอย่างประกอบการสอนแสดงการเชื่อมโยงบทเรียนจากเอกสารตำรา หรือประสบการณ์ของครูอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จากง่ายไปยาก จากแนวคิดทั่วไปสู่แนวคิดหลักที่เฉพาะเจาะจง (Novak, 1990, 1995; Novak et al., 1983; Novak & Cañas, 2007) ซึ่งช่วยชี้แนวทางในการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนการสอน การถ่ายทอดความรู้ของครูโดยการเชื่อมโยงเนื้อหาและยกตัวอย่างในบริบทที่เหมาะสมแก่นักเรียนจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

อย่างไรก็ตาม การเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับบริบทของโลกแห่งความเป็นจริง ไม่สามารถทำได้เพียงแค่การออกแบบการจัดการเรียนการสอนโดยเตรียมตัวอย่างการเชื่อมโยงของเนื้อหาแต่ละบท สิ่งที่ทำให้การเชื่อมโยงประสบความสำเร็จ อยู่ที่การถ่ายทอดเนื้อหาหรือความรู้ผ่านการอธิบายหรือการสื่อสารที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย เทคนิควิธีการที่ใช้ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรียกว่า วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematical discourses) เป็นวิธีการใช้ภาษาเพื่อแสดงออกทางความคิด และการให้คุณค่าทางคณิตศาสตร์ผ่านการแสดงการโต้ตอบความคิดหรือบทสนทนา ซึ่งการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จะมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะชุมชน เช่น การใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู ประถมศึกษา ครุมัธยมศึกษา นักวิจัย นักคณิตศาสตร์ จะมีความแตกต่างกัน (Sfard, 2000)

ในการเรียนการสอนควรให้ความสำคัญกับการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจแนวคิด ป้องกันการสับสน เกิดการโต้ตอบกันขณะสอน (Pirasa, 2016) ทั้งนี้ครูควรแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริง ให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการนำไปใช้ แต่ปัญหาประการแรกที่พบมาก เกิดจากสภาพการจัดการเรียนการสอนแต่ละคาบเรียนที่ถูกล้อมกรอบด้วยข้อจำกัดด้านเวลากับปริมาณเนื้อหาที่ต้องสอน ทำให้ครูสื่อสารเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงน้อย (Gainsburg, 2008; Vos, 2018) การใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่ชีวิตจริงจึงไม่ค่อยปรากฏในชั้นเรียนมากนัก

ประเด็นที่สอง คือ ความไม่แม่นยำเกี่ยวกับวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสาร ส่งผลทำให้เกิดการตีความที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างครูกับนักเรียน หรือ ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน (Leatham et al., 2016) ประเด็นที่สาม คือ เมื่อพิจารณาควาบทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน จะพบว่า ครูมักสื่อสารโดยใช้มีโครงสร้างที่เริ่มต้นด้วยกิจวัตรเดิม ๆ คือ เริ่มต้นด้วยนิยาม คำจำกัดความ ทฤษฎีบท และดำเนินกิจกรรมผ่านการเรียนรู้ ซึ่งวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในการสอนของครูมีส่วนสำคัญที่จะทำให้นักเรียน “ลืมการท่องจำ” และนำคณิตศาสตร์ไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ (Cooper, 2014)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน Kooloos et al. (2020) พบว่า การพัฒนาและจัดระเบียบการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันของนักเรียน เป็นงานที่จำเป็นและซับซ้อนสำหรับครูคณิตศาสตร์ โดยในขั้นแรกของการพัฒนาวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนของครูที่ไม่มีประสบการณ์ในการวาทกรรมมาก่อน คือ ต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ครูจะตอบสนองต่อการแก้ปัญหาจาก ถูก/ไม่ถูก ไปสู่การเสนอแนะให้ปัญหานั้นเป็นหัวข้อในการอภิปรายของชั้นเรียน และควรผลัดเปลี่ยนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวาทกรรมในชั้นเรียนให้มากขึ้น

นอกจากการที่ครูคณิตศาสตร์จะสะท้อนความคิดโดยใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนด้วยการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงแล้ว การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จะช่วยให้ครูสามารถนำสถานการณ์นั้นมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อสร้างความสนใจในเรื่องที่เรียนชัดเจนมากขึ้นผ่านการจัดกิจกรรม ทำให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ สร้างความรู้ใหม่จากประสบการณ์และพื้นความรู้เดิม (NCTM, 2019 อ้างถึงใน Benson-O'Connor et al., 2019) จากการที่สาระสำคัญของคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกันจากหัวข้อหนึ่งไปสู่หัวข้อหนึ่ง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น Simon et al. (2010) ที่ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างรอบคอบและเป็นระบบ จะทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้รับการพัฒนา โดยนักเรียนเรียนรู้ผ่านการวิเคราะห์กิจกรรมของตนเอง จนเกิดเป็นแนวคิดใหม่ซึ่งสร้างกลไกการเรียนรู้ที่ชัดเจน ผลการวิจัยนี้ได้รับการยืนยันจาก Benson-O'Connor et al. (2019) ที่ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านการเขียนบันทึก (journal) เพื่อพัฒนาเป็นกิจกรรมนำในการคิดวิเคราะห์และประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง พบว่า การใช้บันทึกจะช่วยให้นักเรียนบรรยายถึงปัญหาคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่เจอและอธิบายเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหาได้ นั่นแสดงว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีระบบ จะมีส่วนในการช่วยสร้างความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

ไปสู่ชีวิตจริง และมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาความเข้าใจระหว่างปัจจัย 3 ประการ คือ ครู นักเรียน และเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบกิจกรรมหรือสื่อการเรียนรู้ ที่จะนำมาใช้ในการเรียน และสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน

ผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยของต่างประเทศ พบว่ามีการตรวจสอบการรับรู้และวัดระดับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งชีวิตจริงของครูและนักเรียน ในขณะที่สภาพบริบทไทย มักพบงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ระหว่างบทเรียนของนักเรียน แต่การวัดระดับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งชีวิตจริงของครูยังมีน้อย และการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนยังไม่ค่อยปรากฏการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกชีวิตจริง ดังนั้น จึงมีเหตุอันสมควรที่จะทำการศึกษาเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงสำหรับครู ซึ่งถือว่าเป็นประเด็นที่มีความสำคัญ

การสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์ (concept mapping) เพื่อสะท้อนประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูผนวกกับการวิเคราะห์ตัวอย่างบทเรียนคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่แสดงการเชื่อมโยงกับสภาพบริบทโลกแห่งความจริง จึงเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูในชั้นเรียนจะให้ข้อมูลที่แสดงการใช้ภาษาในการสื่อสารหรืออธิบายบทเรียนแก่ผู้เรียน วิธีการที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ทั้งการสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์และการวิเคราะห์วาทกรรมจึงเป็นแนวคิดสำคัญที่จะให้ข้อมูลสารสนเทศจากผลการวิเคราะห์ที่นำมาพัฒนาเป็นคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกชีวิตจริง ทำให้ครูจัดกิจกรรมหรือยกตัวอย่างสถานการณ์ที่แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ในการเรียนรู้กับชีวิตจริง ผ่านการแสดงตัวอย่างและเลือกใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม

การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นหนึ่งในทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละสาระในคณิตศาสตร์ และเชื่อมความสัมพันธ์ของเนื้อหาระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ซึ่งหากผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ ความเข้าใจของผู้เรียนจะลึกซึ้ง คงทนและถาวรยิ่งขึ้น (Benson-O'Connor et al., 2019; National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM, 2000) ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจและมีความหมาย เมื่อทักษะการเชื่อมโยงให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนที่จะสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างคล่องแคล่ว

ประเด็นวิจัยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมุ่งตอบคำถามเกี่ยวกับ กิจกรรม หรือบทเรียน ในการสอนของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง และระดับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูในการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำมาใช้สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครู

คำถามวิจัย

1. กิจกรรม หรือบทเรียน ในการสอนของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงมีลักษณะเป็นอย่างไร ครูมักเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเรื่องใดบ้างในบริบทโลกแห่งความจริง
2. ระดับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูในการสอนที่ผ่านมาจากครูคณิตศาสตร์มีมากน้อยเพียงใด มีลักษณะเป็นอย่างไร
3. คู่มือครูที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง มีลักษณะเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ
2. เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ
3. เพื่อสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

ขอบเขตการวิจัย

เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวนมากและแตกต่างกันหลากหลาย ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง โดยพิจารณาจากประเด็นต่าง ๆ รายละเอียดดังนี้

- 1) เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง เป็นความรู้พื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ และวิชาอื่นต่อไป
- 2) เรื่องสมบัติของเลขยกกำลัง เป็นเรื่องที่ถูกนำไปใช้ในหลายสาขาวิชา เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา บัญชี เป็นต้น แต่มักพบว่า ครูยังมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์
- 3) เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นเรื่องที่ครูส่วนใหญ่ยังยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาได้เพียงบริบท การยกตัวอย่างยังขาดความหลากหลายในบริบทต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาของครูในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง

- 4) เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต เป็นเรื่องที่เป็นพื้นฐานความรู้ที่ถูกนำไปเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับวิชาศิลปะ และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เป็นพื้นฐานในการออกแบบลวดลายทางสถาปัตยกรรมและผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น ลวดลายผ้า ลวดลายกระเบื้อง ลวดลายบนผนัง เป็นต้น
- 5) เรื่องสถิติ เป็นเรื่องที่มีประโยชน์ต่อการศึกษาในแขนงวิชาต่าง ๆ ใช้สำหรับวางแผนทางการเงิน ด้านการศึกษา ด้านสาธารณสุข ด้านอุตสาหกรรม ด้านกีฬา ด้านคมนาคมขนส่ง เป็นต้น รวมถึงช่วยในการจัดระบบความคิดและการตัดสินใจ

สภาพบริบทในบริบทโลกแห่งความจริง ผู้วิจัยเลือกแบ่งตามบริบทของ PISA 2021 เพื่อให้สอดคล้องกับการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการคิดไตร่ตรอง ตัดสินใจ แก้ปัญหาตามสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริงในยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีข้อมูลในบริบทที่หลากหลายและมีความซับซ้อนมากขึ้น ประกอบด้วย 4 บริบท ได้แก่ 1) บริบทส่วนบุคคล (personal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของตนเอง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน เช่น การเตรียมอาหาร การซื้อของ เกม สุขภาพส่วนบุคคล การขนส่งส่วนบุคคล การเดินทาง การจัดการเวลาส่วนตัวและการเงินส่วนบุคคล เป็นต้น 2) บริบทการประกอบอาชีพ (occupational) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหรืออาชีพที่นักเรียนรู้จัก เข้าถึงได้ เช่น การคิดต้นทุนสินค้า การคิดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัสดุ การจ่ายเงินเดือน การบัญชี การออกแบบและสถาปัตยกรรม เป็นต้น 3) บริบททางสังคม (societal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของตนทั้งระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเลือกตั้ง การขนส่งสาธารณะ การโฆษณา สถิติการส่งออกของประเทศ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น 4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (scientific) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติ เช่น การวัดและประเมินผล หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพอากาศ อวกาศ พันธุศาสตร์ เป็นต้น

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแนวคิดของ Kabaal and Baran (2017) ซึ่งได้อ้างอิงแนวคิดของ Sfard (2000) เรื่องการวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) มาพัฒนาเป็นการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ 1) การสื่อสารโดยใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ (inappropriate/inadequate discourse) 2) การระบุดูประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม (intension) 3) การอธิบายเหตุผลถึงความไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) 4) การสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse)

เนื่องจากมีนักวิชาการเสนอแนวคิดในการพิจารณาการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้หลากหลายแนวคิด แนวคิดนี้แตกต่างจากแนวคิดของนักวิชาการท่านอื่นในประเด็นที่หากพบว่า

การสื่อสารนั้นไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งใจ จะมีการอธิบายเหตุผลถึงความไม่เหมาะสมของวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและให้ความสำคัญกับการปรับปรุงแก้ไข และเขียนวาทกรรมใหม่ให้เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงพิจารณาการสื่อสารในประเด็นที่ใช้ภาษาไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ข้อมูลที่ได้จากการสร้างแผนภาพมโนทัศน์และการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จะนำไปใช้ในการพัฒนาคู่มือครู ซึ่งให้คำอธิบาย การแนะนำการใช้คำพูด การสื่อสาร การอธิบาย หรือการถ่ายทอดความรู้ รวมทั้งการยกตัวอย่างโจทย์คณิตศาสตร์ที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการที่ถูกต้อง และเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

นิยามศัพท์

การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ของครู หมายถึง การถ่ายทอดหรือการส่งผ่านเนื้อหาความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ตามสาระที่กำหนดในบทเรียนคณิตศาสตร์โดยผู้สอนยกตัวอย่างสถานการณ์ให้สอดคล้องกับสภาพบริบทของโลกแห่งความจริง

การสร้างแผนที่มโนทัศน์ หมายถึง การวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อการเชื่อมโยงความคิดที่ได้จากแหล่งข้อมูลเอกสาร โดยจะให้ข้อมูลเป็นหมวดหมู่ของความคิดที่สัมพันธ์กัน ในการวิจัยนี้เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาในบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทของโลกแห่งความจริง

วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารโดยใช้ภาษา คำพูด เพื่อแสดงออกทางความคิด และการให้คุณค่าทางคณิตศาสตร์ผ่านการแสดงการโต้ตอบความคิดหรือบทสนทนา ลักษณะของการใช้ภาษาแบ่งเป็น 4 ประการ ได้แก่ 1) การสื่อสารโดยใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ (inappropriate/inadequate discourse) 2) การระบุจุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม (intension) 3) การอธิบายเหตุผลถึงความไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) 4) การสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse)

คู่มือครู หมายถึง เอกสารที่อธิบายรายละเอียดและแนะนำเกี่ยวกับวิธีการ เทคนิค และตัวอย่างโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

การสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง โดยใช้การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) และการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จะทำให้เกิดประโยชน์เชิงวิชาการ ประโยชน์เชิงปฏิบัติ และประโยชน์เชิงนโยบาย ดังนี้

1. ประโยชน์เชิงวิชาการ

1.1 สารสนเทศจากการวิจัยนี้ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงที่สะท้อนจากตัวครู ทำให้ได้สารสนเทศเพื่อส่งเสริมหรือพัฒนาครู

1.2 ได้คู่มือครูในการส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง โดยใช้ การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) และ การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) ทำให้ครูสามารถใช้เป็นแนวทางในการสอนการเชื่อมโยง บทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงได้

2. ประโยชน์เชิงปฏิบัติการ

2.1 ครูสามารถนำสารสนเทศที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูคณิตศาสตร์ไปพัฒนาการสอนของตนเอง อันจะส่งผลทำให้ครูจัด กิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2 ครูสามารถนำคู่มือครูไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริงในบริบทส่วนบุคคล บริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์

2.3 นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ที่มีการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่ง ความจริง เห็นถึงประโยชน์และเห็นคุณค่าของการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้น ๆ

3. ประโยชน์เชิงนโยบาย

ฝ่ายวิชาการหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา สามารถนำคู่มือครูเพื่อส่งเสริม การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงไปบูรณาการการสอนกับกลุ่มสาระการ เรียนรู้อื่น เพื่อวางแผนหรือกำหนดนโยบายทางการศึกษาในการส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนอื่นกับ บริบทโลกแห่งความจริง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู โดยการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) และการพัฒนาเทคนิคการสื่อสารของครูในการส่งผ่านความรู้ทางคณิตศาสตร์สู่ผู้เรียนโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) สาระในตอนนี้เป็นผลการสังเคราะห์เอกสารทางวิชาการ บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็น 3 ตอนย่อย ได้แก่ 1) การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง 2) การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ และ 3) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

ผู้วิจัยนำเสนอสาระสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความหมายของการเชื่อมโยง 2) ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3) ความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์

คำว่า “การเชื่อมโยง” (connections) เป็นคำศัพท์ที่มาจากภาษาละติน มีความหมายว่าการผูกมัด การเชื่อมกัน ความสัมพันธ์หรือการรวมเข้าด้วยกัน ในทางคณิตศาสตร์การเชื่อมโยงถูกกำหนดให้เป็นสะพานในการเชื่อมโยงจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง (Singletary, 2012)

การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) เป็นทักษะหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) มีความหมายเหมือนกับคำว่า “bridging mathematics” และ “linking mathematics” เป็นกระบวนการทางปัญญา ในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เกิดเป็นเครือข่ายของการประสานแนวคิด ทฤษฎี คำจำกัดความ คุณสมบัติ เทคนิค และการเรียงลำดับขั้นตอนของความรู้เพื่อเชื่อมต่อแนวคิดระหว่างเรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล ใช้ความรู้เดิมเป็นสะพานสร้างความรู้ใหม่หรือเสริมสร้างความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 หัวข้อขึ้นไป (Businskas, 2008; Dolores-Flores et al., 2019; Evitts, 2004)

การสร้างเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นทักษะที่ผู้เรียนสามารถสร้างขึ้นจากกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอน หรือการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการนี้ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างเนื้อหาและทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการเรียนรู้ที่ซับซ้อนมากขึ้น พัฒนาเป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ตนค้นพบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; อัมพร ม้าคอง, 2554)

Businskas (2008) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2 ส่วน คือ 1) เป็นความสัมพันธ์เฉพาะระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีอยู่จริง และ 2) เป็นสิ่งประดิษฐ์ของการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน การสร้างเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จึงเป็นวิธีหนึ่ง que ผู้เรียนพยายามจัดระเบียบความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นระบบ หรือสร้างแผนผังที่สอดคล้องกัน สอดคล้องกับ Singletary (2012) ได้เสนอมุมมองในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ทำอย่างมีระเบียบขั้นตอน (part of a connected discipline) 2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สะท้อนความเข้าใจของผู้เรียน (products of understanding) และ 3) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (part of the process of doing mathematics)

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) ที่เป็นสะพาน (bridge or link) ในการเชื่อมโยงสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อถัดไป

1.2 ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่านักวิชาการได้จำแนกการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันเกี่ยวกับลักษณะในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.2.1 แนวคิดของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

มีจุดเน้นที่แตกต่างกันไปตามความเชื่อ ซึ่งสามารถจัดได้ 4 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดแรก Roddy (1992) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ตามที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ NCTM ปี ค.ศ.1989 เน้นลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2 ประเภท คือ

1) การเชื่อมโยงผ่านแบบจำลอง (modeling connections) คือการเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือปัญหาในโลกแห่งความจริงกับการแทนค่าทางคณิตศาสตร์ เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองภาพรถบรรทุกที่จอดอยู่บนหน้าผาที่มีทะเลสาบอยู่ด้านหน้า มีเชือกผูกกับกันชนหน้าของรถบรรทุกแล้วลากไปผูกที่หัวเรือ ขณะที่รถบรรทุกเคลื่อนที่ออกจากหน้าผา เรือจะถูกลากเข้าฝั่ง การสร้างสถานการณ์ผ่านแบบจำลองนี้เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย

2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (mathematical connections) คือการเชื่อมโยงระหว่างการแทนค่าของปัญหาในโลกแห่งความจริงและกระบวนการที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอน เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ต่อมา Hau (1993) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามที่สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติ NCTM ปี ค.ศ.1991 ได้กำหนดไว้ เพื่อแสดงการขยายมุมมองให้กับนักเรียน ฝึกมองคณิตศาสตร์ในภาพรวมแทนที่จะมองคณิตศาสตร์แยกทีละหัวข้อ และเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ถึงประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน แบ่งลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 2 ประเภท คือ

1) การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ (internal connections) เป็นการสร้างเครือข่ายความรู้ โดยเครือข่ายอาจมีโครงสร้างตามลำดับขั้นตามแนวตั้งเรียงจากการแสดงความรู้กว้าง ๆ ในภาพรวมทั่วไปจนไล่ลงลึกถึงรายละเอียดรายการณตัวอย่าง หรืออาจมีโครงสร้างเหมือนใยแมงมุม โหนดของแนวคิดซึ่งแสดงข้อมูลการเชื่อมต่อกัน (Hiebert & Carpenter, 1992) มีบทบาทสำคัญต่อการสอน ซึ่งแนวคิด ขั้นตอน และกระบวนการเรียนรู้ มีความเกี่ยวข้องกันในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดหมวดหมู่ การเชื่อมโยงจะแสดงการเชื่อมโยงหัวข้อทางคณิตศาสตร์ระหว่างแนวคิดหรือหลักการในหัวข้อเดียวกัน หรือการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเนื้อหาในหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งกับหัวข้ออื่น มักเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณเศษส่วน อัตราส่วนตามช่วงเวลาของประวัติศาสตร์หรือวัฒนธรรม (Hau, 1993)

2) การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์ไปสู่ภายนอก (external connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น หรือการเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงโดยแสดงข้อมูลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในสาขาอื่นที่นอกเหนือจากสาขาคณิตศาสตร์ (Dolores-Flores et al., 2019) แบ่งเป็นบริบท สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ การบริโภค อาชีพ และชีวิตจริง (Hau, 1993) การเชื่อมโยงในลักษณะนี้จะถูกสร้างขึ้นเองโดยตัวผู้เรียนทำการเปรียบเทียบ “ความเหมือน” และ “ความแตกต่าง” ของสิ่งที่จะเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (Hiebert & Carpenter, 1992)

ในเวลาต่อมาแนวคิดเรื่องลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้พัฒนาขึ้นใหม่โดย NCTM (2000) ได้อธิบายว่าคณิตศาสตร์เป็นสาขาวิชาที่มีการศึกษาแบบบูรณาการ การจัดการเรียนการสอนต้องแสดงเนื้อหาภาพรวมที่สอดคล้องกันให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน

ร่วมกันระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และ ประสบการณ์ในโลกแห่งความจริง นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยฝึกให้เชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จะเกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและมีความรู้ที่คงทนมากขึ้น NCTM จึงกำหนดให้ความสัมพันธ์ของการสอนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 ประเภท คือ 1) การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ระหว่างบทเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ 2) การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น 3) การเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับเรื่อง/สถานการณ์ในชีวิตจริง

มีแนวปฏิบัติที่หลากหลายภายใต้การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ประกอบด้วย การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (word problem) เช่น รถไฟสองขบวนออกจากสถานีเดียวกัน วิ่งด้วยความเร็วที่ต่างกัน การวิเคราะห์ข้อมูลจริง (analysis of real data) เช่น การหาค่าเฉลี่ยและค่ามัธยฐานของเพื่อนร่วมชั้นเรียน การอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องทางสังคม (mathematics in society) เช่น การใช้สถิติ การนำเสนอแนวปฏิบัติทางคณิตศาสตร์ (hand on) เช่น แบบจำลอง ลูกเต๋า การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ (mathematically modeling real phenomena) (เช่น การเขียนสูตรอุณหภูมิของวันในรูปแบบฟังก์ชัน) (Gainsburg, 2008)

แนวคิดต่อมาได้รับการพัฒนาโดย Evitts (2004) ได้เสนอลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ 5 ประเภท ดังนี้

1) การเชื่อมโยงผ่านแบบจำลอง (modeling connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์กับเรื่องในชีวิตประจำวันหรือโลกแห่งความจริงของนักเรียน ซึ่งการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์ร่วมสมัย นักเรียนจะต้องสร้างวิธีแก้ปัญหา นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมาใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการแก้ไข แนวทางการแก้ปัญหาโดยสร้างแบบจำลองใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่าหนึ่งหัวข้อและมีความซับซ้อนมากกว่าการแก้ปัญหาแบบเดิม ลักษณะเฉพาะของการเชื่อมโยงผ่านแบบจำลอง คือ การศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในโลกแห่งความจริงกับการแทนค่าทางคณิตศาสตร์

2) การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้าง (structural connections) เป็นการพิจารณาจับคู่ความเหมือนของโครงสร้างเนื้อหาเกี่ยวกับพีชคณิตและโครงสร้างเนื้อหาอื่นที่เป็นประเภทเดียวกันและพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสองชุดข้อมูล เพื่อขยายเครือข่ายความรู้และเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เช่น การเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างระหว่างพีชคณิตและเรขาคณิต

3) การเชื่อมโยงแทน (representational connections) เป็นการเชื่อมโยงระหว่างตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในรูปแบบตัวเลข กราฟฟิค สัญลักษณ์ รูปภาพและคำพูด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดความหมาย เช่น การอ่านค่าคู่อันดับแล้วนำไปเขียนแสดงเป็นตารางจากนั้นนำไปลงพิกัดจุดในกราฟ

4) การเชื่อมโยงแนวคิดและขั้นตอน (procedure-concept connections) เป็นการแสดงแนวคิดการเชื่อมโยงกับความรู้ในขั้นตอนการแก้ปัญหา ซึ่งจุดที่เชื่อมโยงนี้จะเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ไม่แยกออกจากกัน

5) การเชื่อมโยงระหว่างสาระของคณิตศาสตร์ (connection between strands of mathematics) เป็นแนวคิดที่เกิดจากการนำความรู้คณิตศาสตร์เรื่องหนึ่งไปในการแก้ปัญหา ประกอบกับการพิจารณาความรู้เฉพาะของสาระคณิตศาสตร์ด้วยแนวคิดที่หลากหลาย การเชื่อมโยงข้ามสาระคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสในการส่งเสริมความรู้

1.2.2 การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ได้ริเริ่มโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมเยาวชนให้มีความสามารถขั้นพื้นฐานหรือศักยภาพในการใช้ชีวิตพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในสังคมโลก โดยทำการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาจากนักเรียนที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นระบบการศึกษาภาคบังคับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563; OECD, 2019)

ในการประเมินสมรรถนะ PISA มีการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน การจัดการเรียนการสอน และประเมินสมรรถนะความฉลาดรู้ (Literacy) โดยเลือกประเมินความฉลาดรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563; OECD, 2019)

นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ที่ PISA ได้ระบุไว้ คือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคล และสามารถคิดหรือแปลงปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในบริบทโลกแห่งความจริง อันประกอบด้วยแนวคิด ขั้นตอน ข้อเท็จจริงและเครื่องมือที่ใช้ในการบรรยาย อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ ช่วยให้บุคคลต่างๆ ทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก รวมถึงให้ข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นรากฐานที่ดีที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ในการมีความคิดสร้างสรรค์ การมีส่วนร่วม และคิดไตร่ตรอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563; OECD, 2019)

กรอบโครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับรูปแบบการประเมิน โดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงบทบาทของเทคโนโลยีที่เข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้นและการพัฒนาทักษะที่

จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2021 มี 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ และบริบท

สภาพบริบทในบริบทโลกแห่งความจริงแบ่งตามบริบทของ PISA 2021 เพื่อให้สอดคล้องกับการนำความรู้จากเนื้อหาคณิตศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทที่พบเจอในโลกแห่งความเป็นจริง ประกอบด้วย 4 บริบท ได้แก่ (OECD, 2021)

1) บริบทส่วนบุคคล (personal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของตนเอง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน เช่น การเตรียมอาหาร การซื้อของ เกม สุขภาพส่วนบุคคล การขนส่งส่วนบุคคล การเดินทาง การจัดการเวลาส่วนตัวและการเงินส่วนบุคคล เป็นต้น

2) บริบทการประกอบอาชีพ (occupational) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหรืออาชีพที่นักเรียนรู้จัก เข้าถึงได้ เช่น การคิดต้นทุนสินค้า การคิดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัสดุ การจ่ายเงินเดือน การบัญชี การออกแบบและสถาปัตยกรรม เป็นต้น

3) บริบททางสังคม (societal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของตนทั้งระดับท้องถิ่น ระดับชาติหรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเลือกตั้ง การขนส่งสาธารณะ การโฆษณา สถิติการส่งออกของประเทศ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (scientific) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติ เช่น การวัดและประเมินผล หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพอากาศ อวกาศ พันธุศาสตร์ เป็นต้น

1.3 ความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์นั้นควรให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงในทุกระดับการศึกษา (NCTM, 2000) ซึ่งการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจบทเรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น และเห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นจะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและมีความรู้ที่คงทนมากขึ้น (Altay et al., 2017; NCTM, 2000)

2) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะช่วยสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนสำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน (Hau, 1993; Wuolle, 2016)

3) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนการสอนจะทำให้ นักเรียนเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ได้ฝึกการใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร และช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา (Yavuz Mumcu, 2018)

ดังนั้น นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์จะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดภายในวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างวิชาและกิจกรรมอื่น ๆ ในบริบทโลกแห่งความจริง (Hau, 1993) ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูควรเน้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งในหลักสูตร เนื้อหา และบริบทโลกแห่งความจริง ดังที่ (Cain, 2002) ได้เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนว่า นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับประสบการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริงได้ โดยการนำความรู้และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ถือเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาไปประยุกต์ใช้ในการทำกิจกรรมในห้องเรียนและประสบการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2559 อ้างถึงใน วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และคณะ, 2562)

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า สามารถแบ่งขอบเขตของการศึกษาออกตามตัวอย่าง ได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 งานวิจัยที่ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ส่วนใหญ่เน้นการสร้างเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เช่น Altay et al. (2017) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบระดับการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่าน 8 สถานการณ์ คือ การศึกษาคณิตศาสตร์ในเรื่องรูปแบบของพรมเช็ดเท้า ล้อตเตอร์ การตัดเย็บเสื้อผ้า จิตรกรรมฝาผนัง ตลาด สนามเด็กเล่น ที่นั่งบนเครื่องบิน และการบริการรถโดยสาร ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงอยู่ในระดับต่ำ นักเรียนยังมีมุมมองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นเพียงตัวเลขและรูปร่างรูปทรงของวัตถุโดยไม่ได้พิจารณาเชื่อมโยงไปถึงความรู้ระดับสูง ในขณะที่ Baki et al. (2009) ได้ทำการศึกษาแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงได้เพียงเรื่องเกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การซื้อของ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะว่าควรมีการแก้ไขการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้านเนื้อหาและบริบท โดยครูควรปรับการยกตัวอย่างเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนเอง ซึ่งแม้จะเป็นเพียงส่วนเล็กๆ แต่สามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

นอกจากยังมีการศึกษาในประเด็นความคิดเห็นของนักเรียนในสายการเรียนต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้วิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดย Yavuz Mumcu (2018) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รับรู้ถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนกลุ่มที่เรียนสายสังคมไม่เห็นถึงความสำคัญ

ที่จะนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง ขณะที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนสายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เชื่อว่า ความรู้ในตำราไม่ได้สัมพันธ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตจริง จึงควรปรับหลักสูตรตำรา หนังสือ ยังมีการฝึกใช้เชื่อมโยงความรู้เข้ากับชีวิตจริงมากก็จะยิ่งได้ประโยชน์มาก สอดคล้องกับ Benson-O'Connor et al. (2019) ที่พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสเชื่อมโยงชีวิตสู่วิชาคณิตศาสตร์ เช่น การประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง ผ่านการใช้วารสารทางคณิตศาสตร์ซึ่งการเขียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้นหลังการใช้วารสาร

กลุ่มที่ 2 งานวิจัยที่ศึกษาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของครู เป็นการเน้นความสำคัญของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงในการจัดการเรียนการสอน Gainsburg (2008) พบว่า ครูส่วนใหญ่รู้ว่าการจัดการเรียนการสอนควรแสดงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในโลกแห่งความจริงบ่อย ๆ ครั้งผ่านการยกตัวอย่าง แต่ในทางปฏิบัติครูใช้เวลาเพียงช่วงสั้น ๆ และครูหลายคนไม่เห็นความจำเป็นที่จะต้องสอนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ครูมักให้ความสนใจเฉพาะบริบทที่นักเรียนสนใจเป็นหลัก เมื่อพิจารณาการสอนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงของครู พบว่าครูยังขาดความรู้เกี่ยวกับวิธีการการสอนการเชื่อมโยง ในขณะที่ Toh et al. (2021) ได้ศึกษาหลักการออกแบบการสอนและสื่อการสอนของครู 8 คนเกี่ยวกับกลยุทธ์วิธีการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในทุกหัวข้อของบทเรียน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าในการสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้นจะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลหากนักเรียนตระหนักถึงความสำคัญและครูเลือกวิธีการที่เหมาะสมคอยช่วยเหลือนักเรียนในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับเรื่องอื่น ๆ นอกจากนี้ครูและนักเรียนควรมีการสนทนากันในบริบทที่เหมาะสมเกี่ยวกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถศึกษาได้ทั้งจากนักเรียนและครู จากการสังเกตประเด็นการวิจัยในระยะหลังพบว่าการนำการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงมากขึ้นในหลายเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ และผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่านักเรียนเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายมากขึ้น จากการนำสถานการณ์ในโลกแห่งความจริงมาประยุกต์โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาเพื่อส่งเสริมแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

ตอนที่ 2 การสร้างแผนภาพมโนทัศน์

ผู้วิจัยนำเสนอสาระสำคัญของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping หรือ CMap) ที่นำเสนอในตอนนี้อย่างออกเป็น 8 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความหมายของแผนภาพมโนทัศน์ 2) องค์ประกอบของแผนภาพมโนทัศน์ 3) กระบวนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ 4) การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ด้วยโปรแกรม 5) ลักษณะของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม 6) การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ 7) ประโยชน์ของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ 8) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ความหมายของแผนภาพมโนทัศน์

แผนภาพมโนทัศน์ตรงกับคำในภาษาอังกฤษ คือ Concept Map หรือ CMap จากการศึกษาความหมายของแผนภาพมโนทัศน์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแผนภาพมโนทัศน์ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถสรุปความหมายของ “แผนภาพมโนทัศน์” หมายถึง วิธีการสร้างแนวคิดที่มีโครงสร้างเฉพาะประเภทหนึ่งสร้างจากแนวคิดของมโนทัศน์หรือประเด็นที่สนใจศึกษาและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดซึ่งใช้กลุ่มคนที่มีประสบการณ์แตกต่างกันหลากหลายมาร่วมกันระดมความคิด โดยการจัดระเบียบแนวคิดที่จัดเรียงเป็นโครงสร้างแบบลำดับขั้นหรือเครือข่ายแสดงในรูปแบบของแผนที่ แผนที่ แผนผัง หรือแผนภาพที่แสดงการเชื่อมโยงความรู้ ความคิด หรือมโนทัศน์ต่างๆ เพื่อพัฒนากรอบแนวคิดทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย รวมถึงสามารถนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการประเมินผลหรือวางแผน (Novak, 1990, 1995; Novak et al., 1983; Novak & Cañas, 2007; Trochim, 1989)

แนวคิดเกี่ยวกับการคิดค้นและการพัฒนาแผนภาพมโนทัศน์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ 2 กลุ่มที่ได้สนใจศึกษาและพัฒนาแผนภาพมโนทัศน์ขึ้นมาในเวลาใกล้เคียงกัน คือ นักวิชาการกลุ่มที่หนึ่งศึกษาตามแนวคิดของ Joseph D. Novak และนักวิชาการกลุ่มที่สองศึกษาตามแนวคิดของ William M. K. Trochim ซึ่งนักวิชาการทั้งสองทำงานที่มหาวิทยาลัยคอร์เนลล์ (Cornell University) ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.1 นักวิชาการกลุ่มที่หนึ่งศึกษาตามแนวคิดของ Joseph D. Novak

แผนภาพมโนทัศน์ได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1972 โดยโจเซฟ ดี โนวาค (Joseph D. Novak) จัดทำโครงการวิจัยของภาควิชาศึกษาศาสตร์ (Department of Education) ที่มหาวิทยาลัยคอร์เนลล์ (Cornell University) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในช่วง 12 ปีของการเข้ารับการศึกษา (Novak, 1990; Novak & Cañas, 2007) Novak ได้นำแนวคิดพื้นฐานของจิตวิทยาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจจากทฤษฎี

Ausubel's Assimilation Theory ของ David Ausubel มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นผ่านความสัมพันธ์จากการผสมผสานแนวคิดและข้อเสนอใหม่เข้ากับแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้ว และกรอบแนวคิดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นจะมีลักษณะเป็นโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละบุคคล (Novak & Cañas, 2007)

ทฤษฎี Ausubel's Assimilation Theory มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ ประการแรก การพัฒนาความหมายใหม่เป็นการสร้างจากแนวคิดและข้อเสนอที่เกี่ยวข้อง ประการที่สอง โครงสร้างความรู้ความเข้าใจมีการจัดเรียงตามลำดับชั้น โดยมีแนวคิดทั่วไปที่ครอบคลุมจะอยู่ในระดับชั้นที่สูงขึ้นตามลำดับชั้นและเรียงความเฉพาะเจาะจง ประการที่สาม เมื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ จะชัดเจนขึ้นแม่นยำขึ้นและรวมเข้ากับแนวคิดและข้อเสนออื่น ๆ ได้ดีขึ้น (Cañas et al., 2004; Cañas & Novak, 2006; Novak & Cañas, 2007)

การเรียนรู้ที่มีความหมายมีเงื่อนไขสำคัญ 3 ข้อ คือ 1) เนื้อหาที่จะเรียนรู้จะต้องมีแนวคิดที่ชัดเจนและนำเสนอด้วยภาษาและตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมของผู้เรียน 2) ผู้เรียนต้องมีความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง 3) ผู้เรียนต้องเลือกเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำ แนวคิดนี้ Novak พัฒนาโครงสร้างลำดับชั้นของความคิดและพัฒนาไปสู่การประดิษฐ์เครื่องมือที่เรียกว่า “แผนภาพโน้ตชน” ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่สุดในกระบวนการได้มาเป็นข้อความทางภาษาที่มีเอกลักษณ์ การพัฒนาความคิดและความสามารถในการใช้เครื่องมือทำให้เป็นการยืนยันว่าข้อความที่เป็นลายลักษณ์อักษรจะช่วยสร้างความเข้าใจและความรู้คงทนในเรื่องนั้น ๆ (Cañas et al., 2004; Cañas & Novak, 2006; Novak & Cañas, 2007)

ต่อมาในปี ค.ศ.1975 Novak ได้พัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้วิธีเรียนรู้ (learning to learn) ทำให้การสร้างกรอบแนวคิดของความรู้มีบทบาทสำคัญมากขึ้น การสร้างแผนภาพโน้ตชนกลายเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการแสดงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของความรู้ความเข้าใจ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ (learn how to learn) นอกจากนี้แผนภาพโน้ตชนยังมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Novak, 1990)

2.1.2 นักวิชาการกลุ่มที่สองศึกษาตามแนวคิดของ William M. K. Trochim

ในช่วงปี ค.ศ.1982-1986 William M. K. Trochim ประจำภาควิชาวิเคราะห์นโยบายและการจัดการ (Department of Policy Analysis and Management) ได้ร่วมกับ Dorothy Torre ประจำภาควิชาพัฒนามนุษย์และครอบครัวศึกษา (Department of Human Development and Family Studies) เพื่อออกแบบงานวิจัยเรื่องการเสริมพลัง (empowerment) โดยใช้การระดมสมองเพื่อสร้างแนวคิด ในการสร้างแผนภาพโน้ตชน ขั้นตอนแรกจะต้องสร้างข้อรายการที่มีศักยภาพจำนวนมากอธิบายหรือสร้างแนวคิดความสัมพันธ์ระหว่างกันให้ชัดเจน จากนั้นจัดหมวดหมู่ให้เป็นธิมเพื่อลดจำนวนข้อรายการที่ซ้ำซ้อนให้น้อยลง และจัดการกับข้อมูลที่มีการซ้อนทับกัน การสร้าง

แผนภาพมโนทัศน์ในระยะนี้ส่งเสริมให้กลุ่มทำงานร่วมกัน เน้นลำดับของการระดมความคิด และใช้เทคนิคทางสถิติหลายตัวแปร คือ วิธีการสร้างมาตราวัดแบบพหุมิติ (Multidimensional Scaling: MDS) ในการจัดระเบียบวิธีและแนวคิด และการวิเคราะห์คลัสเตอร์ (Cluster Analysis: CA) กรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นเนื้อหาที่ถูกระบุจะมาจากความคิดของผู้เข้าร่วมระดมสมองทั้งกลุ่มที่ให้ข้อมูลว่าแนวคิดเหล่านั้นเกี่ยวข้องกันอย่างไร ติความผลการวิเคราะห์และตัดสินใจจะใช้แผนได้อย่างไร การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดนี้เหมาะสำหรับกลุ่มคนที่ต้องการพัฒนากรอบแนวคิดสำหรับการวางแผนหรือการประเมินผล (Trochim, 1989; Trochim & McLinden, 2017)

2.2 องค์ประกอบของแผนภาพมโนทัศน์

แผนภาพมโนทัศน์แต่ละแผนภาพ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบ (Athuraliya, 2018; Boogaard, 2021) คือ

1) โหนด (node) คือ สัญลักษณ์ที่ชี้แทนแนวคิด (concept) โดยทั่วไปแทนด้วยวงกลม วงรี หรือกล่องสี่เหลี่ยม อาจมีขนาดแตกต่างกันไปตามลำดับชั้นบนแผนภาพมโนทัศน์ เช่น โหนด (node) ที่อยู่ด้านบนสุดของแผนภาพมโนทัศน์ซึ่งแสดงมโนทัศน์หลัก (core concept) จะมีขนาดใหญ่กว่า โหนด (node) ที่อยู่ชั้นรองลงมาด้านล่างซึ่งแสดงมโนทัศน์รอง

2) การเชื่อมโยงข้าม (cross-links) คือ เส้นที่เชื่อมโยงความรู้ระหว่างแนวคิด (concept) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ (relationships) ของแต่ละแนวคิด

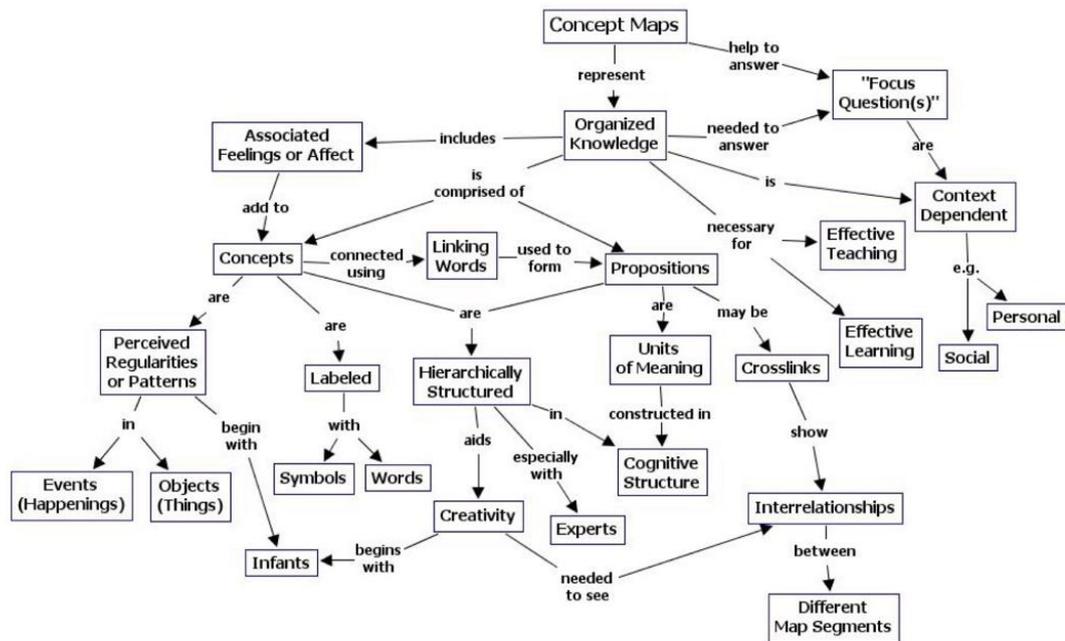
3) การเชื่อมโยงคำ (linking words) หรือการเชื่อมโยงวลี (linking phrases) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสองแนวคิดซึ่งจะปรากฏในบรรทัดที่เชื่อมต่อกัน มีความกระชับมากที่สุดและมักประกอบด้วยกริยาซึ่งชนิดของคำเชื่อม ได้แก่ 1) การรวมอยู่ด้วย ความครอบคลุม สิ่งที่รวมอยู่ด้วย (inclusion) 2) ลักษณะเด่น ลักษณะพิเศษ ลักษณะเฉพาะ (characteristics) 3) พฤติกรรม การปฏิบัติ (actions) 4) วิธีการ กระบวนการ กรรมวิธี (process) 5) เกี่ยวกับเวลา (temporal) 6) ความคล้ายคลึงกัน ความเหมือนกัน ความคล้าย ข้อเหมือน (similarity) (BrainPOP, (n.d.))

4) โครงสร้างเชิงประพจน์ (propositional structure) คือ แนวคิด (concept) ตั้งแต่สองแนวคิด (concept) ขึ้นไปที่เชื่อมโยงกับคำหรือวลีที่เชื่อมโยง เกิดเป็นการสร้างประโยคที่มีความหมายตามความสัมพันธ์ที่แสดงด้วยตัวเชื่อมและคำหรือวลีที่เชื่อมโยง

5) โครงสร้างแบบลำดับชั้น (hierarchical structure) เป็นองค์ประกอบหลักของแผนภาพมโนทัศน์ ซึ่งมีมโนทัศน์หลัก (core concept) ที่แสดงแนวคิดหลักและครอบคลุมมากที่สุดจะอยู่ที่ด้านบนสุดของแผนภาพมโนทัศน์ ส่วนมโนทัศน์ย่อยที่เป็นแนวคิดเฉพาะเจาะจงและพิเศษกว่าจะจัดเรียงตามลำดับชั้นด้านล่าง การอ่านแผนภาพมโนทัศน์จึงถูกออกแบบให้อ่านจากบนลงล่าง

6) คำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) เป็นการตั้งคำถามโดยเลือกใช้คำถามเพื่อให้ได้คำตอบชัดเจนที่แสดงถึงปัญหาหรือปัญหาที่แผนภาพมโนทัศน์พยายามแก้ไข ยิ่งคำถามมีลักษณะเจาะจงตรงจุดประสงค์ได้มากเท่าไร แผนภาพมโนทัศน์จะยิ่งสมบูรณ์มากขึ้นเท่านั้น

จากองค์ประกอบหลัก 6 องค์ประกอบข้างต้น สามารถแสดงตัวอย่างแผนภาพมโนทัศน์ได้ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภาพมโนทัศน์ (Novak & Cañas, 2007)

2.3 กระบวนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์

เนื่องจากแนวคิดเกี่ยวกับการคิดค้นและการพัฒนาแผนภาพมโนทัศน์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการ 2 กลุ่มที่ได้สนใจศึกษาและพัฒนาแผนภาพมโนทัศน์ขึ้นมาในเวลาใกล้เคียงกัน กระบวนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์จึงแตกต่างกันตามกลุ่มนักวิชาการดังนี้

2.3.1 นักวิชาการกลุ่มที่หนึ่งศึกษาตามแนวคิดของ Joseph D. Novak

การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ในช่วงแรกนั้น เริ่มสร้างแผนภาพมโนทัศน์เพื่อแสดงชุดของแนวคิดในการบรรยายความรู้หรือเนื้อหาการสอนอื่น ๆ Novak มีความเห็นว่าการเชื่อมโยงแนวคิดได้แสดงความหมายอย่างชัดเจน ในระยะแรกนี้จึงไม่มีป้ายกำกับบนเส้นเชื่อมโยงแนวคิด (labels on the lines) ต่อมา Novak ได้พบความหมายในการเชื่อมโยง (linkage meanings) ระหว่างแนวคิดสองแนวคิดบนแผนภาพมโนทัศน์เดียวกันที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงเริ่มมีการติดป้ายกำกับ

บรรทัดที่เชื่อมโยงแนวคิด กลยุทธ์นี้ต่อมาได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างแผนภาพมโนทัศน์ของตนเอง (Novak et al., 1983)

ตามแนวคิดการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ของ Novak ไม่มีการกำหนดขั้นตอนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน Novak (1995) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการเตรียมแผนภาพมโนทัศน์ไว้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) การสร้างแผนภาพมโนทัศน์สามารถจัดทำได้จากแหล่งความรู้ทุกแห่ง เริ่มจากการเลือกเนื้อหาในหนังสือหรือหลักสูตรที่มีเนื้อหาแนวคิดต่าง ๆ จากนั้นนำคำสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาข้อความมาสร้างเป็นแนวคิดหลัก ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์จะต้องเรียนรู้ที่จะแยกแยะระหว่างป้ายกำกับแนวคิดทั่วไปกับป้ายกำกับแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความรู้

2) จัดเรียงแผนภาพมโนทัศน์ให้มีโครงสร้างแบบลำดับชั้นคล้ายรูปทรงพีระมิด จัดเรียงลำดับจากแนวคิดทั่วไปที่ครอบคลุมมากที่สุดไว้ด้านบนสุด จากนั้นขยายแนวคิดไปยังแนวคิดเฉพาะที่ครอบคลุมน้อยที่สุดไว้ด้านล่าง ตามลำดับ ซึ่ง Novak ได้ระบุว่า แผนภาพมโนทัศน์ไม่มีลำดับที่สมบูรณ์หรือไม่มีโครงสร้างที่สมบูรณ์แบบ

3) สร้างข้อความที่สื่อความหมายเฉพาะของแนวคิดที่ต้องการนำเสนอ โดยสร้างเส้นเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดและเขียนป้ายกำกับแนวคิดเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในส่วนต่าง ๆ ของแผนภาพมโนทัศน์ ซึ่งการค้นหาเส้นการเชื่อมโยงข้าม (cross-links) ที่แสดงมโนทัศน์ชัดเจนที่สุดเพื่อกำกับไว้บนแผนภาพมโนทัศน์ เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์ได้แสดงการรวบรวมความหมายของแนวคิดทั้งหมดในข้อความ

นักวิชาการที่ศึกษาการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Novak ได้ระบุว่า การสร้างแผนภาพมโนทัศน์มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นเครื่องมือแสดงความรู้ที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยตรวจสอบและประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียนจากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ โดยระบุมโนทัศน์ที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องที่เกิดขึ้นกับนักเรียนแต่ละคน สร้างความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Novak, 1995; Novak et al., 1983; Novak & Cañas, 2007) ดังนั้นการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Novak จึงระบุไว้อย่างกว้าง ๆ ไม่มีการกำหนดขั้นตอนการสร้างที่ชัดเจน แต่นักวิชาการอีกกลุ่มที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Trochim ได้ระบุว่า การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เหมาะสำหรับกลุ่มคนที่ต้องการพัฒนากรอบแนวคิดเพื่อการวางแผนหรือการประเมิน จึงมีการกำหนดขั้นตอนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ไว้อย่างเป็นลำดับ (Trochim, 1989; Trochim & McLinden, 2017) ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป

2.3.2 นักวิชาการกลุ่มที่สองศึกษาตามแนวคิดของ William M. K. Trochim

เนื่องจากวิชาการมีความจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการสร้างแนวคิดเป็นการสร้างแผนภาพโนทัศน์ สำหรับการวางแผนและการประเมินเพื่อทำความเข้าใจองค์กร การวางแผนจะกำหนดแนวความคิดเกี่ยวกับภารกิจ เป้าหมาย หรือ วัตถุประสงค์ขององค์กร การประเมินจะเน้นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับองค์กรและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ทั้งในอดีตและปัจจุบัน (Trochim & Linton, 1986) การสร้างแผนภาพโนทัศน์ส่งเสริมให้การแสดงความคิดเห็นหรืออภิปรายแบบกลุ่มดำเนินต่อไปได้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการตีความแนวคิดจะเป็นการแสดงแนวคิดทั้งหมดของผู้เข้าร่วม การสร้างแผนภาพโนทัศน์แบบมีโครงสร้างทำให้สามารถอธิบายลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ได้อย่างเป็นรูปธรรมและให้ผลในการพัฒนาแนวคิดกลุ่มที่มีประโยชน์ (Trochim, 1989)

Trochim (1989) กำหนดขั้นตอนของกระบวนการสร้างแผนภาพโนทัศน์ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเตรียมการ (preparation)

โดยผู้วิจัยหรือผู้อำนวยการความสะดวกจะต้องดำเนินการก่อนเริ่มกระบวนการกลุ่มจริง 2 ประการ คือ ประการที่หนึ่ง ผู้วิจัยหรือผู้อำนวยการความสะดวกจะต้องทำงานร่วมกับฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการตัดสินใจว่ากระบวนการในขั้นตอนนี้ใครเหมาะสมจะเป็นผู้เข้าร่วม ประการที่สอง ผู้วิจัยหรือผู้อำนวยการความสะดวกจะต้องทำงานร่วมกับผู้เข้าร่วมกลุ่มเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับจุดเน้นเฉพาะสำหรับแนวคิดในการสร้างแผนภาพโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้

การคัดเลือกผู้เข้าร่วม (selecting the participants) ผู้เข้าร่วมการสร้างแผนภาพโนทัศน์ควรเป็นบุคคลหลากหลายรูปแบบที่มีส่วนเกี่ยวข้องในเรื่องนั้น ๆ เนื่องจากผู้เข้าร่วมที่มีส่วนเกี่ยวข้องแตกต่างกันแต่ละส่วนในวงกว้างจะช่วยทำให้มีมุมมองที่หลากหลายในการสร้างแผนภาพโนทัศน์ แต่ในบางสถานการณ์อาจใช้กลุ่มผู้เข้าร่วมที่ค่อนข้างเล็กและที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนั้นในเรื่องจำนวนผู้เข้าร่วมจะไม่มีกำหนดตายตัวและ อาจจะไม่เท่ากันในแต่ละขั้นตอน รวมถึงไม่จำเป็นที่ผู้เข้าร่วมจะต้องเข้าร่วมทุกขั้นตอน

การพัฒนาจุดเน้น (developing the focus) มีการกำหนดการให้คะแนนแต่ละข้อความที่ผู้เข้าร่วมได้แสดงความคิดเห็นผ่านการระดมสมอง ระดับคะแนนมี 1 ถึง 5 โดย 1 คะแนน หมายถึงข้อความมีลำดับความสำคัญต่ำสุด และ 5 คะแนน หมายถึง ข้อความมีลำดับความสำคัญมากที่สุด สิ่งสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาจุดเน้นหรือขอบเขตของแนวคิด ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) จุดเน้นในการระดมสมอง (the brainstorming focus) สิ่งสำคัญของการระดมสมอง คือ การพยายามคาดเดาประเภทของข้อความที่จะส่งผลเพื่อสร้างข้อความหรือประโยคสั้น ๆ ที่อธิบายถึงเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และ 2) จุดเน้นในการให้คะแนน (the rating focus) คือ การพิจารณาเพื่อตัดสินใจว่าข้อมูลประเภทใดมีประโยชน์มากที่สุด โดยในกระบวนการวางแผน ผู้อำนวยการความสะดวกจะขอให้ผู้เข้าร่วมให้คะแนนว่าควรให้ความสำคัญกับแต่ละเรื่องที่ระดมสมองมาน้อยเพียงใด ส่วนใน

กระบวนการประเมิน ผู้อำนวยการความสะดวกจะขอให้ผู้เข้าร่วมให้คะแนนว่าควรให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของมโนทัศน์

2) *ขั้นการสร้างความคิด (generation of statement)*

หลังจากที่คัดเลือกผู้เข้าร่วมและพัฒนาจุดเน้นแล้ว การสร้างแผนภาพมโนทัศน์จะเริ่มต้นด้วยการสร้างชุดข้อความที่เป็นตัวแทนของข้อความทั้งหมดสำหรับหัวข้อที่น่าสนใจ ผู้เข้าร่วมทุกคนจะแสดงความคิดของตนเองออกมา และผู้เข้าร่วมควรขอคำอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่ไม่คุ้นเคย เพื่อให้เข้าใจความหมายของข้อความที่ผู้เข้าร่วมคนอื่นแสดงความคิดออกมา ขั้นตอนนี้ต้องการจำนวนของความคิดมากกว่าคุณภาพของความคิด นอกจากการระดมความคิดแล้วยังสามารถแยกชุดข้อความจากเอกสารข้อความที่มีอยู่ เช่น บันทึกภายในขององค์กร บทสัมภาษณ์ หรือ บันทึกภาคสนาม ผู้วิจัยหรือผู้อำนวยการความสะดวกมีบทบาทสำคัญมากในการกระตุ้นความคิดแล้วบันทึกข้อความเพื่อให้ผู้เข้าร่วมทุกคนเห็นชุดข้อความ

ข้อความจำนวนมากสามารถลดทอนลงได้หลายวิธี เช่น การรวมกลุ่มข้อความ การตรวจสอบข้อความซ้ำซ้อน วิเคราะห์ข้อความตามหัวข้อ หรือ ประเมินความคล้ายคลึงกันระหว่างข้อความ แต่ละข้อความในการระดมความคิดควรมีรายละเอียดเพียงพอเพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเข้าใจความหมายที่สำคัญของข้อความ

3) *ขั้นการจัดโครงสร้างความคิด (structuring of statements)*

ผู้เข้าร่วมจะต้องให้ข้อมูลว่าแต่ละข้อความเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันอย่างไร โดยใช้วิธีการจัดเรียงลำดับความสำคัญด้วยการ์ด (card sorting) และการให้คะแนนแต่ละข้อความของมิติ (rating focus statement)

การจัดเรียงลำดับความสำคัญด้วยการ์ด (card sorting) ข้อความที่ได้จากการระดมความคิดของสมาชิกกลุ่มจะถูกพิมพ์ลงบนบัตรและแจกให้ผู้เข้าร่วมแต่ละคน ผู้เข้าร่วมจะได้รับคำสั่งให้จัดเรียงบัตรออกเป็นกอง แต่ละกองแยกตามความคิดเห็นที่เหมาะสมอย่างสมเหตุสมผล เมื่อผู้เข้าร่วมแต่ละคนจัดเรียงลำดับความสำคัญด้วยการ์ดแล้ว จะนำผลลัพธ์ของผู้เข้าร่วมทุกคนมารวมกัน โดยใช้ผลลัพธ์ลงในเมทริกซ์ที่มีจำนวนแถวและคอลัมน์เท่ากับจำนวนข้อความ ค่าที่ใส่ลงในเมทริกซ์ มีค่า 0 หมายถึงไม่มีข้อความวางลงในกองนั้น และ 1 หมายถึง มีข้อความวางลงในกองตามแถวและคอลัมน์นั้น ข้อดีของวิธีนี้ คือ ผู้เข้าร่วมสามารถเข้าใจได้ง่ายและใช้ระยะเวลาไม่มาก

การให้คะแนนแต่ละข้อความของมิติ (rating focus statement) คือ การให้คะแนนแต่ละข้อความแบบลิเคอร์ (Likert scale) เพื่อระบุว่าแต่ละข้อความมีความสำคัญมากน้อยเพียงใด ต้องจัดเรียงลำดับความสำคัญอย่างไร หรือผลลัพธ์ที่คาดหวังมีมากเพียงใด โดยแต่ละข้อความจะถูกคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในการให้คะแนน

4) *ขั้นการกำหนดตัวแทนข้อความ (representation of statements)*

การกำหนดตัวแทนข้อความ เป็นขั้นตอนหลังจากจัดข้อมูลลงในเมตริกซ์แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งข้อความบนแผนภาพจุดและจัดกลุ่มข้อความบนแผนภาพมโนทัศน์

การวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งข้อความ แต่ละข้อความเป็นจุดที่แยกจากกันบนแผนภาพข้อความที่คล้ายคลึงกันจะอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกัน ข้อความที่แตกต่างกันจะมีระยะห่างกันออกไป ในการวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่งจะใช้เทคนิคทางสถิติมาช่วย เรียกว่าวิธีการนี้ว่าวิธีสร้างมาตรวัดแบบพหุมิติ (multidimensional scaling: MDS) คือ การวิเคราะห์หลายตัวแปรเพื่อจับคู่ข้อความที่ระดมความคิด MDS เป็นพื้นฐานในการจัดกลุ่ม การกำหนดค่าการวัด 2 มิติเป็นที่ยอมรับในระดับสากลและจะมีประโยชน์มากกว่าการกำหนดค่า 3 มิติขึ้นไป

การจัดกลุ่มข้อความบนแผนภาพมโนทัศน์ ใช้การวิเคราะห์คลัสเตอร์ตามลำดับชั้น (hierarchical cluster analysis: HCA) เพื่อจัดกลุ่มข้อความต่าง ๆ บนแผนภาพมโนทัศน์ออกเป็นกลุ่มของข้อความที่สะท้อนแนวคิดตามตำแหน่งที่ถูกจัดวางไว้โดย MDS จุดที่ใกล้เคียงกันบนแผนภาพจะถูกจัดวางในคลัสเตอร์ที่แยกจากกัน ผลลัพธ์ที่ได้จาก HCA ดีความได้ยากกว่า MDS

5) *ขั้นการตีความและแปลความหมายแผนภาพ (interpretation of maps)*

แผนภาพมโนทัศน์แต่ละแผนภาพจะบอกแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างกัน เป็นปรากฏการณ์ทางความคิด เมื่อผู้เข้าร่วมระดมความคิด รายการต้นฉบับของข้อความของผู้เข้าร่วมระดมความคิดแต่ละรายการจะมีหมายเลขใส่กำกับข้อความ จากนั้นผู้วิจัยจะใช้ชุดข้อความต้นฉบับนั้นนำมาให้ผู้เข้าร่วมจัดเรียงลำดับความสำคัญแต่ละรายการเป็นกองเพื่อทำการวิเคราะห์คลัสเตอร์

ผู้เข้าร่วมจะระบุข้อความที่คล้ายคลึงกันจัดเรียงไว้ใกล้กันบนแผนภาพมโนทัศน์ การวิเคราะห์ข้อความทั้งหมดบนแผนภาพมโนทัศน์จะจัดจุดข้อความออกเป็นกลุ่มข้อความคลัสเตอร์ การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์จะทำให้ได้แผนภาพมโนทัศน์สุดท้ายที่สมเหตุสมผล แผนภาพคลัสเตอร์จะถูกนำเสนอเพื่อแสดงข้อมูลให้ผู้เข้าร่วมพิจารณาความสมเหตุสมผลและแผนภาพมโนทัศน์มีความหมายอย่างไรเกี่ยวกับแนวคิดการวางแผนหรือการประเมิน

6) *ขั้นการใช้ประโยชน์จากแผนภาพ (utilization of maps)*

การนำแผนภาพมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์นั้น สามารถทำได้หลากหลาย เช่น นำแผนภาพมโนทัศน์สุดท้ายใช้เพื่อจัดโครงสร้างความคิดในการวางแผนครั้งต่อไป ใช้แผนภาพมโนทัศน์เป็นเครื่องมือจัดระเบียบการดำเนินงาน การคาดการณ์ผลลัพธ์จากความสัมพันธ์ต่าง ๆ

2.4 การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ด้วยโปรแกรม CmapTools

นับตั้งแต่เริ่มต้นในช่วงยุคก่อนประวัติศาสตร์ใช้การสร้างแผนภาพมโนทัศน์โดยการเขียนภาพเขียนสักรัดหินด้วยมือเป็นแผนที่แบบภาพกราฟิกที่นักปรัชญาได้สนับสนุนให้ใช้เป็นวิธีการแสดงความรู้พื้นฐานสำหรับอนุกรมวิธานของพืชและสัตว์ (Morton, (n.d.)) เพื่อสะท้อนความคิดของผู้เข้าร่วมกิจกรรม และต่อมาในปี 1970 โดย Joseph Novak จากมหาวิทยาลัยคอร์เนล (Cornell University) ได้มีการพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ Concept Mapping Tools หรือ CmapTools ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยโปรแกรม CmapTools มีลักษณะไอคอน ดังตัวอย่างใน

ภาพ 2.2



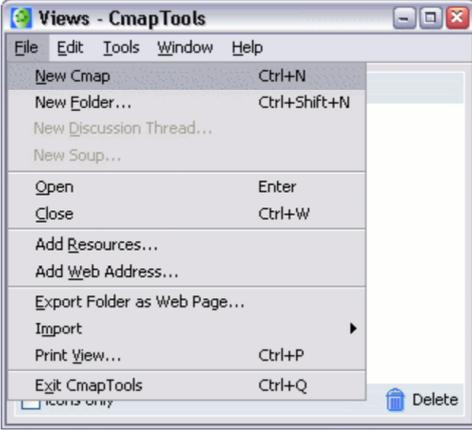
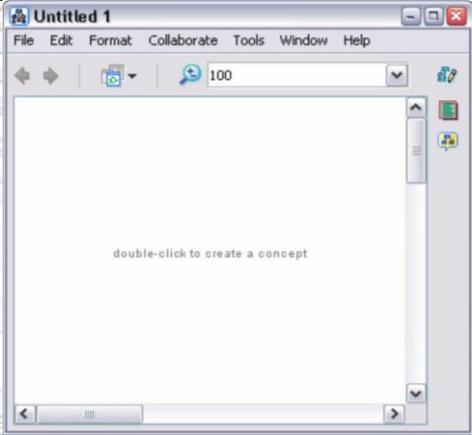
ภาพ 2.2 ลักษณะไอคอนของโปรแกรม CmapTools

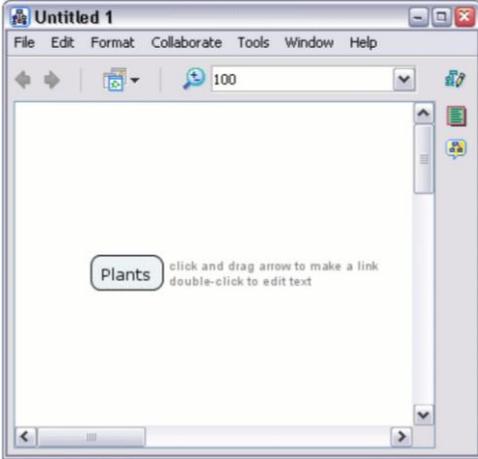
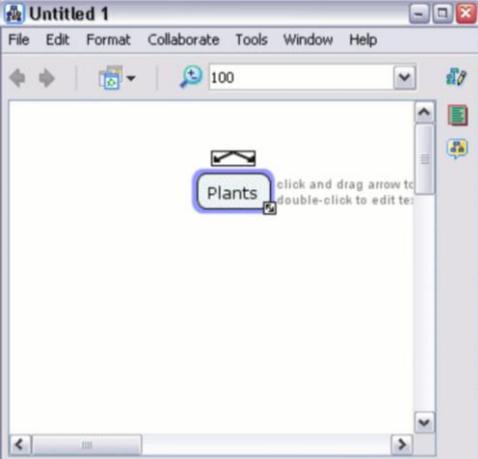
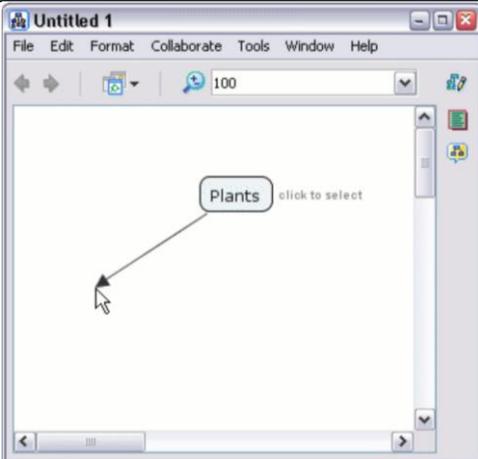
อ้างอิง: Toledo ((n.d.))

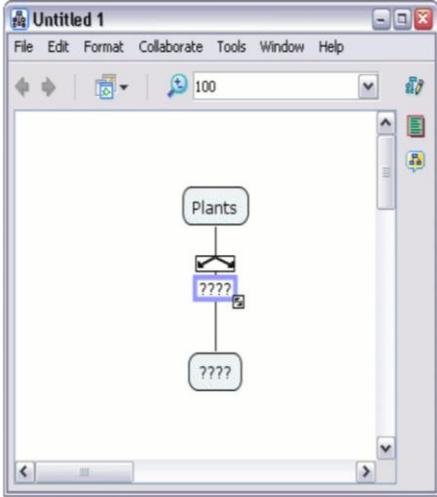
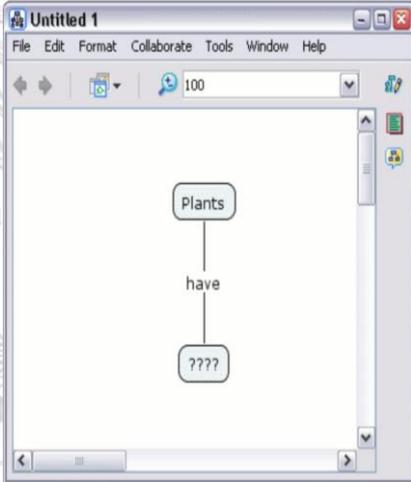
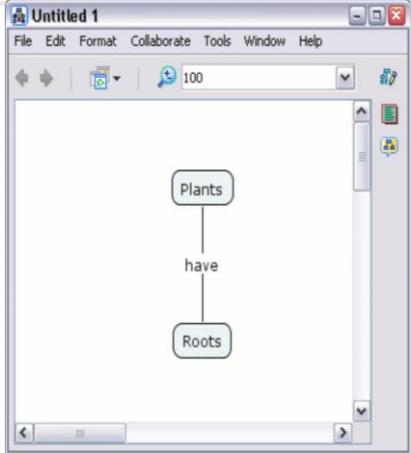
ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม CmapTools เพื่อสร้างแผนภาพมโนทัศน์ สามารถทำได้ โดยมีขั้นตอนดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 ขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม CmapTools

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพมโนทัศน์	ภาพประกอบ
<p>1. กดเปิดโปรแกรม CmapTools ขึ้นมา จะปรากฏหน้าจากรุ่นกด Cmap in My Computer จากนั้นกดคำสั่ง New Cmap จะได้หน้าต่าง Untitled1 สำหรับสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p>	

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพโน้ตค้น	ภาพประกอบ
<p>2. กดคำสั่ง New Cmap เพื่อเริ่มต้นการใช้งาน</p>	
<p>3. เมื่อกดคำสั่งเพื่อสร้างแผนภาพโน้ตค้นแล้วจะได้ หน้าว่าง Untitled1 สำหรับสร้างแผนภาพโน้ตค้น</p>	
<p>3. แทรกไดอะแกรมโดยดับเบิลคลิกบนพื้นหลังของ หน้าจอเพื่อเริ่มต้นการใช้งาน Cmap จะปรากฏกล่องข้อความรูปสี่เหลี่ยม</p>	

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพโน้ตค้น	ภาพประกอบ
<p>4. ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขรูปร่างกล่องข้อความ สี แบบอักษร รูปร่างลิงก์ หรือเพิ่มรูปภาพพื้นหลัง สามารถใส่ คำ วลี หรือ ข้อความของมโนทัศน์ใหม่ที่ต้องการสร้างลงในกล่องข้อความ</p>	
<p>5. คลิกที่กล่องข้อความ 1 ครั้ง จะปรากฏลูกศรที่สามารถลากลูกศร และ เส้นไปที่ได้ก็ได้ตามต้องการ</p>	
<p>6. กดเพื่อลากลูกศรไปยังทิศทางและตำแหน่งที่ต้องการ</p>	

ขั้นตอนการสร้างแผนภาพโน้ตค้น	ภาพประกอบ
<p>7. เมื่อปล่อยเมาส์ จะได้กล่องข้อความสำหรับใส่มีโน้ตค้นย่อยที่มีเส้นเชื่อมโยงข้อความจากมีโน้ตค้นหลัก</p>	
<p>8. สามารถใส่คำเชื่อมลงบนเส้นที่เชื่อมโยงได้</p>	
<p>9. ใส่คำหรือข้อความลงในกล่องมีโน้ตค้นย่อยให้สมบูรณ์</p>	

อ้างอิง: The Institute for Human & Machine Cognition (n.d.)

2.5 ลักษณะของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม

การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เป็นการแสดงองค์ความรู้ของผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือประเด็นที่สนใจตามความเข้าใจ ซึ่งจัดเป็นการสะท้อนโครงสร้างทางปัญญาของผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์ ในรูปแบบของกราฟที่มีโหนด (node) เป็นตัวแทนของแนวคิดและมีเส้นเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดสองแนวคิดเพื่อแสดงความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างกันก่อให้เกิดประพจน์ ซึ่งการเชื่อมโยงคำหรือวลีในเส้นเชื่อมโยงเป็นการอธิบายความหมายของการเชื่อมโยงนั้น (Cañas et al., 2012; Strautmane, 2012) ซึ่งการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ให้มีความเหมาะสมควรมีเกณฑ์ที่กำหนดลักษณะของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม

2.5.1 เกณฑ์สำหรับแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม

ในปี 2000 ขณะที่ Novak กำลังพัฒนาโปรแกรมซอฟต์แวร์ Concept Mapping Tools หรือ CmapTools ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ได้มีการจัดทำคำแนะนำอัตโนมัติเกี่ยวกับการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่ดีสำหรับผู้เริ่มใช้โปรแกรม เพื่อให้ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์สามารถสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่ดีได้ (Canas et al., 2015) สามารถสรุปได้ดังนี้

1) โดยทั่วไปเมื่อต้องการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ จะมีคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) ระบุไว้อย่างชัดเจนเพื่อกำหนดบริบทของแผนภาพมโนทัศน์ (Canas et al., 2015) ซึ่งนอกจากคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) จะทำหน้าที่กำหนดขอบเขตเนื้อหาของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์แล้ว ยังมีส่วนในการกำหนดโครงสร้างของแผนภาพมโนทัศน์ว่าจะแสดงในรูปแบบใดเพื่อสร้างแผนภาพอธิบายเพิ่มเติม (Cañas et al., 2012)

2) การเขียนป้ายกำกับแนวคิดเฉพาะของแผนภาพมโนทัศน์ ควรเลือกใช้คำที่สั้นกระชับ ไม่ควรใช้คำที่มากเกินไป

3) เส้นเชื่อมโยงควรมีคำเขียนกำกับที่สั้นกระชับ แนวคิดและคำเชื่อมโยงจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบของประพจน์

4) โครงสร้างของแผนภาพมโนทัศน์ควรมีการจัดลำดับชั้น โดยเงื่อนไขในเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ คือ แนวคิดทั่วไปที่ครอบคลุมเนื้อหามากที่สุดจะอยู่ด้านบนสุด และแนวคิดที่มีความเฉพาะเจาะจงจะอยู่ในระดับต่ำลงมา

5) แนวคิดต่าง ๆ ไม่ควรถูกเชื่อมโยงด้วยแนวคิดย่อยเกิน 3-4 แนวคิด

6) การเชื่อมโยงข้ามมักจะถูกเพิ่มเข้ามาเมื่อแผนภาพมโนทัศน์ใกล้จะเสร็จสมบูรณ์ โดยเป็นการระบุความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญระหว่างแนวคิดย่อยในประเด็นความรู้ที่แตกต่างกันที่ปรากฏในแผนภาพมโนทัศน์

7) ในการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ ป้ายกำกับแนวคิดแต่ละป้าย ควรปรากฏเพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น

2.5.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของแผนภาพมโนทัศน์ สามารถสรุปได้ดังนี้

โดยทั่วไปแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม จะประกอบด้วยโครงสร้างกราฟิก (graphical structure) และเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content) (Cañas et al., 2012; Canas et al., 2015; Strautmane, 2012) สามารถอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

1) โครงสร้างกราฟิกของแผนภาพมโนทัศน์ (graphical structure)

แผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม จะมีโครงสร้างของแผนภาพมโนทัศน์ที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างลำดับชั้นของความรู้ที่เป็นโครงสร้างทางปัญญา มีแนวคิดทั่วไป (general concepts) อยู่ด้านบนและแนวคิดเฉพาะเจาะจง (specific concepts) อยู่ด้านล่าง ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์จำเป็นต้องมีการจัดเรียงโครงสร้างอย่างมีระเบียบเพื่อที่แผนภาพมโนทัศน์จะได้รับการจัดการที่ดีและนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย

การเชื่อมโยงข้าม (cross-links) คือ ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่งของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม เนื่องจากทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่อย่างสร้างสรรค์ โดยการเชื่อมโยงข้าม (cross-links) ทำหน้าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในส่วนต่าง ๆ ของแผนภาพมโนทัศน์ ระหว่างแนวคิดในขอบเขตความรู้หนึ่งที่แสดงบนแผนภาพมโนทัศน์กับแนวคิดในอีกขอบเขตความรู้หนึ่งที่แสดงบน แผนภาพมโนทัศน์นั้นสัมพันธ์กันอย่างไร

แผนภาพมโนทัศน์ที่มีโครงสร้างกราฟิกที่เหมาะสมจะช่วยให้เกิดการประเมินที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของแผนภาพมโนทัศน์ นอกจากนี้แผนภาพมโนทัศน์ควรจะมีแนวคิดที่เหมาะสมปรากฏในเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content)

2) เนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content)

แผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม จะแสดงเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ที่ค่อนข้างครอบคลุมผ่านแนวคิดต่าง ๆ ด้วยคำหรือวลีที่ใช้เชื่อมโยงเป็นประพจน์ที่ถูกสร้างขึ้น ทุกแผนภาพมโนทัศน์จะต้องอธิบายหรือตอบคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) ได้ชัดเจนและตรงประเด็น ในแผนภาพมโนทัศน์อาจประกอบด้วยแนวคิดจำนวนมากซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) หรือหัวข้อที่ต้องการศึกษา (Cañas et al., 2012; Kinchin, 2014)

ดังนั้นการวิเคราะห์เนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์เพื่อประเมินความถูกต้องหรือตรวจสอบคุณภาพของแผนภาพมโนทัศน์สามารถทำได้โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรายการแนวคิด (list of concept) ภายในกลุ่มแนวคิดเดียวกันและระหว่างกลุ่มแนวคิดต่าง ๆ ควรจัดกลุ่มคำที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันให้เข้าใจง่าย และควรระบุการเชื่อมโยงด้วยคำหรือวลีที่สั้นกระชับเข้ากับป้ายกำกับแนวคิด (Clariana & Taricani, 2010) นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบความสมบูรณ์ของ

แผนภาพมโนทัศน์ว่ามีแนวคิดหลักส่วนใดขาดหายไปหรือไม่ รวมถึงการพิจารณาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question)

Cañas et al. (2012) ได้ให้มุมมองเกี่ยวกับการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนภาพมโนทัศน์ ไว้ว่า แผนภาพมโนทัศน์จะมีความเหมาะสม จะต้องมียอดประกอบทั้งโครงสร้างกราฟิก (graphical structure) ที่เหมาะสมและเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content) ที่เหมาะสม จึงมีนักวิชาการบางท่านพยายามสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้อง ประเมินคุณภาพหรือประเมินความเหมาะสมของแผนภาพมโนทัศน์ เช่น Strautmene (2012) ได้กำหนดรายการเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแผนภาพมโนทัศน์ไว้ ดังนี้ โครงสร้างของแผนภาพมโนทัศน์ จำนวนแนวคิด ความครบถ้วนสมบูรณ์ของแนวคิด คุณภาพของป้ายกำกับแนวคิด จำนวนประพจน์ ความสมบูรณ์ของความสัมพันธ์ ความถูกต้องของประพจน์ คุณภาพของประพจน์ การอธิบายเชิงลึกของประพจน์ ในขณะที่ Schwendimann (2015) ได้กำหนดรายการเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแผนภาพมโนทัศน์ไว้คือ มีลักษณะของโครงสร้างกราฟิกและลำดับชั้นของระดับความซับซ้อนของโครงสร้าง

ยังมีการเข้าใจผิดเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแผนภาพมโนทัศน์ พบว่านักวิชาการส่วนใหญ่มองว่าแผนภาพมโนทัศน์ขนาดใหญ่จะดีกว่าแผนภาพมโนทัศน์ขนาดเล็กและแผนภาพมโนทัศน์ที่ได้รับการประเมินว่ามีคะแนนสูงจะมีคุณภาพมากกว่าแผนภาพมโนทัศน์ที่มีคะแนนต่ำ หากพิจารณากรณีตัวอย่าง เช่น กรณีที่แผนภาพมโนทัศน์ได้คะแนนสูงในการประเมิน เกิดจากแผนภาพมโนทัศน์มีแนวคิดจำนวนมาก แต่แนวคิดที่ปรากฏไม่เกี่ยวข้องกับคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) หรือกรณีที่แผนภาพมโนทัศน์ได้คะแนนต่ำในการประเมิน เกิดจากผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์มีความเชี่ยวชาญสามารถเลือกแสดงแนวคิดหลักและการเชื่อมโยงเพื่ออธิบายคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) ได้อย่างตรงประเด็นโดยไม่ใช้จำนวนแนวคิดมาก (Kinchin, 2014)

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ที่นักวิชาการได้กำหนดขึ้นเพื่อการประเมินความถูกต้อง ประเมินคุณภาพหรือประเมินความเหมาะสมของแผนภาพมโนทัศน์ จะพบว่า เกณฑ์ที่สร้างขึ้นเป็นเพียงการประเมินความถูกต้อง/เหมาะสมของแต่ละแนวคิดหรือประพจน์ ยังไม่มีเกณฑ์ที่พิจารณาคุณภาพโดยรวมของเนื้อหาในแผนภาพมโนทัศน์ (Canas et al., 2015)

Canas et al. (2015) จึงได้แบ่งระดับคุณภาพของแผนภาพมโนทัศน์ ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับคุณภาพ 1 หมายถึง ไม่ดี นั่นคือ แผนภาพมโนทัศน์มีโครงสร้างกราฟิกที่เหมาะสมแต่มีเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ไม่เหมาะสม หรือ มีเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์เหมาะสมแต่มีโครงสร้างกราฟิกที่ไม่เหมาะสม ระดับคุณภาพ 2 หมายถึง ดี นั่นคือ แผนภาพมโนทัศน์มีโครงสร้างกราฟิกและเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม ระดับคุณภาพ 3 หมายถึง ดีมาก นั่นคือ แผนภาพมโนทัศน์มีโครงสร้างกราฟิกและเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ที่เหมาะสม และแผนภาพมโนทัศน์มีคุณภาพ

องค์ประกอบที่จะช่วยสนับสนุนให้แผนภาพมโนทัศน์มีคุณภาพ นอกจากจะประกอบด้วย โครงสร้างกราฟิก (graphical structure) และเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content) แล้ว ยังจะต้องมีคำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) แนวคิดหลัก (root concept) และ รายการแนวคิด (list of concept)

คำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) เป็นคำถามที่ต้องใช้พลังแห่งความคิดและความคิดสร้างสรรค์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนให้แผนภาพมโนทัศน์มีคุณภาพ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยคำถามที่แตกต่างกันจะทำให้ได้แผนภาพมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน คำถามที่ถามว่า “อย่างไร” (How) จะทำให้ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์ได้อธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเพื่อแสดงความเข้าใจที่ลึกซึ้งในหัวข้อหรือประเด็นที่ศึกษา มากกว่าคำถามว่า “อะไร” (What) คำถามเหล่านี้จะส่งผลให้เกิดประพจน์ที่มีพลังทางความคิดและมีความคิดสร้างสรรค์

แนวคิดหลัก (root concept) เป็นสิ่งที่จำกัดโครงสร้างและขอบเขตของเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ แนวคิดหลักที่มีจำนวนมากจะส่งผลให้แผนภาพมโนทัศน์อธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน

รายการแนวคิด (list of concept) เป็นสิ่งที่ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์ควรรวบรวมรายการแนวคิดที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในหัวข้อหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาเพื่อนำมาแสดงในแผนภาพมโนทัศน์ หากไม่มีรายการแนวคิดที่หลากหลายจะทำให้ผู้สร้างแผนภาพมโนทัศน์ใช้แนวคิดหลักเพียงอย่างเดียว ในขั้นตอนการสร้างประพจน์ควรเลือกใช้คำหรือวลีเชื่อมโยงที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดจากรายการแนวคิดที่รวบรวมไว้

โดยสรุปในการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ให้เหมาะสมและมีคุณภาพ ต้องประกอบด้วย โครงสร้างกราฟิก (graphical structure) และเนื้อหาของแผนภาพมโนทัศน์ (content) คำถามที่มุ่งสนใจ (focus question) แนวคิดหลัก (root concept) และ รายการแนวคิด (list of concept)

2.6 การประเมินแผนภาพมโนทัศน์

มีนักวิชาการหลายท่านได้กำหนดเกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องหรือความเหมาะสมของแผนภาพมโนทัศน์ โดยกำหนดประเด็นการให้คะแนนแผนภาพมโนทัศน์และเกณฑ์การให้คะแนนไว้แตกต่างกัน มีรายละเอียดที่สรุปพอสังเขปดังต่อไปนี้

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984) ได้กำหนดประเด็นประเมิน ได้แก่ 1) ประพจน์หรือข้อความ (propositions) คือ การพิจารณาความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างสองแนวคิดที่ระบุโดยเส้นเชื่อมโยงหรือคำเชื่อมโยง 2) ลำดับชั้น (hierarchy) คือ การพิจารณาว่าแผนที่แสดงไว้เป็นลำดับชั้นหรือไม่ มีมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงอยู่ด้านบนและมีมโนทัศน์ที่เป็นแนวคิดทั่วไปอยู่ในลำดับถัดลงมา 3) การเชื่อมโยงข้าม (cross links) คือ

พิจารณาว่าแผนภาพมโนทัศน์มีการแสดงการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มแนวคิดหรือมโนทัศน์ของลำดับชั้นกับแนวคิดหรือมโนทัศน์อื่นหรือไม่ 4) ตัวอย่าง (examples) คือ การพิจารณาว่ามีเหตุการณ์เฉพาะหรือตัวอย่างที่แสดงถูกต้องตามป้ายกำกับแนวคิดหรือไม่ และตัวอย่างที่แสดงจะไม่ใส่วงกลมเพราะไม่ใช่แนวคิดหรือมโนทัศน์ ในการจัดทำแผนภาพมโนทัศน์สามารถปรับปรุงความชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่แสดงบนแผนภาพมโนทัศน์ได้เสมอโดยการจัดทำแผนภาพมโนทัศน์ซ้ำ เพื่อเพิ่มความหมายขององค์ประกอบที่ขาดหายหรือแนวคิดที่ยังไม่เด่นชัดในการแสดงความคิด ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984)

มิติการประเมิน	คะแนนที่ได้
1) ประพจน์หรือข้อความ (propositions)	ได้รับ 1 คะแนน หากแสดงความสัมพันธ์ถูกต้อง
2) ลำดับชั้น (hierarchy)	ได้รับ 5 คะแนน หากเนื้อหาโมทัศน์แต่ละระดับถูกต้องตามลำดับชั้น
3) การเชื่อมโยงข้าม (cross links)	ได้รับ 10 คะแนน หากแต่ละการเชื่อมโยงมีความถูกต้องและแสดงรายละเอียดส่วนที่สำคัญของการเชื่อมโยง และ ได้รับ 2 คะแนน หากแต่ละการเชื่อมโยงมีความถูกต้องแต่ไม่แสดงรายละเอียดส่วนที่สำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดหรือมโนทัศน์
4) ตัวอย่าง (examples)	หากมีตัวอย่างจะได้รับ 1 คะแนน และตัวอย่างที่แสดงจะไม่ใส่วงกลมเพราะไม่ใช่แนวคิดหรือมโนทัศน์

ต่อมา มีการปรับเกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์เป็นการให้คะแนนแบบรูปิก โดย Bartels (1995 อ้างถึงใน Coutinho, 2014) กำหนดประเด็นประเมิน 3 ประเด็น ได้แก่ 1) แนวคิดหรือมโนทัศน์หรือคำศัพท์เฉพาะทาง (concept and terminology) คือ การแสดงความเข้าใจในแนวคิดหรือมโนทัศน์หลัก และหลักการของหัวข้อและการใช้คำศัพท์ ใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสม 2) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหรือมโนทัศน์ (knowledge of the relations among concepts) คือ ความสามารถในการระบุแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่สำคัญได้ทั้งหมดและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด 3) ความสามารถในการสื่อสารผ่านแผนภาพมโนทัศน์ (ability to communicate through concept maps) คือ ความสามารถในการสร้างแผนที่ที่เหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ถูกต้อง วางแนวคิดหรือมโนทัศน์ในลำดับชั้นที่เหมาะสมและวางคำที่เชื่อมโยงในทุกการเชื่อมโยง ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Bartels (1995 อ้างถึงใน Coutinho, 2014)

ประเด็นการประเมิน	คะแนน	เกณฑ์ตามรูปค
1) แนวคิด มโนทัศน์หรือคำศัพท์เฉพาะทาง (concept and terminology)	3 คะแนน	เมื่อแสดงความเข้าใจในแนวคิดหรือมโนทัศน์หลัก และหลักการของหัวข้อและการใช้คำศัพท์ ใช้สัญลักษณ์ที่เหมาะสม
	2 คะแนน	เมื่อมีการใช้คำศัพท์ไม่ถูกต้องหรือมีการแสดงความเข้าใจผิดบางจุดในมโนทัศน์เมื่อมีการใช้คำศัพท์ไม่ถูกต้องจำนวนมากและแสดงการขาดความเข้าใจในหลายแนวคิดหรือมโนทัศน์
	1 คะแนน	หลายแนวคิดหรือมโนทัศน์
	0 คะแนน	เมื่อไม่เข้าใจแนวคิดหรือมโนทัศน์และไม่เข้าใจหลักการของหัวข้อ
2) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหรือมโนทัศน์ (knowledge of the relations among concepts)	3 คะแนน	เมื่อสามารถระบุแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่สำคัญได้ทั้งหมดและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด
	2 คะแนน	เมื่อสามารถระบุแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่สำคัญแต่การเชื่อมโยงยังไม่ถูกต้อง
	1 คะแนน	เมื่อมีการเชื่อมโยงไม่ถูกต้องหลายครั้ง
	0 คะแนน	เมื่อเกิดความล้มเหลวในการใช้แนวคิดหรือมโนทัศน์ที่เหมาะสมหรือการเชื่อมโยงที่เหมาะสม
3) ความสามารถในการสื่อสารผ่านแผนภาพมโนทัศน์ (ability to communicate through concept maps)	3 คะแนน	เมื่อสามารถสร้างแผนภาพที่เหมาะสมและสมบูรณ์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้ถูกต้อง วางแนวคิดหรือมโนทัศน์ในลำดับชั้นที่เหมาะสมและวางคำที่เชื่อมโยงในทุกการเชื่อมโยง เป็นการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่ง่ายต่อการตีความ
	2 คะแนน	เมื่อวางแนวคิดหรือมโนทัศน์ส่วนใหญ่ในลำดับชั้นที่เหมาะสมและมีการกำหนดคำสำหรับการเชื่อมโยงไปยังการเชื่อมโยงได้ เป็นการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่ง่ายต่อการตีความ
	1 คะแนน	เมื่อวางแนวคิดหรือมโนทัศน์ในลำดับชั้นที่เหมาะสมเพียงบางรายการหรือใช้คำเชื่อมโยงถูกต้องบางคำ เป็นการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ที่ตีความได้ยาก
	0 คะแนน	เมื่อผลงานสุดท้ายไม่ใช่แผนภาพมโนทัศน์

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการให้คะแนนแผนภาพมโนทัศน์โดยการพิจารณาในมุมมองเรื่องมิติของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ Shallcross (2016) ได้เสนอการประเมินใน 4 มิติ ได้แก่

- 1) ความครอบคลุม (comprehensiveness) คือ ความสามารถในการกำหนดขอบเขตของเรื่องที่ศึกษาและความรู้ทั้งในด้านความลึกและความกว้างของประเด็น
- 2) ความถูกต้อง (correctness) คือ ความสามารถในการนำเสนอโมทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นได้อย่างแม่นยำและนำเสนอความเข้าใจได้อย่างถูกต้อง
- 3) โครงสร้าง (structure) คือ ความสามารถในการจัดเรียงเพื่อนำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์อย่างเป็นระบบผ่านการเชื่อมโยงที่เหมาะสมระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ทั้งแผนภาพมโนทัศน์และ
- 4) องค์ประกอบแผนภาพมโนทัศน์ (map elements) คือ ความสามารถในการเตรียมแผนภาพมโนทัศน์อย่างเหมาะสม ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Shallcross (2016)

มิติการประเมิน	คะแนน	คะแนนรูปค
1) ความครอบคลุม (comprehensiveness)	2 คะแนน	เมื่อแนวคิดของแผนภาพมโนทัศน์มีการกำหนดขอบเขตของเรื่องที่ศึกษาที่ตีซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงความสำคัญได้ครบทุกเรื่อง
	1 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่แสดงถึงเนื้อหาหรือเรื่องที่คาดว่าจะพบได้ในแผนภาพมโนทัศน์
	0 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ ขาดมโนทัศน์สำคัญหลายเรื่องซึ่งบ่งชี้ว่าขาดความรู้หรือความเข้าใจ แผนภาพมโนทัศน์แทบจะไม่ครอบคลุมขอบเขตที่สำคัญของเรื่องที่ศึกษา
2) ความถูกต้อง (correctness)	2 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์ไม่มีข้อผิดพลาดหรือมีข้อผิดพลาดน้อยมาก มโนทัศน์และการเชื่อมโยงทั้งหมดที่รวมอยู่ในแผนภาพมโนทัศน์มีความเหมาะสมและมีข้อมูลเพียงพอที่แสดงความเข้าใจที่ถูกต้องของหัวข้อ
	1 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์มีแนวคิดหรือการเชื่อมโยงที่ไม่เหมาะสม มโนทัศน์ส่วนใหญ่เป็นแนวคิดพื้นฐาน
	0 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์มีข้อผิดพลาด มีแนวคิดหรือการเชื่อมโยงที่ไม่เหมาะสมจำนวนมากซึ่งบ่งชี้ว่าไม่เข้าใจในหัวข้อนั้น ๆ
3) โครงสร้าง (structure)	2 คะแนน	เมื่อแนวคิดหลักในแผนภาพมโนทัศน์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ได้รับการจัดเรียงอย่างเป็นระบบและมีการเชื่อมโยงที่ชัดเจนในทุกระดับ
	1 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์มีโครงสร้างที่ดี มีการเชื่อมโยงที่เหมาะสมระหว่างหัวข้อและหัวข้อย่อย ๆ และมีการเชื่อมโยงที่เหมาะสมระหว่างมโนทัศน์ทั้งหมด
	0 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์เป็นเส้นตรง ไม่มีการเชื่อมโยงที่ชัดเจนระหว่างมโนทัศน์
4) องค์ประกอบแผนภาพมโนทัศน์ (map elements)	2 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์มีองค์ประกอบที่เหมาะสม กำหนดขอบเขตเรื่องที่ศึกษาไว้อย่างชัดเจน ความหมายของประพจน์ทั้งหมดมีความชัดเจนและไม่กำกวม
	1 คะแนน	เมื่อประพจน์หรือทิศทางไม่ได้ถูกระบุไว้ในการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ ผู้อ่านจำเป็นต้องตีความหมายของแผนภาพมโนทัศน์ในบางส่วน
	0 คะแนน	เมื่อแผนภาพมโนทัศน์ไม่มีประพจน์ที่เชื่อมโยงมโนทัศน์และทิศทางของการเชื่อมโยงของประพจน์หายไป ขอบเขตของเรื่องที่ศึกษาไม่ชัดเจน ผู้อ่านไม่สามารถติดตามแผนภาพมโนทัศน์ได้และต้องตีความความหมายของแผนภาพมโนทัศน์

2.7 ประโยชน์ของการสร้างแผนภาพมโนทัศน์

การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เป็นเครื่องมือวิจัยที่มีประโยชน์มากสำหรับนักวิจัยในการแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ (Novak et al., 1983) เมื่อนำการสร้างแผนภาพมโนทัศน์มาใช้ในวงการการศึกษาจึงมีประโยชน์อย่างมากทั้งต่อตัวผู้เรียน ครู และการพัฒนาหลักสูตร

ด้านประโยชน์สำหรับผู้เรียน การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการระบุโครงสร้างความรู้ของผู้เรียน (Brinkmann, 2003; Novak, 1995) การระดมความคิดระหว่างผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปความคิด อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงาน

ร่วมกันของนักเรียนในกลุ่มย่อย (Novak, 1990) เติมเต็มความคิดผ่านการอภิปรายแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน (Novak, 1995) ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้ดีขึ้น นักเรียนได้รับประโยชน์จากการใช้เครื่องมือนี้เพื่อใช้แสดงความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ช่วยจัดระเบียบความรู้และทำความเข้าใจเรื่องใหม่ ๆ (Novak, 1990, 1995) ส่งผลให้ผู้เรียนลดการท่องจำลง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Novak, 1990) นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจของผู้เรียน (Chiou, 2008; Hwang et al., 2019) ช่วยพัฒนาทัศนคติในการเรียน (Bii et al., 2019)

ด้านประโยชน์สำหรับครู การสร้างแผนภาพมโนทัศน์ช่วยสร้างเทคนิคการสอนสำหรับครู (Novak et al., 1983) ช่วยครูในเรื่องการวางแผนการสอน อำนวยความสะดวกในการเตรียมบทเรียน และการจัดลำดับหัวข้อที่นำเสนอในบทเรียน (Cañas et al., 2016; Novak, 1990) ทำให้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Morfidi et al., 2018; Novak, 1990) ตัวครูพัฒนาเป็นครูที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การจัดการเรียนการสอนที่นำไปสู่การปฏิบัติที่มีความหมายมากขึ้น อีกทั้งยังใช้ในการประเมิน เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน แสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ และตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้โดยเฉพาะความเข้าใจแนวคิดผิด (Brinkmann, 2003; Novak, 1990)

ด้านการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน ช่วยจัดลำดับหัวข้อที่นำเสนอในบทเรียน (Novak, 1995) อีกทั้งยังสามารถจัดทำคู่มือการศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเป็นช่องทางที่ผู้สอนจะใช้ในการเข้าถึงความรู้เดิมของนักเรียน ช่วยกำจัดความเข้าใจที่ผิดพลาดเดิมหรือพัฒนาความรู้ใหม่ให้ดีขึ้น (Novak, 1990)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

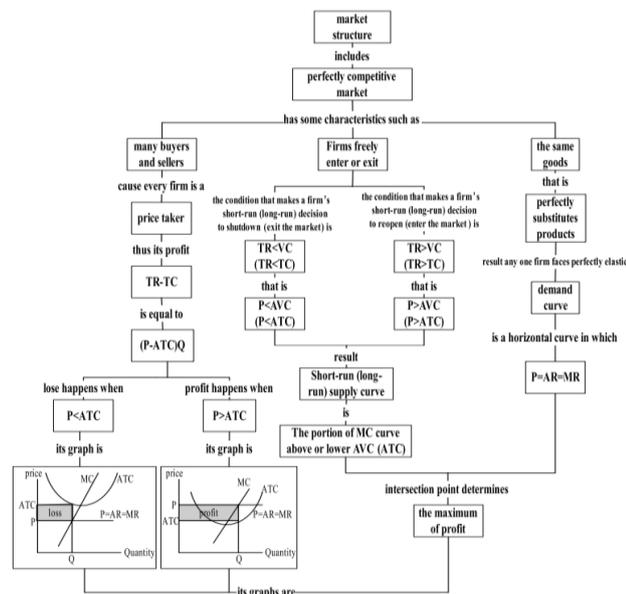
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแผนภาพมโนทัศน์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพมโนทัศน์ พบว่า ส่วนใหญ่แล้วแผนภาพมโนทัศน์ถูกนำมาใช้งานด้านการศึกษาและการเรียนการสอน (Bii et al., 2019; Chiou, 2008; Hwang et al., 2019; Liu et al., 2021; Morfidi et al., 2018) โดยผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่นำแผนภาพมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนพบว่า การนำแผนภาพมโนทัศน์มาช่วยในการเรียนการสอนทำให้ระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้ของนักเรียนสูงขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ ส่งเสริมทัศนคติเชิงบวกในเรื่องที่เรียน สามารถบูรณาการสิ่งที่ได้เรียนรู้กับความรู้เดิม เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้ในเรื่องที่เรียน เกิดความคิดอย่างมีวิจารณญาณและพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง อีกทั้งยังลดความวิตกกังวลในการเรียน เมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์การสอนการทำ

แผนภาพมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำแผนภาพมโนทัศน์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจำนวน 3 งาน ดังนี้

Chiou (2008) ศึกษาผลของการทำแผนภาพมโนทัศน์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจของนักเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ผลของการทำแผนภาพมโนทัศน์ในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในหลักสูตรการบัญชีชั้นสูง 2) ทักษะคิดของนักเรียนต่อการใช้แผนภาพมโนทัศน์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียน 124 คนจากสองชั้นเรียนที่ลงทะเบียนในหลักสูตรการบัญชีชั้นสูงของมหาวิทยาลัยในไต้หวัน ผลการวิจัยพบว่า 1) การใช้กลยุทธ์การทำแผนภาพมโนทัศน์สามารถปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการใช้วิธีการสอนแบบอธิบายเชิงอรรถแบบดั้งเดิม 2) นักเรียนส่วนใหญ่พอใจกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ในหลักสูตรการบัญชีชั้นสูง การทำแผนภาพมโนทัศน์สามารถช่วยให้เข้าใจ บูรณาการ และชี้แจงแนวคิดการบัญชี และยังเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้การบัญชี ดังตัวอย่างในภาพ 2.3

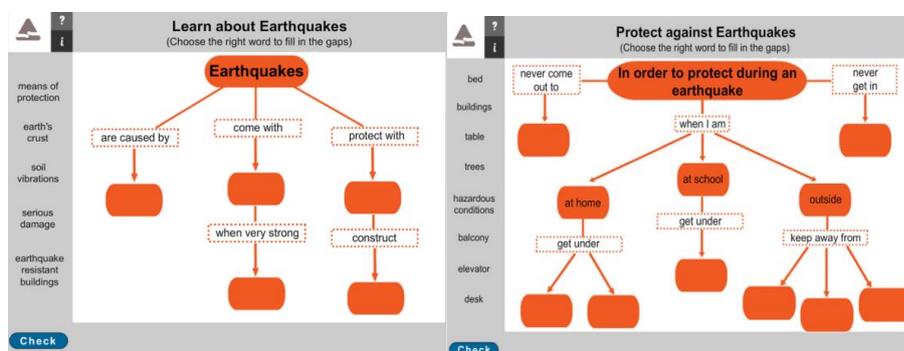


ภาพ 2.3 ตัวอย่างการทำแผนภาพมโนทัศน์ของความสัมพันธ์ในรายวิชาเศรษฐศาสตร์

(Chiou, 2008)

Morfidi et al. (2018) ศึกษาผลของการใช้แผนภาพมโนทัศน์เพื่อปรับปรุงความเข้าใจของผู้อ่านที่ไม่ดีเกี่ยวกับข้อความอธิบาย มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนโดยการทำแผนภาพมโนทัศน์แบบมีลติมีเดียและการทำแผนภาพมโนทัศน์แบบข้อความดิจิทัล 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของวิธีการสอนแบบแผนภาพมโนทัศน์กับการสอนแบบบรรยาย 3) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการทำแผนภาพมโนทัศน์แบบ

มัลติมีเดีย การทำแผนภาพมโนทัศน์แบบข้อความดิจิทัลและการสอนแบบบรรยาย ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มผู้อ่านที่มีความสามารถต่ำ 3 กลุ่มเข้าร่วม โดยคำนึงถึงอายุเพศ และความสามารถในการอ่าน กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนโดยใช้การทำแผนภาพมโนทัศน์แบบมัลติมีเดียและการทำแผนภาพมโนทัศน์แบบข้อความดิจิทัลตามลำดับ และกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า การทำแผนภาพมโนทัศน์เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสอนเนื้อหาอธิบาย แต่ไม่มีผลการเรียนรู้ที่แตกต่างกันเมื่อเพิ่มองค์ประกอบมัลติมีเดียลงในแผนภาพมโนทัศน์ และความพึงพอใจต่อวิธีการสอนทั้งสามวิธีอยู่ในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างในภาพ 2.4



ภาพ 2.4 ตัวอย่างการทำแผนภาพมโนทัศน์ของเรื่องแผ่นดินไหว

(Morfidi et al., 2018)

Bii et al. (2019) ศึกษาผลของกลยุทธ์การทำแผนภาพมโนทัศน์การทำงานร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่ได้รับการคัดเลือกในเคนยา มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพมโนทัศน์การทำงานร่วมกันและวิธีการสอนแบบปกติ 2) เปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างประเทศที่ได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพมโนทัศน์การทำงานร่วมกันและวิธีการสอนแบบปกติ 3) เปรียบเทียบทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพมโนทัศน์การทำงานร่วมกันและวิธีการสอนแบบปกติ ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียน 161 คนและครูสอนคณิตศาสตร์ 4 คนจากโรงเรียนมัธยมศึกษาเขตย่อยที่เลือกแบบสุ่ม 4 แห่ง สุ่มให้โรงเรียน 2 แห่งเป็นโรงเรียนทดลอง นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้กลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพมโนทัศน์การทำงานร่วมกันเป็นเวลาสามสัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทัศนคติต่อคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ใช้กลยุทธ์การ

ทำแผนภาพโน้ตสัณการทำงานร่วมกันกับนักเรียนที่สอนโดยใช้วิธีการสอนแบบปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางเพศที่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างนักเรียนที่ใช้กลยุทธ์การสอนแบบการทำแผนภาพโน้ตสัณการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ได้มีการเสนอแนะเกี่ยวกับความจำเป็นที่ครูต้องบูรณาการกลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพโน้ตสัณการทำงานร่วมกันในการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มความเข้าใจในแนวความคิด ปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมทัศนคติเชิงบวกในเรื่องที่เรียน นอกจากนี้ ยังมีความจำเป็นที่สถาบันฝึกอบรมครูจะต้องรวมการทำแผนภาพโน้ตสัณการทำงานร่วมกันเข้าเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการสอนคณิตศาสตร์ และสามารถปรับเครื่องมือครูใหม่ได้ เพื่อให้พวกเขาสามารถรวมกลยุทธ์การสอนการทำแผนภาพโน้ตสัณการทำงานร่วมกันเข้ากับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยนำเสนอสาระสำคัญของวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse) โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความหมายของวาทกรรมและวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ 2) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ความหมายของวาทกรรมและวาทกรรมทางคณิตศาสตร์

วาทกรรม (discourse) หมายถึง “การพูดคุย” และ “อักษร” เพื่อสื่อสารให้ข้อมูลทำให้ผู้รับสารเข้าใจได้ว่าผู้ส่งสารกำลังพูดหรือทำอะไรอยู่ การพูดคุยเป็นวิธีการบอกเล่าเรื่องราวด้วยคำพูดหรือท่าทาง อักษรเป็นวิธีการบอกเล่าเรื่องราวผ่านสัญลักษณ์ อักษร รูปภาพ ซึ่งเรียบเรียงเป็นเรื่องราวให้ผู้รับสารเข้าใจ วาทกรรมประกอบด้วยวาทกรรมหลักและวาทกรรมรอง วาทกรรมหลัก คือ ภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในกลุ่มสังคมใหญ่ที่คุ้นเคย ในขณะที่วาทกรรมรอง คือ คำพูด สิ่งของและการกระทำที่ได้รับจากกลุ่มสังคมย่อยอาจเป็นสถาบันหรือชุมชน เช่น กลุ่มศาสนา องค์กร ชุมชน โรงเรียน เป็นต้น (Gee, 2015)

3.2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

มีงานวิจัยที่ได้นำการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์บทสนทนา ระหว่างครูกับนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน (Kooloos et al., 2020; Leatham et al., 2016; Moschkovich, 2003) วิเคราะห์วาทกรรมสำหรับการสอนของครู (Adler & Ronda, 2014, 2015; Cooper, 2014; Le Roux, 2008; Sfard, 2000, 2001, 2008) โดยมีนักวิชาการเสนอแนวคิดในการพิจารณาการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ไว้หลายหลายแนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1

Sfard (2000, 2001) สนใจศึกษาเรื่องการสื่อสารระหว่างบุคคล การโต้ตอบความคิดระหว่างบุคคล 2 คนผ่านการสนทนาที่ฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ถามและอีกฝ่ายเป็นผู้ตอบสลับกันไปมาเกิดการสร้างความพุดขึ้นใหม่จากการเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ยิน ได้เห็นสัญลักษณ์ หรือแสดงออกทางท่าทาง ซึ่งการสื่อสารความคิดของบุคคลเป็นหนทางที่ดีที่สุดที่จะค้นพบกลไกการคิดของบุคคล แนวคิดเรื่องการสื่อสารนี้จะทำให้บุคคลรับรู้ข่าวสาร ได้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์ ดังนั้นการสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

ประสิทธิภาพของการสื่อสารนั้น ขึ้นอยู่กับระดับความชัดเจนของการจุดเน้นวาทกรรม ในขณะที่ประสิทธิผลจะเกิดขึ้น เมื่อผู้เข้าร่วมการสนทนาทั้งหมดทราบว่ากำลังพุดถึงอะไรในเรื่องเดียวกัน Sfard จึงได้กำหนดแนวทางการศึกษาพร้อมทั้งแนะนำเครื่องมือเกี่ยวกับระเบียบวิธีการตรวจสอบการสื่อสารขึ้นเป็นครั้งแรก การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือประกอบด้วยการวิเคราะห์ 2 องค์ประกอบหลัก คือ 1) การวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการสื่อสาร และ 2) การวิเคราะห์ความคิดที่มุ่งมั่นตั้งใจ (preoccupation analysis) เพื่อประเมินความสำเร็จของการสื่อสาร (Campbell, 2021; Sfard, 2000, 2001)

การวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) จะพิจารณาจุดเน้นทางวาทกรรม (discursive focus) ของสมาชิกที่เข้าร่วมการสนทนาในแต่ละกลุ่ม เพื่อตรวจสอบความเข้าใจว่ามุ่งเน้นไปที่วัตถุประสงค์เรื่องเดียวกันในการสื่อสาร (Campbell, 2021) ทำให้การสื่อสารแต่ละครั้งมีประสิทธิภาพ โดยในวาทกรรมหนึ่ง ๆ จะมีจุดโฟกัสหรือจุดเน้นเป็นองค์ประกอบของวาทกรรมประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) จุดเน้นของถ้อยคำ (pronounced focus) 2) จุดเน้นความตั้งใจ (attended focus) และ 3) จุดเน้นการตีความ (intended focus)

องค์ประกอบของการวิเคราะห์เชิงโฟกัส มีดังนี้

1) จุดเน้นของถ้อยคำ (pronounced focus) หมายถึง คำพุดหรือถ้อยคำต่าง ๆ ที่คู่สนทนาสรรหามาใช้เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์ของการสื่อสาร ได้แก่ ส่วนประกอบของคำพุด ซึ่งมีลักษณะเป็นคำสำคัญ (keywords) วลี (phrases) ที่ถูกนำมาใช้กับคู่สนทนา โดยคำพุดที่สื่อสารออกมานั้นเป็นไปตามกลุ่มของประสบการณ์ และเชื่อมโยงบุคคลกับข้อความตามเอกลักษณ์ของตนเอง

2) จุดเน้นความตั้งใจ (attended focus) หมายถึง วัตถุประสงค์ของการสื่อสาร การที่ผู้พุดอธิบายสิ่งที่สนใจตามวัตถุประสงค์จะสื่อสาร โดยพิจารณาว่า สนใจอะไร และสื่อสารออกมาอย่างไร

3) จุดเน้นการตีความ (intended focus) หมายถึง กลุ่มของประสบการณ์ที่เกิดจากการนำจุดเน้นของถ้อยคำ จุดเน้นความตั้งใจ และข้อความที่สื่อสารมาประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อคำพุด วลี หรือประโยค ถูกถ่ายทอดออกมา ผู้ฟังจะรับสารผ่านการตีความส่วนประกอบของคำพุดและวัตถุประสงค์ที่ต้องการสื่อสาร ซึ่งการตีความของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันตามประสบการณ์และศักยภาพในการแยกแยะ

จากนั้นพิจารณาความสอดคล้องกันในการสื่อสารขององค์ประกอบทั้งสาม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการสื่อสาร ดังนั้นการวิเคราะห์เชิงโฟกัสจึงเป็นการพิจารณาระดับวัตถุประสงค์ (object-level) ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของวาทกรรมซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการพัฒนาวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (Campbell, 2021; Sfard, 2000, 2001)

การวิเคราะห์ความคิดที่มุ่งมั่นตั้งใจ (preoccupation analysis) จะเป็นการแสดงให้เห็นว่าการสื่อสารในครั้งนั้นได้ผลหรือไม่ (Campbell, 2021) เป็นการศึกษาผ่านการตั้งคำถามว่า ผู้เข้าร่วมการสนทนามีการโต้ตอบความเคลื่อนไหวอย่างไรในช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ทั้งส่วนบุคคลและระหว่างบุคคล คำพูดของบุคคลจะถูกเข้ารหัสตามหน้าที่ของคำพูดนั้นว่าทำหน้าที่เชิงรุก คือ เชิญให้ตอบกลับ หรือทำหน้าที่เชิงโต้ตอบ คือ การตอบสนองคำพูดก่อนหน้า ใช้ผังงานการโต้ตอบ (interactivity flow chart) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ในการเข้าใจเข้าถึงธรรมชาติ และสาเหตุของปัญญา ดังนั้นการวิเคราะห์ความคิดที่มุ่งมั่นตั้งใจจึงเป็นการพิจารณาระดับภาพรวม (meta-level) เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ระหว่างกันของผู้เข้าร่วมการสนทนา (Campbell, 2021; Sfard, 2000, 2001)

แนวคิดที่ 2

Sfard (2008) ได้พัฒนามุมมองเกี่ยวกับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ว่าองค์ประกอบที่ทำให้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์แตกต่างจากวาทกรรมชนิดอื่น 4 ประการ

องค์ประกอบของการวิเคราะห์วาทกรรม มี 4 ประการที่สำคัญ ได้แก่

1) การใช้คำ (word use) เนื่องจากลักษณะเด่นอย่างหนึ่งของวาทกรรม คือ คำสำคัญ (keywords) ที่ใช้ในการสื่อสาร การใช้คำจึงมีความสำคัญในด้านของความหมายของคำที่สื่อออกมา (Sfard, 2008) คำพูดรวมถึงคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเรียกเพื่อระบุลักษณะหรือแยกแยะคำที่ถูกเรียกนั้นออกจากคำอื่น เช่น สามเหลี่ยม อนุพันธ์ หรือความชัน เป็นต้น (Biza, 2021; Sfard, 2008) ในวิชาคณิตศาสตร์คำเหล่านี้เหมือนกับคำในชีวิตประจำวันที่มีความหมายเฉพาะและไม่ได้หมายถึงสิ่งเดียวกันในวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการฝึกใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนจะทำให้การใช้คำ (word use) เป็นไปอย่างมีระเบียบมากขึ้น

2) สื่อสัญลักษณ์ (visual mediators) คือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือรูปภาพทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสังเกตเห็นได้ เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสื่อสาร เป็นสื่อกลางที่ใช้ในการสื่อสารแทนภาษาพูด สัญลักษณ์เหล่านี้จะช่วยจัดระเบียบและตั้งคำถามวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ระหว่างการโต้ตอบ เช่น ตัวเลข (2, IV, $\frac{3}{4}$) ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (+, -, ×, ÷, { }, $\sqrt{\quad}$, ≤, ≠, =) สัญลักษณ์พีชคณิต (xy, ≡) สัญลักษณ์เรขาคณิต (Δ, L, ⊥) สัญลักษณ์แคลคูลัส (\sum , \int , dx) ตัวดำเนินการเชิงตรรกะ (V, ∧, →, ↔) และอื่น ๆ

3) การเล่าเรื่องหรือบรรยาย (narratives) คือ ลำดับของคำพูดภายใต้ขอบเขตคำอธิบาย วัตถุประสงค์ ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ หรือกระบวนการ วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ควรดำเนินโดยใช้หลักความสัมพันธ์แบบนิรนัยระหว่างการเล่าเรื่องหรือบรรยาย ตัวอย่างคำบรรยายทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการรับรองว่าถูกต้อง เช่น คำจำกัดความ นิยาม หรือ ทฤษฎีบท เป็นต้น ในขั้นตอนนี้เป็นความสามารถของครูหรือนักคณิตศาสตร์ที่ต้องฝึกฝนวาทกรรมให้ชัดเจน และการอธิบายเรื่องหนึ่งอาจใช้วาทกรรมหลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้อง

4) กิจวัตร (routines) คือ รูปแบบหรือการกระทำที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ อย่างสม่ำเสมอจากการระดมการใช้คำพูด ใช้สื่อสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และการเล่าเรื่องหรือบรรยาย ซึ่งกิจวัตรทางคณิตศาสตร์นี้มักเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ การเปรียบเทียบความเหมือน/ต่าง ๆ การแก้ปัญหา โดยใช้การสาธิต คำนวณหรือคาดประมาณ เพื่อให้ได้คำตอบ

แนวคิดที่ 3

Le Roux (2008) มีมุมมองเกี่ยวกับองค์ประกอบของการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยแนวคิดของ Fairclough ในการวิเคราะห์วาทกรรมเชิงวิพากษ์ โดยพิจารณา 3 องค์ประกอบ คือ

1) ข้อความที่เป็นลายลักษณ์อักษร (text) แบ่งได้เป็นหลายชนิด เช่น ข้อความทางธุรกิจ ข้อความทางวิทยาศาสตร์ ข้อความทางคณิตศาสตร์ โดยข้อความที่สร้างขึ้นต้องมีลักษณะ 3 ประการ คือ การเป็นตัวแทน หมายถึง สิ่งที่ข้อความกล่าวถึงเกี่ยวกับโลกจริง การกระทำ หมายถึง วิธีที่ข้อความสร้างความสัมพันธ์ทางสังคม และการระบุเอกลักษณ์ หมายถึง สิ่งที่ข้อความกล่าวถึง เช่น ทักษะคิด ความเชื่อ ค่านิยม ข้อความทางคณิตศาสตร์ จะเกี่ยวข้องกับตัวเลขในโจทย์ปัญหาที่ถูกสร้างขึ้น มีการระบุคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ถ้า...แล้ว หรือมีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เฉพาะในเรื่อง

2) วิเคราะห์วาทกรรมที่มุ่งเน้นกระบวนการผลิต (discursive practice) การกระจายและการใช้ข้อความ การแก้โจทย์ปัญหาจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับความร่วมมือระหว่างผู้สอนและนักเรียน

3) แนวปฏิบัติทางสังคม (social practice) ที่วาทกรรมจะเกิดขึ้นในห้องเรียนระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

บริบทในการนำโจทย์ปัญหาที่ถูกสร้างขึ้นไปใช้ก็มีส่วนสำคัญ คือ ประการแรก การเรียนรู้ในบริบทจะช่วยเพิ่มการถ่ายทอดระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ประการที่สอง คือ บริบทในโลกแห่งความจริงเป็นปัจจัยกระตุ้นนักเรียนและทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจยิ่งขึ้น ประการที่สาม คือ บริบทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีการคิดตามลำดับขั้น จึงส่งผลดีต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนให้สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น

แนวคิดที่ 4

Adler and Ronda (2014) และ Adler (2017) มีมุมมองเกี่ยวกับองค์ประกอบของการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในการสอนของครู โดยพิจารณาลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

1) การยกตัวอย่างโจทย์ในการสอนของครู (exemplification) ประกอบด้วย 2 ประเด็นย่อย คือ 1.1) ตัวอย่างที่ครูยกมาประกอบการจัดการเรียนการสอนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์ (examples) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เป็นตัวอย่างที่แสดงความเหมือนหรือความแตกต่าง ระดับที่ 2 เป็นตัวอย่างที่มีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หลายขั้นตอน ระดับที่ 3 เป็นตัวอย่างที่มีความซับซ้อนและอ้างอิงไปยังข้ออื่น ๆ ได้ 1.2) งานที่ครูมอบหมายให้กับนักเรียน (tasks) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 สิ่งงานเหมือนตัวอย่างที่สอน ระดับที่ 2 สิ่งงานที่มีการประยุกต์ นักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกวิธีการ ระดับที่ 3 สิ่งงานที่มีแนวคิดหลากหลายและมีการเชื่อมโยงความรู้ เช่น ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนสามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี แสดงการแก้ปัญหาและให้เหตุผลประกอบได้

2) การอธิบายตัวอย่างที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน (explanation) ประกอบด้วย 2 ประเด็นย่อย คือ 2.1) การพูดคุยหรือเรียกชื่อในการอธิบาย (talk/naming) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เรียกชื่อแทนสิ่งที่อยู่ในโจทย์ด้วยการใช้ภาษาที่สับสน เช่น “อันนั้น” หรือ “อันนี้” แทนสิ่งที่จะเรียก ระดับที่ 2 เรียกชื่อหรืออ่านสัญลักษณ์โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในบางส่วน ระดับที่ 3 เรียกชื่อสิ่งที่อธิบายโดยใช้ศัพท์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม 2.2) เกณฑ์ที่ถูกต้อง (legitimizing criteria) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 การอธิบายไม่มีลักษณะที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ใช้ภาพในการสื่อความหมายหรือแทนเทคนิคการจำและใช้การเปรียบเทียบลักษณะหรือคุณสมบัติของสิ่งที่อธิบาย ระดับที่ 2 การอธิบายมีส่วนเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาของตนเอง มีการแสดงวิธีลัดสูตรลัด ระดับที่ 3 การอธิบายเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพียงบางส่วน หรือมีการอธิบายแต่ไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ ระดับที่ 4 การอธิบายแสดงอย่างชัดเจนและเป็นเรื่องทั่วไปเต็มรูปแบบ

3) การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (learner participation) ระดับที่ 1 คือ สนใจคำตอบของนักเรียนที่ตอบเพียง ใช่/ไม่ใช่ ตอบคำถามเป็นคำ ๆ ไม่เป็นประโยค ระดับที่ 2 สนใจคำตอบของนักเรียนที่ตอบคำถามประเภท “อะไร/อย่างไร” โดยตอบเป็นวลี/ประโยคสั้น ๆ ระดับที่ 3 สนใจคำตอบของนักเรียนที่ตอบคำถามประเภท “ทำไม” สามารถอธิบายเป็นประโยคครบสมบูรณ์ให้เหตุผลประกอบ มีการสนทนาหรือซักถาม โดยครูเป็นผู้ป้อนคำถามหรือทบทวนคำตอบ

การประยุกต์ใช้องค์ประกอบทั้งสามในงานวิจัยนี้ คือ การที่ครูต้องแยกความแตกต่างระหว่างการเรียกชื่อในการอธิบายและเกณฑ์ที่ถูกต้อง โดยประเด็นที่นักวิจัยมุ่งสนใจ คือ เกณฑ์ที่ถูกต้องที่ครูกำหนดมีลักษณะอย่างไร อาจเป็นคำอธิบายว่านับสิ่งใดหรือไม่นับสิ่งใดเป็นเรื่องคณิตศาสตร์ มีความเฉพาะเจาะจง เป็นเรื่องจำกัดหรือเป็นเรื่องทั่วไป จากนั้นนำมาพิจารณาการเรียกชื่อในการอธิบายว่า

หากคำอธิบายมีพื้นฐานมาจากกฎ แบบแผน ขั้นตอน นิยาม ทฤษฎีหรือกฎทั่วไป วาทกรรมของครูจะเปลี่ยนไปจากการใช้ภาษาของตนเองไปเป็นภาษาคณิตศาสตร์หรือไม่ และในที่สุดแล้ว การยกตัวอย่าง โจทย์ งานที่ครูมอบหมาย การเรียกชื่อในการอธิบายและเกณฑ์ที่ถูกต้อง จะเกิดขึ้นในบริบทของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน สิ่งที่ครูจะต้องคำนึงถึงในการสอน คือ นักเรียนจะมีโอกาสถูกเรียกให้ตอบคำถามหรือไม่ นักเรียนจะมีโอกาสใช้ภาษาคณิตศาสตร์บ้างหรือไม่ นักเรียนมีส่วนร่วมในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร และครูจะมีส่วนร่วมในการสร้างนักเรียนได้อย่างไร

แนวคิดที่ 5

Kabael and Baran (2017) ศึกษาวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูในเรื่องของการใช้ภาษาในการสื่อสารในลักษณะที่จะรวบรวมประโยคทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งวาทกรรมของครูคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอจำเป็นต้องมีการปรับปรุงวาทกรรมใหม่เพื่อการสนับสนุนการสอนให้ดีขึ้น ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของวาทกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น Kabael & Baaran ได้นำแนวคิดของ Sfard (2000, 2001) เรื่องการวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) อันประกอบด้วย 1) จุดเน้นของถ้อยคำ (pronounced focus) 2) จุดเน้นความตั้งใจ (attended focus) และ 3) จุดเน้นการตีความ (intended focus) มาพัฒนาเป็นการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ

1) การสื่อสารโดยใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ (inappropriate/inadequate discourse) คือ การพิจารณาคำพูด คำบรรยาย คำอธิบายของครูที่มีกับนักเรียน ว่ามีความเหมาะสม/ความไม่เพียงพอของข้อมูลหรือไม่ เพื่อแก้ไขและเขียนวาทกรรมใหม่โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องตามหลักการต่อไป

2) การระบุจุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม (intension) คือ การพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายของวาทกรรมคืออะไร สื่อสารได้ตรง/ไม่ตรงกับสภาพบริบทที่เป็นจริงหรือสื่อสารได้ไม่ถูกต้องหรือไม่

3) การอธิบายเหตุผลที่ไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) คือ การพิจารณาสาเหตุของความไม่เหมาะสมของการสื่อสาร/การให้ข้อมูลที่ไม่เพียงพอ ทำให้การสื่อสารเกิดความคลาดเคลื่อน

4) การสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse) เป็นการสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ ทำให้การสื่อสารเป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง

จุดสำคัญในหลักการพัฒนาวาทกรรมใหม่ ตามที่ Kabael & Baaran ได้นำเรื่องการวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) ของ Sfard (2000, 2001) มาพัฒนานั้น อยู่ที่ประเด็นการแก้ไขและเขียนวาทกรรมใหม่ (revised discourse) โดยใช้การวิเคราะห์จุดเน้นของถ้อยคำ

(pronounced focus) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของคำที่คู่สนทนาหรือครูจะใช้เพื่อระบุวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่สนใจ มาปรับปรุงและสร้างวาทกรรมที่ถูกต้องและเหมาะสมขึ้นมาใหม่ Kabaal & Baaran พบว่าเมื่อครูใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสมหรือให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการอธิบายจึงควรมีการปรับปรุงวาทกรรมใหม่โดยพัฒนาเป็น การแก้ไขและเขียนใหม่ (revised discourse)

อีกประเด็นหนึ่ง คือ การระบุจุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม (intension) และการอธิบายเหตุผลที่ไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) โดยใช้วิเคราะห์จากจุดเน้นการตีความ (intended focus) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการตีความการสื่อสารของคู่สนทนา มารระบุสิ่งที่ต้องการจะสื่อสาร เมื่อพบว่าการสื่อสารนั้นไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งใจ จึงควรอธิบายเหตุผลเกี่ยวกับความไม่เหมาะสมของวาทกรรมที่ทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ Kabaal & Baaran ได้พัฒนาขึ้นใหม่นั้นจะไม่มีจุดเน้นความตั้งใจ (attended focus) เนื่องจาก Kabaal & Baaran มีแนวคิดว่าการวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) จะไม่ได้สร้างข้อมูลเกี่ยวกับจุดเน้นความตั้งใจ (attended focus) ขึ้นมาใหม่ เพราะเป็นสิ่งที่ปรากฏในขณะที่ผู้พูดกำลังกล่าวข้อความออกมา ขึ้นอยู่กับการตีความของผู้รับสารเป็นสำคัญ

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ พบว่า ส่วนใหญ่แล้วการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ถูกนำมาใช้การเรียนการสอนในห้องเรียน การวิเคราะห์บทสนทนาระหว่างครูกับนักเรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน (Kooloos et al., 2020; Leatham et al., 2016; Moschkovich, 2003) วิเคราะห์วาทกรรมสำหรับการสอนของครู (Adler & Ronda, 2014, 2015; Cooper, 2014; Kabaal & Baaran, 2017; Le Roux, 2008; Sfard, 2000, 2001, 2008) โดยผลการสังเคราะห์งานวิจัยที่มีการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนพบว่า การนำการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือเชิงระเบียบวิธีสำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพการสื่อสารระหว่างบุคคล ช่วยให้สามารถวิเคราะห์บทสนทนาผ่านพิจารณาเนื้อหา การสื่อสารระหว่างนักเรียนและครู นอกจากนี้การจำลองการใช้คำที่ชัดเจนในการอธิบายหรือเล่าเรื่องที่แตกต่างกัน จะทำให้คำเดียวกันอาจใช้กับความหมายที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญของการตรวจสอบคำบรรยาย วาทกรรมใหม่อาจเกิดขึ้นส่งผลให้กิจกรรมวาทกรรมของนักเรียนพัฒนาขึ้น การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในฐานะวาทกรรมย่อยจะทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างวาทกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้การวิเคราะห์วาทกรรมยังช่วยให้ครูออกแบบการยกตัวอย่างตามบริบทได้สอดคล้องกับงานที่มอบหมายให้นักเรียน และทำให้ครูเลือกใช้การสื่อสาร

ผ่านปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างงานวิจัยที่นำการวิเคราะห์วาทกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจำนวน 3 งาน ดังนี้

Sfard (2000) ศึกษาการใช้การวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) ในการตรวจสอบวาทกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ discursive focus มี 3 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ส่วนประกอบของคำพูด (pronounce focus) 2) พิจารณาว่าผู้พูดสนใจอะไร และสื่อสารออกมาอย่างไร (attended focus) 3) ตีความส่วนประกอบของคำพูดและวัตถุประสงค์ที่ต้องการสื่อสาร (intended focus) ผลการวิจัยพบว่า วาทกรรมทางคณิตศาสตร์สามารถพบได้ในห้องเรียน การให้ความสนใจในการใช้คำอุปมาอุปไมยเพื่อเปรียบเทียบความหมายของคำจะเป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างวาทกรรมต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ดังตาราง 2.5

ตาราง 2.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมเชิงโฟกัสจากคำพูดของ Brad

ตัวอย่างวาทกรรมของ Brad: “ดูซิ มีสี่เหลี่ยมอยู่ข้างหลังแบตเตอรี่ที่ใช้งานมากกว่า 80 ชั่วโมง ฉันอยากได้แบตเตอรี่ที่มีความเสถียรซึ่งฉันรู้ว่าจะใช้งานได้มากกว่า 80 ชั่วโมง มากกว่าแบตเตอรี่ที่ฉันพยายามสม”		
ส่วนประกอบของคำพูด	สิ่งที่สนใจ	การตีความ
“แบตเตอรี่ที่มีความเสถียร (consistent battery)”	1. ตรวจสอบผลของข้อมูลชุดหนึ่งเพื่อพิจารณากราฟที่ค่าในแนวตั้งมีค่าเกิน 150 2. การทำซ้ำกระบวนการเดิมในข้อมูลชุดที่สอง 3. เลือกแบตเตอรี่ที่มีความเสถียร	แบตเตอรี่ที่มีความเสถียร คือ แบตเตอรี่ที่ใช้งานได้ยาวนานซึ่งเป็นส่วนย่อยหนึ่งของแบตเตอรี่ที่มีความเสถียร

อ้างอิง: Sfard (2000)

Adler and Ronda (2014) ศึกษาการสอนและวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูในแอฟริกาใต้ โดยพิจารณาตัวอย่างโจทย์ที่สอน งานที่ครูมอบหมายหลังการจัดการเรียนการสอน การพูดคุยโดยการเลือกคำและบริบทในการอธิบายเนื้อหาตัวอย่างและรูปแบบปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ ภายใต้กรอบแนวคิดในการสอน (mathematics discourse in instruction: MDI) เนื้อหาที่สอน คือ เรื่องเศษส่วนพหุนามของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างโจทย์ที่ครูให้ยกตัวอย่างมีทั้งหมด 4 ตัวอย่างที่มีความซับซ้อนจากน้อยไปมากตามลำดับ งานที่ครูได้มอบหมายหลังคาบเรียนให้นักเรียนทำเป็นไปตามระดับความยากง่ายตามที่ครูยกตัวอย่างในคาบเรียน การพูดคุยโดยการใช้คำอธิบายของครูอยู่ในระดับปานกลาง คือ ครูมีการใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการใช้คำพูดที่เข้าใจง่ายในการอธิบายเนื้อหาส่วนอื่น ขณะที่เกณฑ์ของคำพูดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ครูมีการใช้ในระดับปานกลางโดย

พบได้จากบทสนทนาในห้องเรียนที่มีการนำบริบทตามท้องถิ่นมาใช้ในการอธิบาย แต่ระดับปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจาก ในขณะที่ครูสอนและใช้การอธิบายเนื้อหาเหล่านั้น ครูใช้วิธีการถามและให้นักเรียนตอบเป็นคำ ๆ โดยครูพูดประโยคนำมาก่อน มีเพียงบางครั้งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบเป็นวลีหรือประโยค

Kabael and Baran (2017) ศึกษาวาทกรรมคณิตศาสตร์ของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหนึ่งคนและวาทกรรมคณิตศาสตร์ของครูระดับสูงที่มีลักษณะที่มุ่งหวังหนึ่งคน มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์วาทกรรมคณิตศาสตร์ของครูที่มีลักษณะที่มุ่งหวังระดับสูงที่ได้รับการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และวาทกรรมของครูระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์ นอกจากนี้ยังมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาอนาคตเกี่ยวกับผลกระทบของการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์สอบที่มีต่อวาทกรรมทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์วาทกรรม งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบปรากฏการณ์วิทยา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การวิเคราะห์เชิงโฟกัส (focal analysis) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์และกำหนดวาทกรรมที่ไม่เหมาะสมทั้งหมด (inappropriate/inadequate discourse) 2) ระบุจุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรมนั้น (intension) 3) อธิบายเหตุผลของความไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) 4) การสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse) ผลการวิจัยพบว่า วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูทั้งสองคนมีความแตกต่างกัน โดยครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีประสบการณ์จะละเลยการสื่อสารผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ควรจะเน้นให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ ในขณะที่ครูที่มีลักษณะที่มุ่งหวังที่ได้รับการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะให้ความสำคัญกับวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ จึงเลือกใช้คำมุ่งเน้นไปที่การอธิบายเพื่อสื่อความให้ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะของผู้เข้าร่วมวิจัยและการขาดการศึกษาเกี่ยวกับผลของประสบการณ์การสอนที่มีต่อวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ส่งผลต่อผลลัพธ์ ดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 ตัวอย่างการเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ

ตัวอย่างวาทกรรมของครู: “Emre ได้รับเงินค่าขนมวันละ 80 บาท ให้นักเรียนลองคำนวณค่าขนมและใส่ลงในตาราง”			
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	เขียนวาทกรรมใหม่ที่แก้ไขแล้ว
ให้นักเรียนลองคำนวณด้วยจำนวนใด ๆ และใส่ลงในตาราง	เพื่อให้ นักเรียน เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเงินของ Emre กับจำนวนสัปดาห์	ความหมายที่กำกวมของคำว่า “นี่ถึงจำนวนใด”	เรามาสร้างตารางพิจารณาเงินที่จะได้ในแต่ละวันของสัปดาห์กันค่ะ

อ้างอิง: Kabael and Baran (2017)

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า งานวิจัยของต่างประเทศ มีการตรวจสอบการรับรู้และวัดระดับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งชีวิตจริงของครูและนักเรียน ในขณะที่สภาพบริบทไทย มักพบงานวิจัยที่มุ่งพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ระหว่างบทเรียนของนักเรียน แต่การวัดระดับความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งชีวิตจริงของครูยังมีน้อย และการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนยังไม่ค่อยปรากฏการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกชีวิตจริง ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในการเรียนรู้ยุคศตวรรษที่ 21 (OECD, 2021) เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมและใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะเกิดทักษะในการแก้ปัญหา เห็นประโยชน์ของบทเรียนและเห็นคุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลจากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) และวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) ตามแนวคิดการวิเคราะห์วาทกรรมของ Kabaël and Baran (2017) มีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ 1) การสื่อสารโดยใช้ภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ (inappropriate/inadequate discourse) 2) การระบุจุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม (intension) 3) การอธิบายเหตุผลถึงความไม่เหมาะสม (reason of inappropriateness) 4) การสื่อสารที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse) เพื่อนำข้อมูลไปใช้สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง



ภาพ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive research) โดยใช้แนวคิดการสร้างแผนภาพโน้ตส์ (concept mapping) และการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) ในการเก็บข้อมูลจากแหล่งเอกสารและการสัมภาษณ์ครู เพื่อพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

การส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงในการวิจัยครั้งนี้ตั้งอยู่บนฐานแนวคิดที่ว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูจะมีวิธีการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงในบริบทต่าง ๆ ได้โดยใช้บริบทในการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา ซึ่งสามารถวิเคราะห์แนวปฏิบัติของครูได้โดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) และครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางภาษาในการเชื่อมโยงและมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ปรากฏผ่านทางการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูใช้ขณะสอนในห้องเรียน ข้อมูลที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาคู่มือครู ดังนั้นคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะทำให้ครูได้ข้อมูลสารสนเทศนำไปใช้เพื่อวางแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ ต่อยอด เพื่อปฏิบัติได้ชัดเจนขึ้น

กระบวนการวิจัยครั้งนี้จึงแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

ขั้นที่ 1 เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในโลกจริงของครูโดยใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร หนังสือเรียนต่าง ๆ และสัมภาษณ์ครู แล้วนำไปสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบทในโลกจริง นำมาใช้ในการออกแบบคู่มือครูตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ขั้นที่ 2 เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทจริงในโลกโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เพื่อกำหนดวิธีหรือภาษาในการสื่อสารของครู นำมาใช้ในการออกแบบคู่มือครูตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทจริงในโลกและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3



ภาพ 3.1 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นที่ 1 การวิจัยเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping)

ในการวิจัยระยะนี้เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 คือ เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร หนังสือเรียนต่าง ๆ และสัมภาษณ์ครู การวิจัยขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการศึกษาจากแหล่งข้อมูลเอกสาร และส่วนที่สองเป็นการสัมภาษณ์ครู รายละเอียดดังนี้



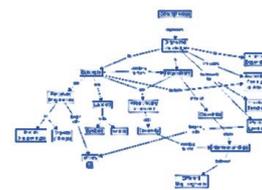
การวิจัยเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทโลกจริง
วัตถุประสงค์ เพื่อรวบรวมแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูเพื่อให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลวิเคราะห์และสังเคราะห์



การศึกษาเอกสารจากหนังสือ
แบบฝึกหัด คู่มือครู



สัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์
ที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด



วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติ
ในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์
กับบริบทในโลกแห่งความจริง

ภาพ 3.2 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนแรก การศึกษาแหล่งข้อมูลเอกสาร ผู้วิจัยใช้การศึกษาแหล่งข้อมูลเอกสารเพื่อศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริง

แหล่งข้อมูลเอกสาร

มีทั้งในรูปแบบของหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกหัด ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 และ 2 คัดเลือกจากสำนักพิมพ์ต่าง ๆ จำนวนทั้งสิ้น 10 รายการ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริงเพื่อนำมาใช้กำหนดองค์ประกอบในคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง รายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาเอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครูและแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2) สรุปสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริง

3) จัดทำแผนภาพมโนทัศน์จากการวิเคราะห์หนังสือ

เครื่องมือวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือวิจัยคือ เอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกหัด และแผนภาพมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริงที่สร้างขึ้นจากการสังเคราะห์หนังสือเรียน คู่มือครูและแบบฝึกหัด ซึ่งแผนภาพมโนทัศน์ในขั้นตอนนี้จะใช้เป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ครูในชั้นที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ว่าทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของครู และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในชั้นที่ 3 ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครูและแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริง ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) การศึกษาเอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครูและแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ส่วนที่สอง การวิจัยเชิงบรรยายโดยใช้การสัมภาษณ์ครู ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงบรรยายโดยใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ในการเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง รายละเอียดดังนี้

ผู้ให้ข้อมูล

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวนครู 9 คน

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างวิจัยและการเข้าถึงตัวอย่าง

เนื่องจากการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เป็นเรื่องที่ต้องอาศัยประสบการณ์ในการสอนและมีสื่อประกอบการสอนที่หลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลในระยะนี้โดยเลือกจากครูที่มีคุณลักษณะคือ 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องกับ

การสอนคณิตศาสตร์ 2) มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูในอดีต 3) ครูรุ่นใหม่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูยุคใหม่ หรือ 4) เป็นครูผู้ได้รับการยอมรับหรือยกย่องว่ามีความสามารถสูงในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น เคยมีผลงานรางวัลระดับชาติ หรือ จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ เป็นผู้ที่มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์

การเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยส่งเอกสารที่โรงเรียนเพื่อขอเข้าไปเก็บข้อมูลวิจัย จากนั้นขออนุญาตครูเพื่อสัมภาษณ์ในช่วงเวลาที่ครูสะดวกและเสร็จสิ้นจากการสอน เป็นการสัมภาษณ์ภายนอกห้องเรียน โดยผู้วิจัยไม่มีการเข้าไปสังเกตการณ์สอนหรือไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของครู

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยจะยุติการเก็บข้อมูลหรือไม่นำผลการสัมภาษณ์มาใช้ เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยมีลักษณะตรงกับข้อใดข้อหนึ่ง คือ 1) ผู้เข้าร่วมวิจัยให้สัมภาษณ์โดยอธิบายถึงลักษณะการสอนของตนเองที่มุ่งเน้นการสอนเนื้อหาหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว 2) ขาดประสบการณ์หรือไม่ให้ความสำคัญในการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง 3) ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถให้ข้อมูลได้ครบตามประเด็นการสัมภาษณ์

การพิทักษ์สิทธิ์ตัวอย่างวิจัย

สำหรับการสัมภาษณ์บุคคลแบบเผชิญหน้าและทางโทรศัพท์

ผู้วิจัยขออนุญาตครูเข้าร่วมเป็นตัวอย่างวิจัย และนำตัวเองพร้อมอธิบายวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลไปสร้างแผนภาพโน้ตค้น (concept mapping) โดยแผนภาพโน้ตค้นที่สร้างขึ้นจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จะทำให้เห็นแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

มีการชี้แจงขอความร่วมมือในการสัมภาษณ์ตัวอย่างตามความสมัครใจ ให้ตัวอย่างเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเอง ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย แจ้งให้ทราบถึงการเก็บรักษาข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เป็นความลับ ผลที่ได้นำไปใช้ในการสร้างแผนภาพโน้ตค้นเพื่อนำเสนอเป็นผลวิจัยในภาพรวมเท่านั้น เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริง เพื่อนำมาใช้กำหนดองค์ประกอบในคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง รายละเอียดดังนี้

1) คัดเลือกผู้ให้ข้อมูลในระยะนี้โดยเลือกจากครูที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด

2) สัมภาษณ์ครูเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากเนื้อหาที่มีความเป็นไปได้ในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 บทเรียน ได้แก่

- 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง
- 2) สมบัติของเลขยกกำลัง
- 3) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 4) การแปลงทางเรขาคณิต และ
- 5) สถิติ

3) สรุปสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทบริบทโลกแห่งความจริง

4) จัดทำแผนภาพมโนทัศน์จากการสัมภาษณ์ครู

5) ประเมินคุณภาพของแผนภาพมโนทัศน์โดยใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และใช้คำสั่ง Compare to Cmap เพื่อเปรียบเทียบการจับคู่มโนทัศน์ด้วยโปรแกรม CmapTools

การประเมินแผนภาพมโนทัศน์

การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน จากนั้นปรับแก้ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยนำเกณฑ์ที่ใช้เพื่อพิจารณาการให้คะแนนแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984) มาปรับใช้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณตามสูตรการคำนวณร้อยละของคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนับคะแนนที่ได้จากมติการประเมิน 4 มติ ได้แก่

- 1) มติความสัมพันธ์ของประพจน์หรือข้อความ (propositions)
- 2) มติความเป็นลำดับชั้น (hierarchy)
- 3) มติของการเชื่อมโยงข้าม (cross links) และ
- 4) มติการแสดงตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (examples)

ดังตาราง 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 3.1 เกณฑ์การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984)

มติการประเมิน	คะแนนที่ได้
1) ความสัมพันธ์ของประพจน์หรือข้อความ (propositions)	ได้รับ 1 คะแนน หากแสดงความสัมพันธ์ถูกต้อง
2) ลำดับชั้น (hierarchy)	ได้รับ 5 คะแนน หากเนื้อหาหมโนทัศน์แต่ละระดับถูกต้องตามแต่ละลำดับชั้น
3) การเชื่อมโยงข้าม (cross links)	ได้รับ 10 คะแนน หากแต่ละการเชื่อมโยงมีความถูกต้องและแสดงรายละเอียดส่วนที่สำคัญของการเชื่อมโยง และ ได้รับ 2 คะแนน หากแต่ละการเชื่อมโยงมีความถูกต้องแต่ไม่แสดงรายละเอียดส่วนที่สำคัญของการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดหรือหมโนทัศน์
4) ตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (examples)	หากมีตัวอย่างจะได้รับ 1 คะแนน และตัวอย่างที่แสดงจะไม่ใส่วงกลมเพราะไม่ใช่แนวคิดหรือหมโนทัศน์

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแผนภาพมโนทัศน์ตามแนวคิดของ Gowin and Novak (1984) ได้กำหนดประเด็นประเมิน 4 ประเด็น ได้แก่ 1) มิติความสัมพันธ์ของประพจน์หรือข้อความ (propositions) คือ การพิจารณาความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างสองแนวคิดที่ระบุโดยเส้นเชื่อมโยงหรือคำเชื่อมโยง 2) มิติความเป็นลำดับชั้น (hierarchy) คือ การพิจารณาว่าแผนภาพมโนทัศน์แสดงไว้เป็นลำดับชั้นหรือไม่ มีมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงอยู่ด้านบนและมีมโนทัศน์ที่เป็นแนวคิดทั่วไปอยู่ในลำดับถัดลงมา 3) มิติของการเชื่อมโยงข้าม (cross links) คือ พิจารณาว่าแผนภาพมโนทัศน์มีการแสดงการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มแนวคิดหรือมโนทัศน์ของลำดับชั้นกับแนวคิดหรือมโนทัศน์อื่นหรือไม่ 4) มิติการแสดงตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (examples) คือ การพิจารณาว่ามีเหตุการณ์เฉพาะหรือตัวอย่างที่แสดงถูกต้องตามป้ายกำกับแนวคิดหรือไม่ และตัวอย่างที่แสดงจะไม่ใส่วงกลมเพราะไม่ใช่แนวคิดหรือมโนทัศน์ ในการจัดทำแผนภาพมโนทัศน์สามารถปรับปรุงความชัดเจนของความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดหรือมโนทัศน์ที่แสดงบนแผนภาพมโนทัศน์ได้เสมอโดยการจัดทำแผนภาพมโนทัศน์ซ้ำ เพื่อเพิ่มความหมายขององค์ประกอบที่ขาดหายหรือแนวคิดที่ยังไม่เด่นชัดในการแสดงความคิด

สูตรการคำนวณคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 1 คน Gowin and Novak (1984)

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละของคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 1 คน} = \\ & \frac{\text{คะแนนที่นับได้จาก 4 มิติตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 1 คน}}{\text{คะแนนเต็มที่นับได้ทั้ง 4 มิติ}} \times 100 \end{aligned}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สูตรการคำนวณคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

$$\begin{aligned} & \text{ร้อยละของคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน} = \\ & \frac{\text{คะแนนที่นับได้จาก 4 มิติตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน}}{\text{คะแนนเต็มที่นับได้ทั้ง 4 มิติ รวมจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน}} \times 100 \end{aligned}$$

เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสม จากนั้นแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ ก่อนนำเครื่องมือไปใช้ในการสัมภาษณ์จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยใช้โปรแกรม CmapTools จัดทำแผนภาพมโนทัศน์จากการวิเคราะห์หนังสือ สัมภาษณ์ครู และสรุปรวม และนำแผนภาพมโนทัศน์ไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ในประเด็นดังนี้ 1) การยกตัวอย่างการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง 2) แหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้าเพื่อนำมาสอนหรือสร้างแบบฝึกหัดเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง 3) วิธีการสอนที่ครูเลือกใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาที่แตกต่างกัน 4) ลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมในการยกตัวอย่างในแต่ละเนื้อหา ได้แก่ เรื่องจำนวนจริง เลขยกกำลัง ทฤษฎีพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิตและสถิติ และ 5) ปัญหาหรืออุปสรรคในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง แล้วจัดทำแผนภาพมโนทัศน์จากการสัมภาษณ์ครู จากนั้นนำไปประเมินแผนภาพมโนทัศน์โดยผู้เชี่ยวชาญ

2. การประเมินแผนภาพมโนทัศน์ใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน แล้วคำนวณตามสูตรการคำนวณคะแนนประเมินแผนภาพมโนทัศน์ของ Gowin and Novak (1984)

จากนั้นนำผลวิจัยในขั้นที่ 1 ไปใช้เป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ครูในขั้นที่ 2 เพื่อวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการสร้างคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในขั้นที่ 3 ต่อไป

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ของครู

ในรยะนี้เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 คือ เพื่อวิเคราะห์ระดับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครูและวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) ของครูในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ การวิจัยในขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพโดยใช้การสัมภาษณ์ครู และ 2) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จากการสัมภาษณ์ครู



การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู

วัตถุประสงค์ เพื่อกระตุ้นให้ครูแสดงคำพูดที่ใช้ในการสื่อสารกับนักเรียนเพื่อให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลวิเคราะห์



การศึกษาเอกสารจากหนังสือ
แบบฝึกหัด คู่มือครู



สัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์
ที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด



วิเคราะห์วาทกรรม
ทางคณิตศาสตร์ของครู

ภาพ 3.3 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 2

ส่วนแรก การศึกษาแหล่งข้อมูลเอกสาร ผู้วิจัยใช้การศึกษาแหล่งข้อมูลเอกสารเพื่อศึกษา
วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

แหล่งข้อมูลเอกสาร

มีทั้งในรูปแบบของหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกหัด ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1
และ 2 คัดเลือกจากสำนักพิมพ์ต่าง ๆ จำนวนทั้งสิ้น 10 รายการ

ส่วนที่สอง การวิจัยเชิงบรรยายโดยใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structured
Interview) ในการเก็บข้อมูล เพื่อศึกษาวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู

ผู้ให้ข้อมูล

ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) สำนักงาน
คณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวนครู 9 คน

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างวิจัยและการเข้าถึงตัวอย่าง

เนื่องจากการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เป็นเรื่องที่ต้อง
อาศัยประสบการณ์ในการสอนและมีสื่อประกอบการสอนที่หลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผู้ให้
ข้อมูลในระยะนี้โดยเลือกจากครูที่มีคุณลักษณะคือ 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องกับ
การสอนคณิตศาสตร์ 2) มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่
สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูในอดีต 3) ครูรุ่นใหม่ที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูยุค
ใหม่ หรือ 4) เป็นครูผู้ได้รับการยอมรับหรือยกย่องว่ามีความสามารถสูงในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น

เคยมีผลงานรางวัลระดับชาติ หรือ จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ เป็นผู้มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์

การเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยส่งเอกสารที่โรงเรียนเพื่อขอเข้าไปเก็บข้อมูลวิจัย จากนั้น ขอนัดหมายครูเพื่อสัมภาษณ์ในช่วงเวลาที่ครูสะดวกและเสร็จสิ้นจากการสอน เป็นการสัมภาษณ์ ภายนอกห้องเรียน โดยผู้วิจัยไม่มีการเข้าไปสังเกตการณ์สอนหรือไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของครู

เกณฑ์การคัดออกตัวอย่างวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ โดยผู้วิจัยจะยุติการเก็บข้อมูลหรือไม่นำผลการสัมภาษณ์มาใช้ เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยมีลักษณะตรงกับข้อใดข้อหนึ่ง คือ 1) ผู้เข้าร่วมวิจัยให้สัมภาษณ์ โดยอธิบายถึงลักษณะการสอนของตนเองที่มุ่งเน้นการสอนเนื้อหาหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว 2) ขาดประสบการณ์หรือไม่ให้ความสำคัญในการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง 3) ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถให้ข้อมูลได้ครบตามประเด็นการสัมภาษณ์

การพิทักษ์สิทธิ์ตัวอย่างวิจัย

สำหรับการสัมภาษณ์บุคคลแบบเผชิญหน้าและทางโทรศัพท์

ผู้วิจัยขออนุญาตครูเข้าร่วมเป็นตัวอย่างวิจัย แนะนำตัวเองพร้อมอธิบายวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลไปวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) โดยวาทกรรมจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จะทำให้เห็นแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาวาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาใช้กำหนดองค์ประกอบในคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง รายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาเอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครูและแบบฝึกหัดที่เกี่ยวข้องกับการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

2) สัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู มีการชี้แจงขอความร่วมมือในการสัมภาษณ์ตัวอย่างตามความสมัครใจ ให้ตัวอย่างเป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเอง ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย แจ้งให้ทราบถึงการเก็บรักษาข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เป็นความลับ ผลที่ได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อนำเสนอเป็นผลวิจัยในภาพรวมเท่านั้น เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจะไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

3) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดการวิเคราะห์ ทฤษฎีของ Kabael and Baran (2017) จากนั้นเขียนทฤษฎีใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มี คุณภาพ

เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสม จากนั้นแก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำ ของอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ ก่อนนำเครื่องมือไปใช้ในการสัมภาษณ์จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารจากหนังสือเรียน คู่มือครู แบบฝึกหัด และสัมภาษณ์ครูที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปและวิเคราะห์ ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ จากนั้นเขียนทฤษฎีใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ ใช้ ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ จะนำมาวิเคราะห์หาทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน การใช้ภาษาในการสื่อสารเพื่อแสดงการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครูที่ ปรากฏผ่านทางการใช้ภาษาการสื่อสาร ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) อ้างอิงแนวคิดของ Sfard (2001) โดยใช้ focal analysis เพื่อ ตรวจสอบประสิทธิภาพของการสื่อสาร (Kabael & Baran, 2017) ประกอบด้วยรายละเอียดสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

- 1) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอกับผู้เรียน โดยวิเคราะห์ภาษาที่ครู ใช้ได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ (inappropriate/inadequate discourse)
- 2) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่ตรงกับสภาพบริบทที่เป็นจริง (intension)
- 3) การสื่อสารด้วยภาษาที่สะท้อนการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เป็นการสื่อสารที่ทำให้เกิด ความคลาดเคลื่อน (reason of inappropriateness)
- 4) การสื่อสารด้วยภาษาที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse)

Kabael and Baran (2017) ได้นำเสนอเทคนิคการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง พัฒนามาจากแนวคิดของ Sfard (2001) โดยมีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการสื่อสาร 4 ประการ แต่เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดลองสัมภาษณ์ (tryout) กับตัวอย่างวิจัยพบว่า เหตุผลสำคัญ ประการหนึ่งที่ทำให้ครูไม่สามารถจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่ง ความจริงได้อย่างแท้จริง คือ ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on

maths) ทำให้ครูเข้าใจผิด เมื่อตัวครูเกิดความเข้าใจผิด จะไม่สามารถสื่อสารหรืออธิบายเนื้อหาความรู้ที่ถูกต้องได้ และยังไม่สามารถแสดงวาาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงได้

จากผลการทดลองสัมภาษณ์นี้ (tryout) ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ผู้วิจัยทราบว่ามีประเด็นเรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูเข้ามาเกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงโดยจะปรากฏผ่านการแสดงวาาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู จากประเด็นที่ปรากฏขึ้นนี้ทำให้ผู้วิจัยตั้งคำถามวิจัยย่อยขึ้นใหม่ (sub research question) ในระหว่างดำเนินการวิจัย คือ “มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูที่มักพบผ่านทางวาาทกรรมทางคณิตศาสตร์มีเรื่องใดบ้าง และมีลักษณะอย่างไร” และผู้วิจัยได้ข้อค้นพบใหม่ระหว่างดำเนินการทดลองสัมภาษณ์ อันเป็นการจุดประกายประเด็นที่สำคัญประเด็นใหม่ขึ้นในการวิเคราะห์วาาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งลักษณะการดำเนินงานเช่นนี้เป็นไปตามหลักการของการวิจัยก่อรูป (formative research)

จากประเด็นเรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครู (misconception on maths) ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิให้นำคำถามวิจัยย่อย (sub research question) ที่ได้เกิดขึ้นระหว่างทางที่มีการศึกษาวิจัยไปเป็นประเด็นในการวิจัย เพื่อให้ได้สารสนเทศในการตอบคำถามวิจัยหลัก จึงเกิดการก่อตัวให้ผู้วิจัยนำประเด็นเรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูมาวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ดังนั้นการทำวิจัยครั้งนี้จะใช้การวิเคราะห์วาาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อเป้าหมาย 2 ส่วน คือ

1) ใช้แนวคิดของ Kabael and Baran (2017) ที่อ้างอิงแนวคิดของ Sfard (2001) เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเชื่อมโยง โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1.1) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอกับผู้เรียน โดยวิเคราะห์ภาษาที่ครูใช้ได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ (inappropriate/inadequate discourse)

1.2) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่ตรงกับสภาพบริบทที่เป็นจริง (intension)

1.3) การสื่อสารด้วยภาษาที่สะท้อนการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เป็นการสื่อสารที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน (reason of inappropriateness)

1.4) การสื่อสารด้วยภาษาที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse)

2) ปรับเพิ่มการวิเคราะห์อีกหนึ่งมิติ คือ เรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ที่ปรากฏผ่านวาาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู

ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในบริบทโลกแห่งความจริง

ในขณะนี้เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 คือ สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ มีรายละเอียด ดังนี้

การสร้างและพัฒนาคู่มือครู ประกอบด้วย ขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน คือ 3.1) การสร้างคู่มือครู และ 3.2) การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

3.1 การสร้างคู่มือเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ขั้นตอนการสร้างคู่มือครู

1) ผู้วิจัยสรุปผลการค้นพบที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์แผนภาพโน้ตค้นในขั้นที่ 1 และผลการค้นพบที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ในขั้นที่ 2 ในงานวิจัยเป็นประเด็นเพื่อนำไปสู่การออกแบบคู่มือครู

2) ผู้วิจัยนำผลการค้นพบในงานวิจัยมาสรุปประเด็นเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการออกแบบคู่มือครูให้ครอบคลุมในภาพรวม ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่

- 2.1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ
- 2.2) สารความรู้
- 2.3) ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม
- 2.4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม
- 2.5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้
- 2.6) ตัวอย่างกิจกรรม
- 2.7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน
- 2.8) แบบประเมินตนเอง

3) ผู้วิจัยนำคู่มือครู ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.2 การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้

ผู้วิจัยนำคู่มือครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยการทำแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ในการส่งเสริม

การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พร้อมให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นผู้วิจัยนำ ข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาคู่มือครู

ผู้ให้ข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญเป็นครูคณิตศาสตร์ที่มีคุณลักษณะคือ 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ 2) มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูในอดีต 3) ครูรุ่นใหม่ที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูยุคใหม่ หรือ 4) เป็นครูผู้ได้รับการยอมรับหรือยกย่องว่ามีความสามารถสูงในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น เคยมีผลงานรางวัลระดับชาติ หรือ จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ เป็นผู้มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์ จำนวน 7 คน

ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

1) นำคู่มือครูที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน โดยการทำแบบประเมิน มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายปิดประเภทมาตราประเมินค่า 5 ระดับ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ในการส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

2) ปรับปรุงแก้ไขคู่มือครูตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3) นำคู่มือครูที่ปรับแก้แล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

4) จัดทำคู่มือครูฉบับสมบูรณ์

เครื่องมือวิจัย

แบบประเมินและเก็บข้อมูลสัมภาษณ์ความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คนที่มีคุณลักษณะตามที่กำหนด ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายปิด จำนวน 15 ข้อ ด้วยมาตราประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมินความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ มาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ น้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ น้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการสร้างคู่มือครูและให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คนทำแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

จากนั้นนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขคู่มือครู และจัดทำคู่มือครูฉบับสมบูรณ์ ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู จากนั้นนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลผลการประเมิน ดังตาราง 3.2

ตาราง 3. 2 เกณฑ์การแปลผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	การแปลผลการประเมิน
4.50-5.00	ความเหมาะสมของคู่มือครู/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับ มากที่สุด
3.50-4.49	ความเหมาะสมของคู่มือครู/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับ มาก
2.50-3.49	ความเหมาะสมของคู่มือครู/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับ ปานกลาง
1.50-2.49	ความเหมาะสมของคู่มือครู/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับ น้อย
1.00-1.49	ความเหมาะสมของคู่มือครู/ความเป็นไปได้อยู่ในระดับ น้อยที่สุด

การจัดทำคู่มือครูฉบับสมบูรณ์

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขคู่มือครูตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ประกอบด้วย ปก คำนำ สารบัญ องค์กรประกอบต่าง ๆ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ 2) สารความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ 2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์ และแหล่งเอกสารต่าง ๆ 3) สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิจัยเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) ในขั้นนี้มีสองส่วนคือ ส่วนแรกศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร คู่มือครู หนังสือเรียนต่าง ๆ และส่วนที่สองการสัมภาษณ์ครู ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ของครู โดยใช้การสัมภาษณ์ครู ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในบริบทโลกแห่งความจริง แบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู

ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนต้นที่ 1 เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัยจำแนกตามครูที่มีคุณลักษณะคือ 1) เป็นครูที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ 2) มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาตรี 3) ครูรุ่นใหม่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาตรี 4) เป็นครูที่ได้รับการยอมรับหรือยกย่องว่ามีความสามารถสูงในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น เคยมีผลงานรางวัลระดับชาติ หรือ จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หรือ เป็นผู้ที่มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การวิจัยเพื่อกำหนดแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทของโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) ในขั้นตอนนี้มีสองส่วนคือ ส่วนแรกศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร คู่มือครู หนังสือเรียนต่าง ๆ และส่วนที่สองการสัมภาษณ์ครู ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ของครู โดยใช้การสัมภาษณ์ครู ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในโลกแห่งความจริง แต่เนื่องจากขั้นที่ 1 ในส่วนแรกเป็นการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสาร คู่มือครู หนังสือเรียนต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงไม่ได้นำเสนอค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัยส่วนนี้ แต่นำเสนอค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัยของขั้นที่ 1 ในส่วนที่สอง และขั้นที่ 2 ด้วยค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ความถี่และร้อยละรายละเอียดดังนี้

ค่าสถิติพื้นฐานของตัวอย่างวิจัยของขั้นที่ 1 การศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู และขั้นที่ 2 การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ของครู

การวิจัยในขั้นที่ 1 ในส่วนที่สองเป็นขั้นที่ใช้การสัมภาษณ์ครูเพื่อนำข้อมูลไปสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) และขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ใช้การสัมภาษณ์ครูเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (discourse analysis) ซึ่งตัวอย่างวิจัยทั้งสองขั้นเป็นผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน โดยตัวอย่างวิจัยเป็นครูคณิตศาสตร์ที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 9 คน จำแนกตามคุณลักษณะของครูพบว่า มีครูที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ จำนวนเท่ากัน คือ เป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาตรี จำนวน 3 คน (ร้อยละ 33.33) เป็นครูรุ่นใหม่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหรือปริญญาตรี จำนวน 3 คน (ร้อยละ 33.33) และเป็นผู้ที่มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์ จำนวน 3 คน (ร้อยละ 33.33)

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะของครูผู้ให้ข้อมูลสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล สามารถอธิบายบริบทคุณลักษณะของครู มีรายละเอียดดังนี้

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1

เป็นครูที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นเก่า ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ในโรงเรียนสังกัด อว. จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์ในการสอนประมาณ 5 ปี และเชี่ยวชาญในการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL)

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2

เป็นครูรุ่นใหม่ที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นใหม่ ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 5 มีผลงานได้รับรางวัลนิติตพิภกสอนดีเด่นด้านคุณลักษณะความเป็นครู และรางวัลนิติตพิภกสอนดีเด่น สาขาคณิตศาสตร์

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3

เป็นครูคณิตศาสตร์ ที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นเก่าปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 4 และ 5 ในโรงเรียนสังกัด สช.จังหวัดกรุงเทพมหานครมีประสบการณ์สอนประมาณ 15 ปี มีผลงานได้รับรางวัลนิติตพิภกสอนดีเด่นและผลิตสื่อการสอนดีเด่น

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4

เป็นครูชำนาญการ ที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นเก่าปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3-4 ในโรงเรียนสังกัด สพฐ.จังหวัดหนองคาย มีประสบการณ์สอนประมาณ 15 ปี

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5

เป็นครูรุ่นใหม่ที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นใหม่ ได้รับเกียรติวิทยานิพนธ์หนึ่งเหรียญทอง ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 5 มีผลงานได้รับรางวัลนิติตพิภกสอนดีเด่นด้านคุณลักษณะความเป็นครู

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6

เป็นครูรุ่นใหม่ที่จบการศึกษาจากหลักสูตรการผลิตครูรุ่นใหม่ มีผลงานได้รับรางวัลนิติตพิภกสอนดีเด่น

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 7

เป็นครูชำนาญการ ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เคยมีประสบการณ์สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ในโรงเรียนสังกัด สพฐ.จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีประสบการณ์สอนประมาณ 11 ปี มีผลงาน ดังนี้

- ปี 2557 ได้รับคัดเลือกจากโครงการพัฒนาศักยภาพครูเพื่อเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ให้ได้รับทุนไปศึกษาดูงาน ณ ประเทศญี่ปุ่น

- ปี 2558, 2560 และ 2564 ได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานวิจัยในชั้นเรียน ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ในโรงเรียน (วทร.)ระดับชาติครั้งที่ 22, 23 และ 24
- ปี 2558 ได้รับรางวัลชมเชย ระดับประเทศ เป็นครูที่ปรึกษาในการประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ จัดโดยสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยร่วมกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในงานมหกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ
- ปี 2559 เป็นครู Innovator ผู้มีผลงานดีเด่น ด้านการพัฒนาและประยุกต์ใช้ Google Application เพื่อการเรียนการสอน ระดับ เขตพื้นที่การศึกษา
- ปี 2561-2562 เป็นครูที่ปรึกษาโครงงานได้ผ่านการคัดเลือกโครงงานดีเด่นสะเต็มศึกษาระดับภูมิภาคเข้าสู่การประกวดโครงงานดีเด่นสะเต็มศึกษาระดับประเทศ รอบชิงชนะเลิศ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
- ปี 2562 ข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาดีเด่น ประจำปี พุทธศักราช 2561 ประเภทครูผู้สอนดีเด่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับเขตพื้นที่การศึกษา
- ปี 2560-2562 เป็นครูผู้สอนนักเรียนได้รับรางวัล ในการประกวดโครงงานคณิตศาสตร์ประเภทบูรณาการความรู้ในคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในระดับชั้น ม.1-3 และ ม.4-6 งานมหกรรมความสามารถทางศิลปหัตถกรรม วิชาการและเทคโนโลยีของนักเรียน ครั้งที่ 67-69 ระดับภาคและระดับประเทศ
- ปี 2564 ได้รางวัลครูดี วิถีใหม่ ภายในแนวคิด “สอนดี เห็นผล คนชื่นชม” จากสำนักงานกลุ่มพื้นที่ศึกษาประจำเขตตรวจราชการที่ 4
- ปี 2565 ได้รางวัลครูผู้นำสอนนวัตกรรมด้านการเรียนการสอน ระดับประเทศ ในโครงการ The Educators Thailand โดย AIS Academy และผลงานล่าสุด คือ จัดทำสื่อนวัตกรรมด้านการเรียนการสอน ระดับประเทศ ในโครงการ The Educators Thailand โดย AIS Academy เรื่องตัวแปรสุ่มและความน่าจะเป็น หลักสูตรปรับปรุง 61

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8

เป็นครูชำนาญการพิเศษ ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รับผิดชอบสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและโครงงานคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสังกัด สพฐ. จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์ในการสอนประมาณ 20 ปี มีผลงานได้รับรางวัลเหรียญทองแดงในการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้บูรณาการหลักสูตรที่เน้นการคิดแก้ปัญหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้น ม.3 ในงาน EDUCA 2016 มหกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู ครั้งที่ 9

ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 9

เป็นครูระดับปฏิบัติการ ปัจจุบันสอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ในโรงเรียนสังกัด สพฐ. จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีประสบการณ์ในการสอนประมาณ 5 ปี มีผลงานได้รับรางวัล อันดับ ที่ 1 การประกวดสื่อนวัตกรรมครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากสำนักงานเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร เรื่องเลขยกกำลังที่สามารถนำไปใช้ได้จริง นอกจากนี้ยังเคยเข้าร่วมโครงการพัฒนาครูสู่การเป็นครูมหานคร

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู

การวิจัยในขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การสร้างแผนภาพมโนทัศน์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสร้างแผนภาพมโนทัศน์จากการสัมภาษณ์ครู

การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง จัดทำจำนวน 3 แผนภาพ โดยเป็นแผนภาพมโนทัศน์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ แผนภาพมโนทัศน์ของครูและสรุปรวมจากแผนภาพมโนทัศน์ของการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และครู รายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ แบ่งตามสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

เมื่อพิจารณาตัวอย่างเนื้อหาที่มีความเป็นไปได้ในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ศึกษาเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และสมบัติของเลขยกกำลัง สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ศึกษาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ศึกษาเรื่องสถิติ ดังภาพ 4.1-4.6

2.2 ผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์จากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

การสร้างแผนภาพมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากการสัมภาษณ์ครู ผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดเป็นครูคณิตศาสตร์ที่สำเร็จการศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 9 คน จำแนกตามคุณลักษณะของครูพบว่า มีครูที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ จำนวนเท่ากัน คือ 1) เป็นครูที่มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 3 ปี โดยเป็นครูรุ่นเก่าที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูในอดีต จำนวน 3 คน 2) เป็นครูรุ่นใหม่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรผลิตครูยุคใหม่ที่ได้รับรางวัลจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จำนวน 3 คน และ 3) เป็นครูที่ได้รับการยอมรับหรือยกย่องว่ามีความสามารถสูงในการสอนคณิตศาสตร์ เช่น เคยมีผลงานรางวัลระดับชาติ หรือ เป็นผู้ที่มีผลงานการสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนที่เผยแพร่และมีผู้สนใจติดตามในสื่อออนไลน์ จำนวน 3 คน ผู้ให้ข้อมูลทุกคนตอบคำถามเหมือนกันครอบคลุมในประเด็นเกี่ยวกับการยกตัวอย่างการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง แหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้าเพื่อนำมาสอนหรือสร้างแบบฝึกหัดเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง วิธีการสอนที่ครูเลือกใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาที่แตกต่างกัน ลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมในการยกตัวอย่างในแต่ละเนื้อหา ได้แก่ เรื่องจำนวนจริง เลขยกกำลัง ทฤษฎีพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิตและสถิติ และปัญหาหรืออุปสรรคในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

ตัวอย่างคำถามสำหรับการสัมภาษณ์

- 1) ในการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง (เรื่องทฤษฎีพีทาโกรัส จำนวนจริง เลขยกกำลัง การแปลงทางเรขาคณิตและสถิติ) โจทย์ปัญหามีลักษณะอย่างไร เช่น โจทย์นั้นเกี่ยวข้องกับการสถานการณ์/บริบทใด
- 2) โจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง ที่ครูนำมาสอนหรือสร้างแบบฝึกหัดให้นักเรียนทำ ครูนำตัวอย่างโจทย์ปัญหามาจากแหล่งข้อมูลใด เพราะเหตุใดจึงเลือกจากแหล่งข้อมูลนั้น โจทย์จากแหล่งข้อมูลนั้นแตกต่างจากหนังสือแบบเรียนทั่วไปอย่างไร
- 3) ในมุมมองของครู ครูใช้หลักการใดในการตั้งโจทย์ปัญหา มีองค์ประกอบสำคัญอะไรในโจทย์ ครูคิดว่าควรนำประเด็นใดมาใช้ในการสอนนักเรียน เพื่อให้เข้าใจและเกิดความสนใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (เช่น ต้องมีบริบทใด, เน้นคำนวณเลขยาก ๆ ไม่ต้องบรรยายโจทย์มาก, เน้นบรรยาย อธิบาย ขยายความโจทย์, เน้นใช้ภาษาเข้าใจง่าย, เน้นภาษาคณิตศาสตร์)

4) ขอให้ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละเรื่องที่ครูสอนในห้อง ครูคิดว่าโจทย์ที่ครูใช้สอนอยู่ เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงหรือไม่ โจทย์ปัญหานั้นมีอะไรที่ขาดหายไปหรือไม่ และถ้าให้ครู ยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเรื่องนั้นให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ครูจะยกตัวอย่างโจทย์ใหม่อย่างไร

5) ครูคิดว่าการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงบทเรียนกับชีวิตจริงมีความสำคัญหรือไม่ ครูเคย สอนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง/วิชาอื่นหรือไม่ ถ้าเคย ในการสอนแต่ละเรื่อง ครูใช้บริบทใด และนักเรียนของท่านให้การตอบรับอย่างไร

6) ถ้าครูจะต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาค่อนข้างเป็นตัวเลข นามธรรม (เช่น จำนวนจริง เลขยกกำลัง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า สมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย) ที่ ครูจะออกแบบการสอนอย่างไร ครูจะยกตัวอย่างโจทย์ลักษณะใด และครูจะอธิบาย อย่างไรเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพ ขอให้ครูยกตัวอย่างประกอบ

7) ถ้าครูจะต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิต (เช่น พีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต อัตราส่วนตรีโกณมิติ) ครูจะออกแบบการสอนอย่างไร ครูจะ ยกตัวอย่างโจทย์ลักษณะใด และครูจะอธิบายอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพ ขอให้ครู ยกตัวอย่างประกอบ

8) ถ้าครูจะต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น (เช่น สถิติ) ครูจะออกแบบการสอนอย่างไร ครูจะยกตัวอย่างโจทย์ลักษณะใด และครู จะอธิบายอย่างไรเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพ ขอให้ครูยกตัวอย่างประกอบ

9) การยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเรื่องทฤษฎีพีทาโกรัส จำนวนจริง เลขยกกำลัง การแปลงทาง เรขาคณิตและสถิติ ครูพบปัญหา/อุปสรรคใดบ้าง มีข้อจำกัดหรือจุดอ่อนที่มักไม่ค่อยปรากฏการ เชื่อมโยงกับบริบทใดในโลกแห่งความจริงในประเด็นใดบ้าง เพราะเหตุใด

10) เคยมีนักเรียนถามครูเกี่ยวกับประโยชน์ของการนำความรู้คณิตศาสตร์แต่ละเรื่อง ไปใช้ใน ชีวิตจริงหรือไม่ หากมีขอให้ครูอธิบายประโยชน์ของการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง ที่เชื่อมโยง เรื่องต่อไปนี้กับบริบทโลกแห่งความจริงที่สามารถประยุกต์ใช้ได้

11) ครูคิดว่าการใช้ภาษาในการแต่งโจทย์ปัญหาสำคัญหรือไม่ และสิ่งสำคัญในการใช้ภาษา เพื่อแต่งโจทย์ปัญหาคืออะไร ขอให้ครูยกตัวอย่าง

12) โจทย์ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมีความสอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริงและ สมเหตุสมผล ในการให้นักเรียนนำความรู้ไปปรับใช้ในบริบทโลกแห่งความจริงหรือไม่ อย่างไร

13) โจทย์ปัญหาแต่ละเรื่องที่ครูนำมาสอน มีลักษณะการสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม (ชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย) ให้ข้อมูลที่เพียงพอเพื่อแสดงความสอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง หรือไม่ ภาษามีส่วนช่วยให้นักเรียนเข้าใจโจทย์มากขึ้นหรือไม่

14) เมื่อครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง ท่านได้อธิบาย ชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของเนื้อหาหรือประโยชน์การนำความรู้จากตัวอย่างโจทย์นั้นไปใช้ในบริบทโลกแห่งความจริงหรือไม่อย่างไร

15) เมื่อครูต้องอธิบายเนื้อหาที่มีศัพท์เฉพาะทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีบทต่าง ๆ ท่านมีวิธีการอธิบายอย่างไร (เช่นอธิบายตามศัพท์ที่ถูกต้อง, ปรับเป็นคำที่เข้าใจง่าย, หาคำเปรียบเทียบ) และครูมีเทคนิคการปรับคำพูดเพื่อให้นักเรียนเข้าใจคำศัพท์เหล่านั้นได้ง่ายขึ้นหรือไม่ ด้วยวิธีใด

16) ครูเคยประสบเหตุการณ์ในการใช้คำที่อธิบายนักเรียนไปแล้ว นักเรียนไม่เข้าใจ เนื่องจากคำมีความหมายกำกวม (เช่น 3 หาร 6 กับ 3 หารด้วย 6) หรือไม่ และครูมีวิธีการอธิบายอย่างไร เพื่อป้องกันการใช้ภาษาที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิดหรือสับสน

ผลการสัมภาษณ์ครูและแผนภาพมโนทัศน์ของครู

ผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ของครูจำนวน 9 คน เกี่ยวกับเนื้อหาที่มีความเป็นไปได้ในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มีตัวอย่างเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่น ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และสมบัติของเลขยกกำลัง สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มีตัวอย่างเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มีตัวอย่างเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เช่นสถิติ ดังภาพ 4.7-4.11

ข้อค้นพบเกี่ยวกับบริบทในการยกตัวอย่างการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พบว่า ครูมีแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการยกตัวอย่างการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงโดยครูมักยกตัวอย่างโจทย์สถานการณ์ในเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือบริบทส่วนบุคคลมากที่สุด รองลงมาเป็นบริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์

“โจทย์ปัญหาที่ยกมามันควรจะเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน ก็คือทำให้เขารู้สึกว่ามันไม่ไกลตัวเขาเกินไปแล้วมันเป็นสิ่งที่เขาสนใจอยู่หรือว่าเป็นสิ่งที่เขาเรียกว่าทันสมัย”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 สัมภาษณ์ 21 มกราคม 2565)

“ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับอาชีพ หรือการคำนวณในวิชาชีพ หรือพวกเรื่องการออกแบบที่เจอเยอะ ๆ การใช้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมาออกแบบ pattern เราจะยกตัวอย่างโดยเน้นไปที่การคำนวณจริง เพื่อให้นักเรียนรู้ว่า สมมติว่าเราต้องใช้จะมีวิธีการคำนวณอย่างไรจากชีวิตจริง จากวิชาชีพจริง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 สัมภาษณ์ 11 มกราคม 2565)

“ผมชอบโยงโจทย์ปัญหาไปกับเรื่องทางวิทยาศาสตร์มาก เพราะผมรู้สึกว่าคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์มันเป็นเรื่องที่ไม่ขาดจากกัน ที่ไม่ได้ยกตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องส่วนตัว เพราะ ผมคิดว่าเรื่อง

ส่วนตัวของเด็กแต่ละคนไม่เหมือนกัน บางคนเรื่องนี้อาจจะใกล้ตัวเขา แต่มันอาจจะจะเป็นสิ่งที่ใกล้ตัวสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้ แต่ถ้ายกตัวอย่างเกี่ยวกับเรื่องทางวิทยาศาสตร์มันจะเป็นสิ่งที่ทุกคนเจออยู่แล้ว เป็น fact เป็นสิ่งที่ยังเียงทุกคนก็ต้องเจอ ทุกคนจะรู้จักแน่ ๆ”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 สัมภาษณ์ 25 มกราคม 2565)

“ที่จริงแล้วต้องทำความเข้าใจก่อนว่า คำว่าชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริงของแต่ละคนก็ไม่เหมือนกัน ดังนั้นตัวปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผมเลือกมาสอน จะเป็นปัญหาที่คิดว่าทุกคนเคยเจอในสถานการณ์จริง ๆ หรือนักเรียนอาจจะไม่เคยเห็นมาก่อน เช่น ยานอวกาศ การเงิน แต่รู้สึกสนใจไปกับบทเรียน”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 สัมภาษณ์ 19 มกราคม 2565)

ข้อค้นพบเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้าเพื่อนำมาสอนหรือสร้างแบบฝึกหัดเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พบว่า ครูเลือกใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่ 1) หนังสือคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น หนังสือแบบเรียนและหนังสือเสริมทักษะจากสำนักพิมพ์ไทยและสำนักพิมพ์ต่างประเทศ 2) เว็บไซต์ทางการศึกษา เช่น www.scimath.org, www.oecd.org, www.pisathailand.ipst.ac.th และ www.rathcenter.com 3) การเข้าร่วมกิจกรรมการอบรมที่หลากหลายจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น การอบรมออนไลน์และการอบรมเชิงปฏิบัติการซึ่งจัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และ 4) การศึกษาดูงาน เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน และการทัศนศึกษาเพื่อศึกษาระบบการผลิตผ้าของโรงงานพิมพ์ผ้า

“หนังสือสสวท. หนังสือแบบฝึกหัดจากสำนักพิมพ์ต่าง ๆ โจทย์ O-net หรือโจทย์จาก PISA ที่เลือก เพราะ PISA จะมีโจทย์ที่มีสถานการณ์เชื่อมโยงเข้ากับชีวิตจริง ถ้าโจทย์อื่น ๆ ที่ไม่ค่อยเกี่ยวข้องจะไม่นำมาใช้ เนื้อหาไหนปรับมาสอนเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้จะลองนำมาปรับใช้ หนังสือไทยมักจะเป็นโจทย์ให้ฝึกทำมากกว่า แต่ถ้าเป็นโจทย์จากหนังสือต่างประเทศมักจะปรากฏโจทย์ปัญหาการนำไปใช้มากกว่าหนังสือไทย”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“อีกแหล่งที่ได้ข้อมูลมา คือ การอบรมต่าง ๆ ของครูทั้งจากสสวท. สพฐ. จะมีตัวอย่างมาให้ดูตอนอบรม ครูนำมาเป็นแนวทางและปรับตัวอย่างเพิ่มเติมจากโจทย์ที่ไม่ใช่ในหนังสือเรียน อีกทางคือยึดหนังสือ สสวท. เป็นหลัก เพราะโดยส่วนตัวชอบหนังสือ สสวท. รุ่นใหม่ ที่ปรับปรุงแล้วและคู่มือครูของ สสวท. จะมีคำแนะนำการสอนให้ครูว่าควรเน้นจุดใดในเรื่องนั้น จุดไหนที่ควรระมัดระวังที่นักเรียนมักจะผิด การเฉลยคำตอบมีการนำเสนอหลายวิธีของการแก้ปัญหา มีการใส่ป้าย QR Code

สำหรับเกร็ดความรู้เพิ่มเติม มีจำนวนโจทย์ปัญหาจำนวนเยอะมากพอ มีการแบ่งระดับชั้นความยากง่ายของโจทย์ ข้อไหนที่มีความยากหรือท้าทายจะมีการระบุจำนวนดาวไว้ ทำให้ครูสามารถคัดเลือกโจทย์ไปใช้ได้เหมาะสมตามระดับความสามารถของนักเรียน”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 7 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“สิ่งที่ทำโดยปกติ คือ หาจาก สสวท.เป็นหลักเพื่อดูโจทย์พื้นฐานที่นักเรียนควรจะได้ และเข้าเว็บไซต์ www.rathcenter.com เพื่อดูตัวอย่างโจทย์ และนำโจทย์เหล่านั้นมาดัดแปลงโดยแต่งเติมสถานการณ์ต่าง ๆ ให้มันใกล้ตัวนักเรียน หรือมีโจทย์ในประเด็นที่น่าสนใจและคิดว่านักเรียนควรรู้ก็จะนำมารวมกันแต่งโจทย์ให้มันสามารถสะท้อนความรู้หลาย ๆ แบบ”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 สัมภาษณ์ 27 มกราคม 2565)

“ครูสามารถดูแนวทางหรือไปศึกษาดูงานไปจากการแข่งขันศิลปหัตถกรรมซึ่งตัวครูเคยไปเห็นผลงานนักเรียนแล้ว เขาทำได้สวยงาม จึงอยากให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 สัมภาษณ์ 21 มกราคม 2565)

ข้อค้นพบเกี่ยวกับวิธีการสอนที่ครูเลือกใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาที่แตกต่างกันพบว่า ครูมีแนวปฏิบัติโดยเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาค่อนข้างเป็นตัวเลข มีความเป็นนามธรรม เช่น จำนวนจริง เลขยกกำลัง ครูเลือกใช้ 1) วิธีการสอนแบบอุปนัย โดยยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุป 2) เทคนิคการสอนแบบโพลยา 4 ขั้นตอนตามลำดับ ขั้นที่หนึ่งทำความเข้าใจโจทย์ ขั้นที่สองวางแผนเพื่อแก้ปัญหา ขั้นที่สามดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่สี่ตรวจสอบผล

เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิต เช่น พิทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต ครูเลือกใช้การสอนแบบ active learning เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้ผ่านสื่อเมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติและ ความน่าจะเป็น ครูเลือกใช้การสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) นอกจากนี้ครูยังใช้เทคนิคการสอน โดยใช้คำถามย่อย ๆ เพื่อกระตุ้นความคิด ใช้สื่อการเรียนรู้ กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุด

“โดยส่วนตัวจะใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย โดยยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุป จากนั้นยกตัวอย่างเพิ่มเพื่อให้นักเรียนได้ลองพิจารณาว่าตัวอย่างที่ยกมาสอดคล้องกับข้อสรุปที่ได้ร่วมกันสรุปก่อนหน้าหรือไม่ เช่น สมบัติของเลขยกกำลัง แทนที่ครูจะบอกสูตรกับนักเรียนไปเลย แต่ครูจะใช้วิธียกตัวอย่างให้นักเรียนดู ”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 สัมภาษณ์ 27 มกราคม 2565)

“เวลาที่เรารู้สึกเกี่ยวกับโจทย์ที่ต้องแสดงวิธีทำโดยส่วนตัวจะชอบใช้ขั้นตอนตามหลักการของ โพลยาไล่ลำดับไปว่า ชั้นแรกโจทย์หาอะไร แล้วสรุปโจทย์ถามอะไร/โจทย์อยากหาอะไร แล้วเราต้องใช้อะไรบ้างในการหาสิ่งนี้ เช่น ใช้สามเหลี่ยม แล้วเรามีข้อมูลที่จะมาใช้ในการหาค่ามุมของสามเหลี่ยม ครบบริยัง แล้วก็ใช้วิธีโพลยาย้อนกลับไป แล้วพูดจนนักเรียนได้วิธีทำหมดแล้ว เราค่อยปล่อยให้ นักเรียนทำเอง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 สัมภาษณ์ 19 มกราคม 2565)

“เราต้องคิดว่าเด็กมีเครื่องมืออะไรบ้าง อย่างสมัยนี้นักเรียนก็รู้จักโปรแกรม GSP, โปรแกรม GeoGebra, โปรแกรม Desmos แล้วเราก็ให้เด็กได้ระดมสมองกัน ฝึกใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้เด็กได้ ลงมือทำจริงโดยวาดเองหรือใช้เครื่องมือ ใช้โปรแกรม ซึ่งการที่เด็กได้ใช้เครื่องมือ เขาก็จะได้มุมมอง ได้ตรวจสอบว่าสิ่งที่เขาเข้าใจจากการคำนวณมือ มันตรงกับที่โปรแกรมคำนวณหรือไม่ อย่างเรื่องการ แปลงทางเรขาคณิต เราก็ให้นักเรียนได้สร้างสรรค์ผลงานออกมาโดยใช้ความรู้เรื่องนี้ ให้นักเรียน สร้างสรรค์ผลงานออกมาโดยใช้หลักการเลื่อนขนาน สะท้อน หมุน”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 4 สัมภาษณ์ 21 มกราคม 2565)

“ตอนที่จัดการเรียนการสอนได้ปกติ จะให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูล จริงจากการสำรวจสิ่งที่นักเรียนสนใจเกี่ยวเรื่องในโรงเรียนของเรา นักเรียนจะออกแบบแบบสอบถาม มาประมาณ 10 ข้อ แล้วให้นักเรียนลงไปเก็บข้อมูลกับเพื่อน ๆ จากนั้นอาจจะให้ขยายผลในเชิงลึก เป็นกิจกรรมเล็ก ๆ ที่ให้นักเรียนได้ลองทำในประเด็นเล็ก ๆ และฝึกให้นักเรียนได้นำเสนอข้อมูล เพราะสิ่งที่ทำเหล่านี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการนำเสนอข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล กิจกรรม ที่ทำจะไม่ได้ให้นักเรียนทำเยอะ ข้อคำถามมีจำนวนไม่มาก จำนวนคนก็ไม่มาก แต่ต้องการให้นักเรียน เห็นขั้นตอน กระบวนการในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องนี้ไปใช้จริง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“เคยทำคลิปสอนเรื่องนี้ไว้ ตอนนั้นทำเป็นเรื่องโต้ตอบจากกระดาษลง โดยตั้งสถานการณ์ ขึ้นมาว่าครูต้องการทำตัวนักเตะแต่ครูมีกระดาษลงจำนวนจำกัด ครูมีตัวนักเตะเป็นรูปต้นแบบ จากนั้นใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยถามนักเรียนว่า เราจะทำอย่างไรให้ได้จำนวนตัวนักเตะครบ ในพื้นที่ที่จำกัด ทั้งเวลาให้นักเรียนคิด เมื่อทำคลิปนี้จบจะได้สื่อการสอนขึ้นมา 1 ชิ้น คือ โต้ตอบ ซึ่ง ภายในโต้ตอบยังมีการเลื่อนขนานตอนเล่นอีก ถ้านักเรียนเข้าใจตั้งแต่แรกว่าการเลื่อนขนานมี ลักษณะอย่างไร เป็นแบบไหน นักเรียนน่าจะต่อยอดความรู้ในเรื่องที่ยากขึ้นได้โดยที่นักเรียนเข้าใจ พื้นฐานมาตั้งแต่แรกแล้ว”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 9 สัมภาษณ์ 8 มีนาคม 2565)

เมื่อพิจารณาประเด็นเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมในการยกตัวอย่างในแต่ละเนื้อหาพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน 2) มีลักษณะภาษาที่เหมาะสม ได้แก่ ใช้ระดับภาษาเหมาะสมกับวัยและใช้คำเพื่อสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น กระชับ ไม่กำกวม 3) มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ ได้แก่ บริบทส่วนบุคคล บริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคมและบริบททางวิทยาศาสตร์

“โจทย์จะต้องตรงกับเนื้อหา ความรู้ต้องเกี่ยวข้องกัน ต้องสอดคล้องกับตัวชีวิต ไม่จำเป็นต้องมีตัวเลขเยอะ สนใจ concept หรือสิ่งที่นักเรียนจะได้รับมากกว่า โจทย์นั้นต้องวัดได้ว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปมากน้อยเพียงใด”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“ภาษาเป็นตัวแทนของโจทย์ปัญหาที่จะสื่อสารกับนักเรียน ถ้าในโจทย์ใช้ภาษาไม่เหมาะสมกับระดับความรู้หรืออายุของนักเรียน ใช้คำที่กำกวม หรือ คำฟุ่มเฟือย อาจจะทำให้เด็กไม่เข้าใจ โจทย์ หรือ เข้าใจสิ่งที่โจทย์ต้องการสื่อสารผิดไป”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 สัมภาษณ์ 25 มกราคม 2565)

“ภาษาควรจะกระชับ เข้าใจง่าย ไม่กำกวม ต้องเขียนประเด็นที่ต้องการจะถามหรือต้องการวัด ไม่ควรใช้ภาษากำกวมหรือเล่นคำที่นักเรียนจะต้องใช้ความรู้เรื่องภาษาในการแปลความ เมื่อต้องการใส่สถานการณ์เข้าไปในโจทย์ควรเป็นเรื่องใกล้ ๆ ตัวนักเรียน นักเรียนต้องมีความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ ไม่ควรเป็นเรื่องที่ไกลตัวหรือไม่เห็นถึงประโยชน์ของการนำไปใช้”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 6 สัมภาษณ์ 27 มกราคม 2565)

ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมในการยกตัวอย่างในแต่ละเนื้อหาพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขาด 2 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความสมเหตุสมผลในโลกแห่งความจริง 2) การชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกรแห่งความจริง

“ความสมเหตุสมผลสำคัญมาก เพราะ บางครั้งครูคิดโจทย์เอง แต่งโจทย์เองแล้วมันไม่สมเหตุสมผล พอนักเรียนอ่านโจทย์ เขาจะบอกว่ามันเป็นไปไม่ได้ เช่น แม่น้ำกว้าง 10 กิโลเมตร แล้วคนจะว่ายน้ำข้ามไปได้ หรือ ความยาวด้านของสามเหลี่ยม เราตั้งโจทย์เป็นความยาวด้านสามเหลี่ยมยาวด้านละ 3, 4, 8 ซม. แต่มันสร้างเป็นรูปสามเหลี่ยมไม่ได้เพราะผลรวมของความยาวด้านสั้นสองด้านมันไม่เกินความยาวด้านยาวที่สุด นักเรียนที่มีความรู้เขาก็จะแย้งออกมา เขาไม่ยอมรับ ดังนั้นความสมเหตุสมผลของโจทย์ที่แต่งขึ้นกับเรื่องจริงที่เกิดขึ้นจะต้องสอดคล้องกัน อันนี้สำคัญมาก”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“ถ้าครูคิดว่าสอนหนังสือเฉย ๆ ก็ดีอยู่แล้ว ฝึกทำโจทย์เยอะ ๆ นักเรียนจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเลย ถ้าสมมตินักเรียนได้รับการสอนแบบนั้น เขาก็จะโตมาแบบที่ไม่เห็นความสำคัญของวิชา พอเด็กคนนั้นมาเป็นครู เขาจะไม่อ้อเลยว่าจะเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตจริงอย่างไร จะทำอย่างไรดี ในฐานะที่เราเป็นครูคนหนึ่ง เราต้องทำให้นักเรียนเห็นว่า เรียนแล้วมันเอาไปใช้อะไรได้บ้าง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 สัมภาษณ์ 11 มกราคม 2565)

ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์พบว่า ครูจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) ฝึกการสำรวจ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) ฝึกการอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอแนวคิดใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน 4) ฝึกการสังเกต และ 5) ฝึกการนำเสนอผลงาน

“ถ้าครูเจอคัพท์แปลก ๆ ครูจะบอกนักเรียนว่า “ให้นักเรียนลองค้นใน google ว่าประกาศกรมีลักษณะเป็นอย่างไร” ทุกคนไปค้นหา จะได้ภาพประกาศกรขึ้นมา ได้คัพท์ที่เป็นความรู้ภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้นอีก ครูก็ capture รูปมาวางไว้ข้างโจทย์”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 7 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“เรื่องของภาพหน้าตัดในเรขาคณิต เราก็จะทำภาพหน้าตัดให้นักเรียนดูเลยว่า ภาพหน้าตัดแต่ละแบบมีลักษณะเป็นอย่างไร หน้าตัดด้านข้าง หน้าตัดด้านหน้า นักเรียนก็จะสังเกตว่ามันต้องตัดอย่างไร หรือว่าตัดแล้วมันเกิดรูปอะไรขึ้น แล้วก็ถามนักเรียนต่อไปว่า ถ้าเราต้องการตัดแต่งไม่เป็นรูปเหลี่ยมเหมือนที่เรากิน จะต้องตัดแบบไหน จะต้องตัดด้านบนกี่ครั้ง ตัดด้านข้างกี่ครั้งเพื่อให้มันได้เหลี่ยมสามเหลี่ยม การสอนโยงคณิตศาสตร์กับโลกจริงบางครั้งมันไม่จำเป็นต้องเป็นเนื้อหาเสมอไป บางครั้งเราแค่ชวนคุย ไม่ต้องคิดเลขข้างในโจทย์เลย ให้นักเรียนรู้ว่าคณิตศาสตร์ในโลกจริงมันอยู่ตรงนี้นะ ให้นักเรียนสังเกตว่ามันนำไปใช้ได้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 2 สัมภาษณ์ 19 มกราคม 2565)

“ตอนที่จัดการเรียนการสอนได้ปกติ จะให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลจริงจากการสำรวจสิ่งที่นักเรียนสนใจเกี่ยวเรื่องในโรงเรียนของเรา นักเรียนจะออกแบบแบบสอบถามมาประมาณ 10 ข้อ แล้วให้นักเรียนลองไปเก็บข้อมูลกับเพื่อน ๆ จากนั้นอาจจะให้ขยายผลในเชิงลึก โดยการไปสัมภาษณ์แม่ค้า หรือให้ไปสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างต่อแถวซื้ออาหาร เป็นกิจกรรมเล็ก ๆ ที่ให้นักเรียนได้ลงทำในประเด็นเล็ก ๆ และฝึกให้นักเรียนได้นำเสนอข้อมูล กิจกรรมที่ทำจะไม่ได้ให้นักเรียนทำเยอะ ข้อคำถามมีจำนวนไม่มาก จำนวนคนก็ไม่มาก แต่ต้องการให้นักเรียนเห็นขั้นตอน กระบวนการในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องนี้ไปใช้จริง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 8 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงพบว่า ครูคิดว่าปัญหาเกิดจาก 2 ส่วนคือ ส่วนแรก ความพร้อมของครู ปัญหาที่อาจจะพบคือ 1) เวลา

ที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลาานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ 2) ทักษะคิดเกี่ยวกับการสอน เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู ส่วนที่สอง ความพร้อมของนักเรียน ปัญหาที่อาจจะพบคือ 1) พื้นความรู้เดิมไม่เพียงพอ 2) ขาดความสนใจในการเรียน และ 3) ขาดสมาธิในการเรียน

“ปัญหา คือ เมื่อเราจะสอนโดยให้นักเรียนทำกิจกรรม ครูจะต้องเตรียมสื่อการสอนที่จะใช้ในคาบนั้น ๆ ซึ่งในการเตรียมสื่อ สร้างสื่อการสอนแต่ละครั้ง จะต้องใช้เวลาานมาก เหมือนเป็นการเพิ่มภาระในการเตรียมสื่อการสอน มันจะไม่ใช่แค่การสอนในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว ครูจะต้องใช้เวลาในการคิดทำสื่อ ซึ่งไม่ใช่คิดว่าคิดครั้งแรกแล้วใช้ได้เลย จากนั้นต้องหาโจทย์ หาภาพ หาอุปกรณ์ จัดเซตอุปกรณ์ จัดกลุ่มนักเรียน”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 9 สัมภาษณ์ 8 มีนาคม 2565)

“ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานจะไม่สามารถจัดกิจกรรมได้ เนื่องจากเวลาจำกัด ซึ่งการสอนผ่านกิจกรรมที่มีสถานการณ์จะใช้เวลาค่อนข้างมาก การสอนโจทย์คณิตศาสตร์ที่มีสถานการณ์หรือบริบทจึงต้องไปสอนในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งไม่ใช่ให้นักเรียนทุกคนจะได้เรียน”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 7 สัมภาษณ์ 28 มกราคม 2565)

“ปัญหาอย่างแรก คือ ตัวครู ครูจะต้องมีความเชื่อก่อนว่าในการสอนคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่สามารถเชื่อมโยงกับโลกจริงได้ ถ้าครูมีความเชื่อครูก็จะพยายามสอนเชื่อมโยงเนื้อหา แต่ถ้าครูไม่เชื่อว่ามันเชื่อมโยงได้ การสอนของครูก็จะสอนแบบไม่เชื่อมโยงโจทย์กับโลกจริงเลย และครูจะต้องมีความรู้พร้อมที่จะเชื่อมโยงโจทย์ปัญหานั้นกับโลกจริงด้วย เพราะถ้าครูไม่มีความรู้ ครูจะไม่ว่าจะเชื่อมโยงเนื้อหานั้นกับโลกจริงได้อย่างไร ครูต้องพัฒนาความรู้ของตัวเองเสมอ เพราะโลกไม่หยุดนิ่ง”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 5 สัมภาษณ์ 25 มกราคม 2565)

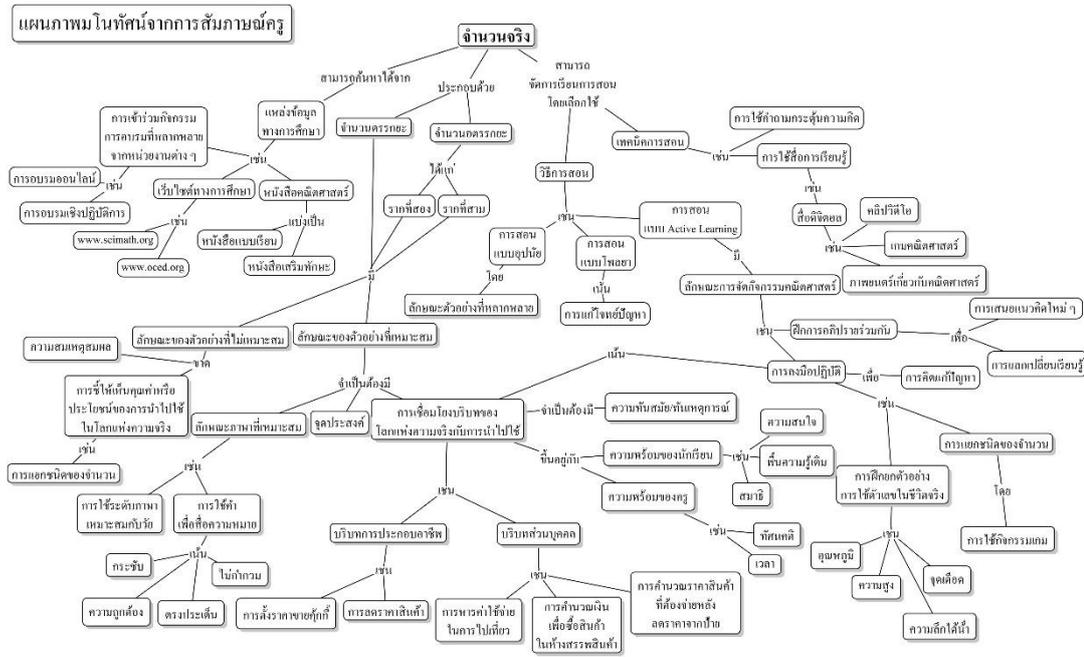
“นักเรียนระดับชั้นม.ต้น เพิ่งขึ้นมาจากประถม ดังนั้นพื้นฐานความรู้ของเขา จะมีแค่ บวก ลบ คูณ หาร พีชคณิต มีเรขาคณิตนิดหน่อย แต่พอขึ้นมาในระดับมัธยมเนื้อหาคืออีกระดับไปเลย แล้วครูจะต้องสอนเชื่อมโยงโลกจริงเข้าไปอีก เคยเจออุปสรรคที่หลาย ๆ คนน่าจะเคยเป็น คือ พยายามจะเชื่อมโยงกับโลกจริงในหลาย ๆ ครั้ง แต่ด้วยทฤษฎีหรือตัวเนื้อหาที่มันยากกับความเข้าใจเด็กในระดับนั้น ในวัยของเขา เช่น พหุนาม สมบัติของเส้นขนาน แล้วยิ่งครูไปพยายามเชื่อมโยงกับโลกจริง มันจะยิ่งทำให้เนื้อหานั้นมันยากขึ้นไปอีก ”

(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 1 สัมภาษณ์ 11 มกราคม 2565)

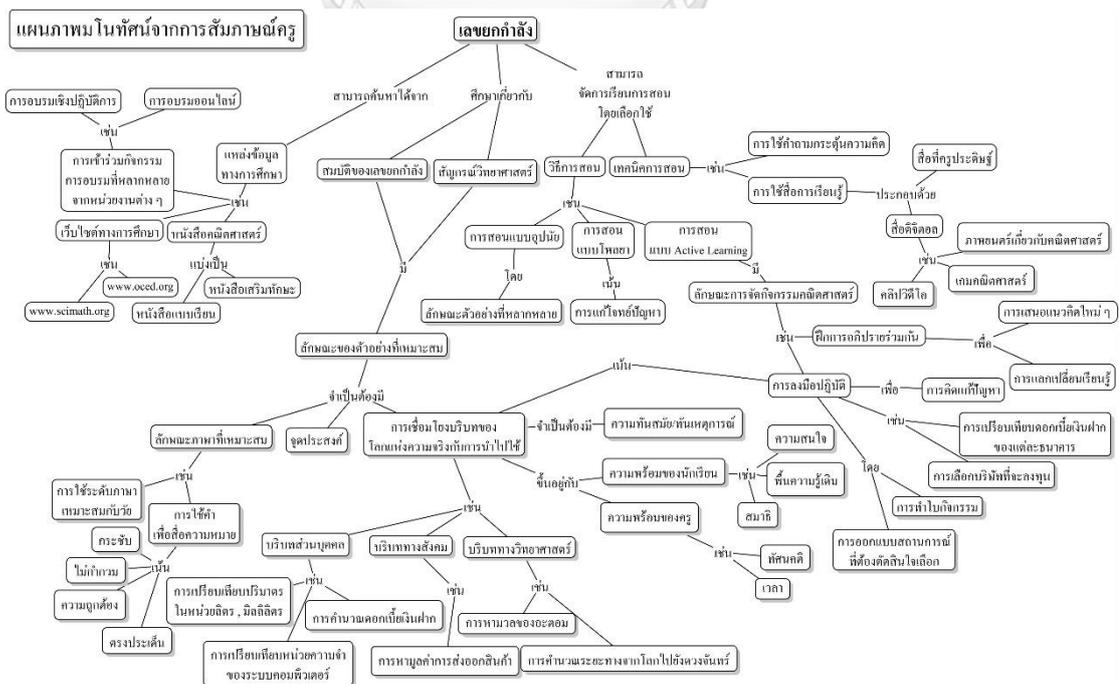
“ถ้าเป็นที่เด็กไม่พร้อม ครูก็ต้องดูว่าไม่พร้อมที่จะเรียนในคาบนี้หรือไม่พร้อมที่จะเรียนอะไรเลย บางทีเขาไม่อยากจะเรียนอะไรเลย ถึงครูไปเปลี่ยนเป็นเรื่องอื่นก็ไม่มีประโยชน์ แต่ถ้ามันเป็นคาบนี้เหนื่อย ครูก็ต้องสอนแต่อาจจะต้องใช้วิธีผ่อนคลายเด็กก่อน ไม่ใช่มาถนัดแล้วอัดเนื้อหาเลย ครูอาจจะสลับเอากิจกรรมอื่นมาให้เขาทำแทนก่อน เกริ่นนำ แนะนำ พูดคุย ให้เด็กรู้สึกสบาย ๆ ผ่อน

คล้ายขึ้น แล้วครูก็ปรับจากเดิมที่จะสอน 5 ข้อ ก็อาจจะลดเหลือ 2 ข้อ เพื่อที่มันจะไม่หนักเกินไป ใช้ การลดปริมาณลง แต่ไม่ลดคุณภาพ ถ้าครูมองสถานการณ์แล้วว่าวันนี้สภาพนักเรียนเขาไม่ไหวแล้ว ครู ก็ต้องปรับเนื้อหา”

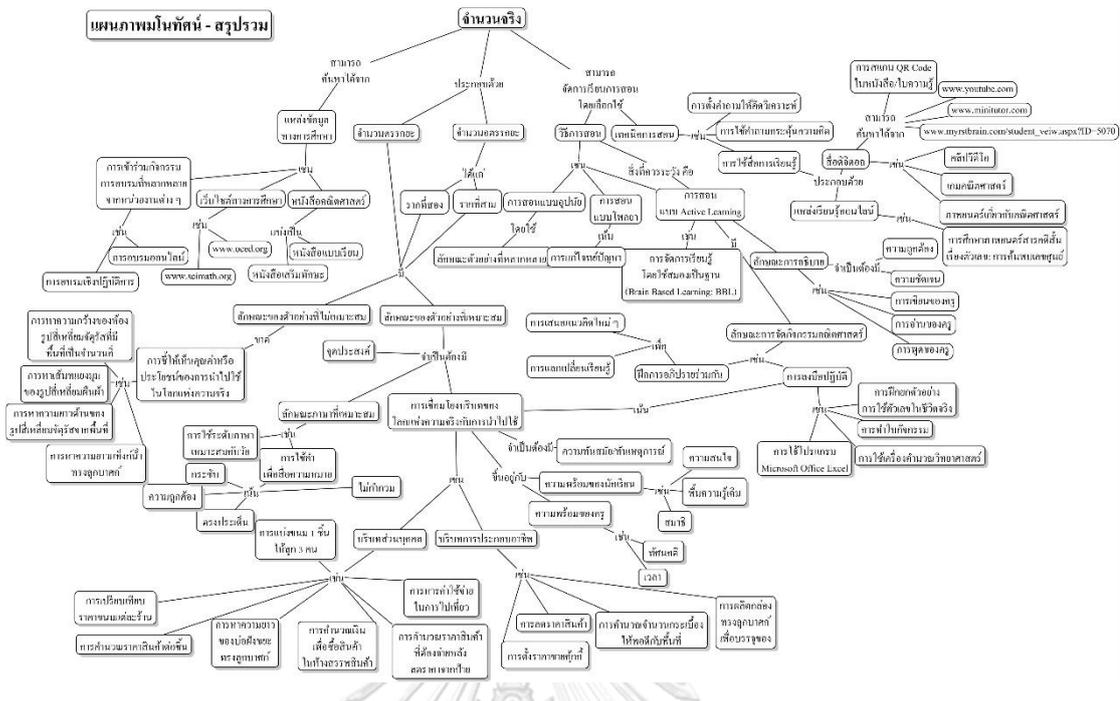
(ครูผู้ให้ข้อมูลคนที่ 3 สัมภาษณ์ 21 มกราคม 2565)



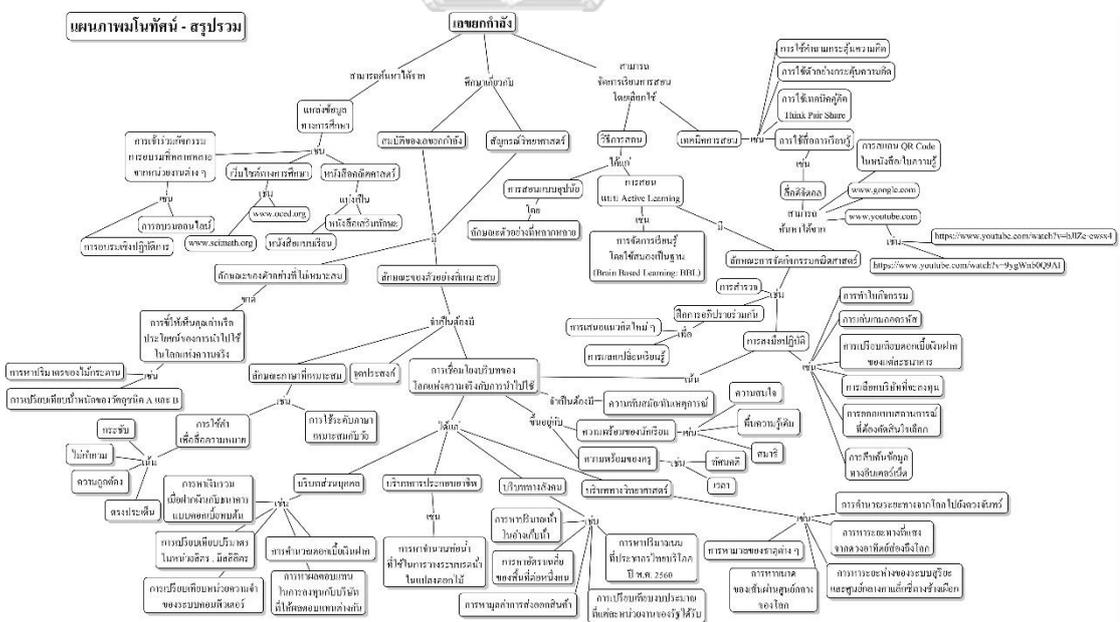
ภาพ 4.7 แผนภาพโน้ตค้นการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริงจากการสัมภาษณ์ครู



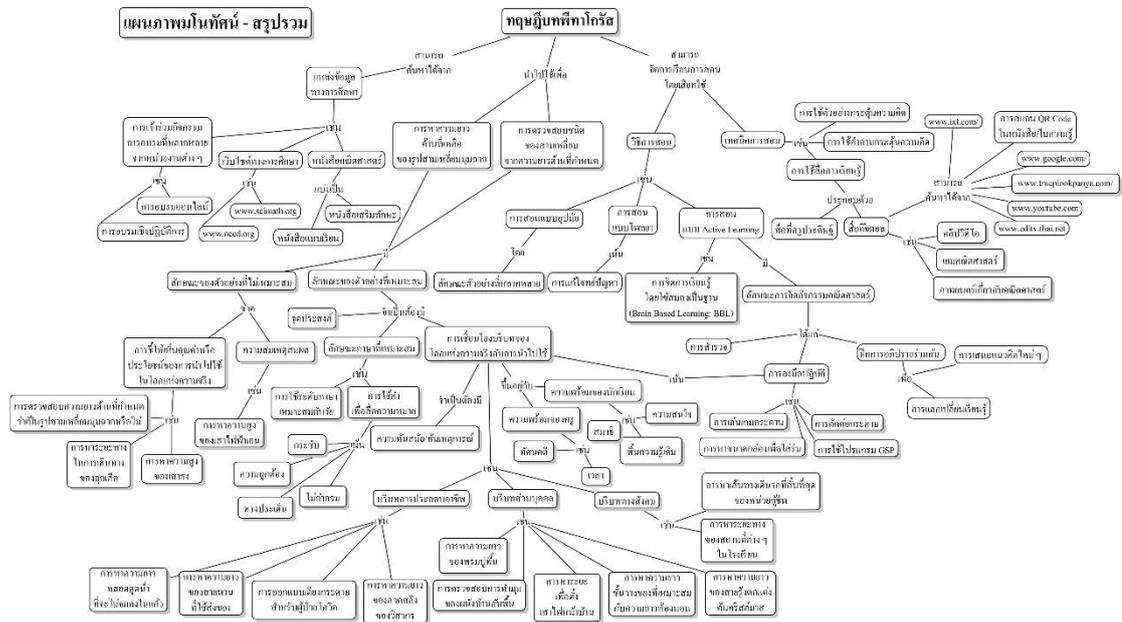
ภาพ 4.8 แผนภาพโน้ตค้นการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังจากการสัมภาษณ์ครู



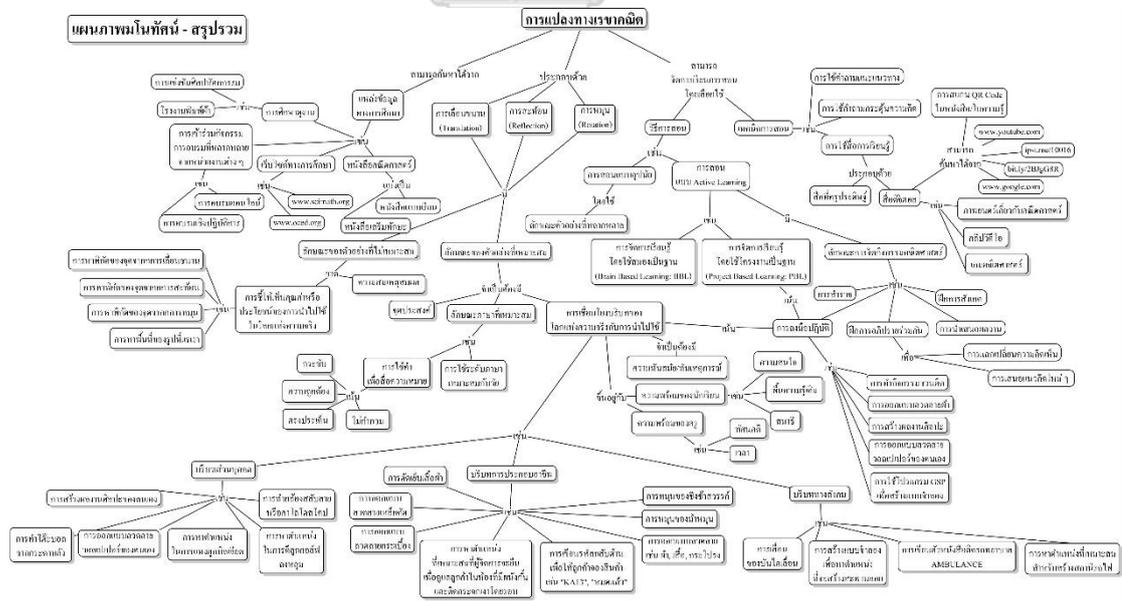
ภาพ 4.12 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องจำนวนจริง



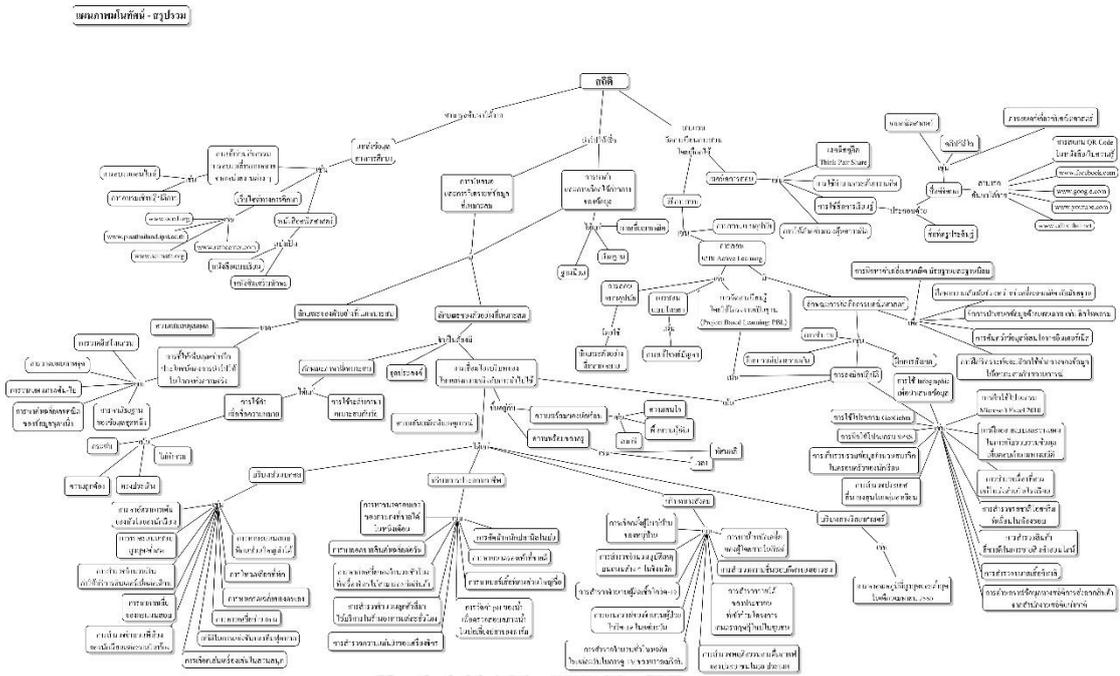
ภาพ 4.13 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลัง



ภาพ 4.14 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส



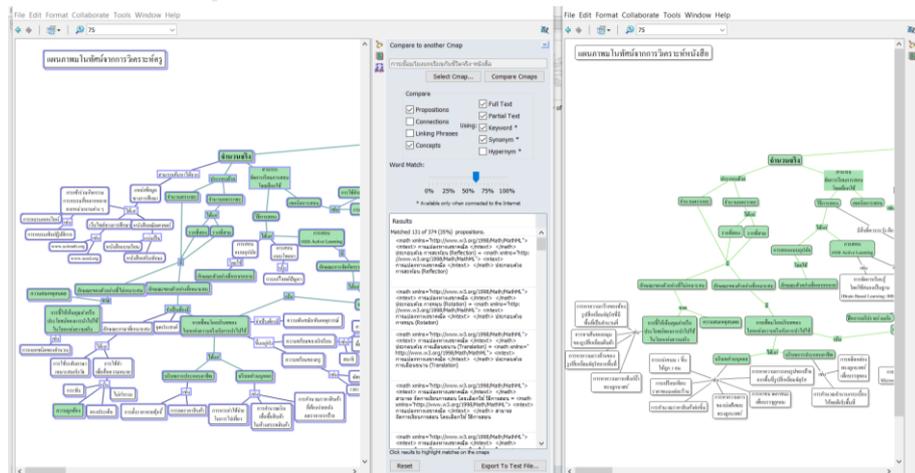
ภาพ 4.15 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต



ภาพ 4.16 แผนที่ภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติ

ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์

ผู้วิจัยแบ่งการประเมินแผนภาพมโนทัศน์ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) ผลการจับคู่มโนทัศน์ระหว่างแผนภาพมโนทัศน์สองแผนภาพ เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสองมโนทัศน์ในแผนภาพ และ 2) ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์โดยใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน



ภาพ 4.17 ตัวอย่างการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แผนภาพมโนทัศน์ของหนังสือกับครูด้วยโปรแกรม CmapTools

ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์โดยใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater)

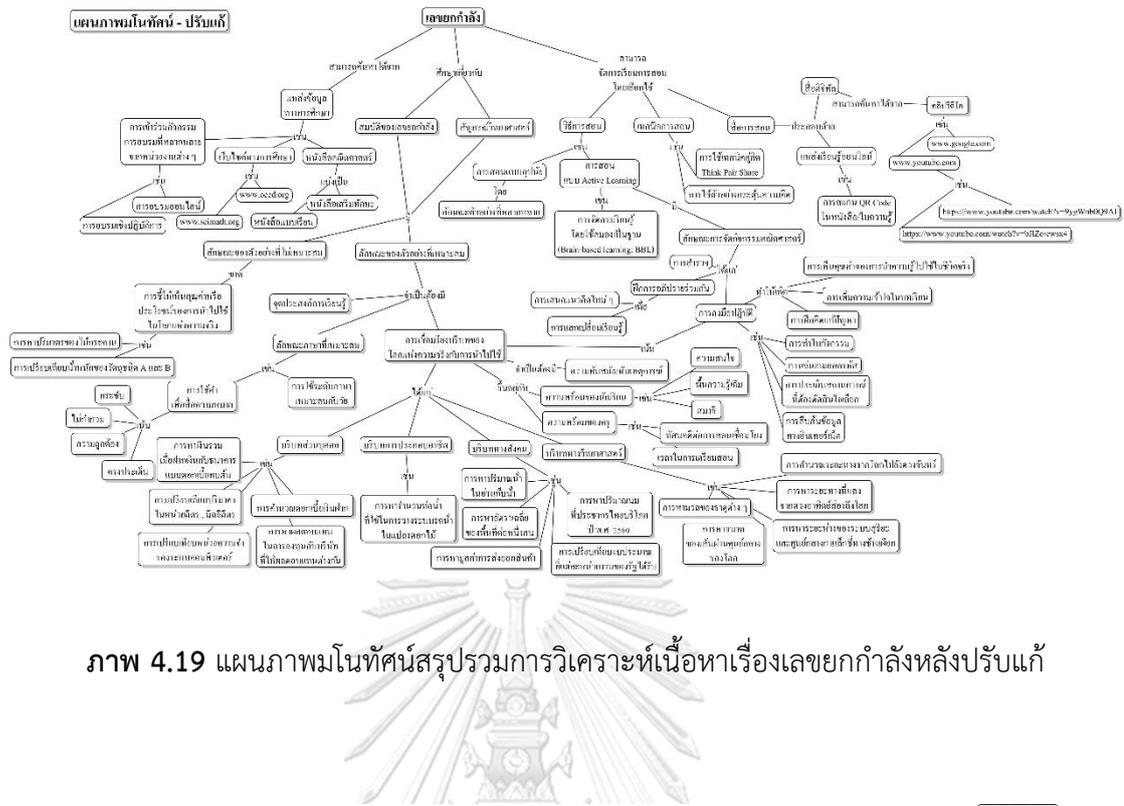
การประเมินแผนภาพมโนทัศน์โดยใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นว่าเป็นว่าเส้นทางของมโนทัศน์ใดที่เหมาะสม และเส้นทางของมโนทัศน์ใดที่ควรปรับตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นใช้วิธีการนับคะแนนที่ได้จากมติการประเมิน 4 มติ ได้แก่ 1) มติความสัมพันธ์ของประพจน์หรือข้อความ (propositions) 2) มติความเป็นลำดับชั้น (hierarchy) 3) มติของการเชื่อมโยงข้าม (cross links) และ 4) มติการแสดงตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (examples) แล้วคิดเป็นร้อยละของความคิดเห็นที่ตรงกัน โดยใช้เกณฑ์การประเมินร้อยละ 80 ขึ้นไป ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดี ผลการประเมินพบว่า 1) แผนภาพมโนทัศน์จากหนังสือ มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 379 คะแนนจากคะแนนเต็ม 394 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.19 แสดงว่าแผนภาพมโนทัศน์นี้อยู่ในเกณฑ์ดี 2) แผนภาพมโนทัศน์จากครู มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 457 คะแนนจากคะแนนเต็ม 477 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 95.81 แสดงว่าแผนภาพมโนทัศน์นี้อยู่ในเกณฑ์ดี และ 3) แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวม มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 578 คะแนนจากคะแนนเต็ม 597 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.82 แสดงว่าแผนภาพมโนทัศน์นี้อยู่ในเกณฑ์ดี ดังตาราง 4.1-4.3

ตาราง 4.1 ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์จากหนังสือ

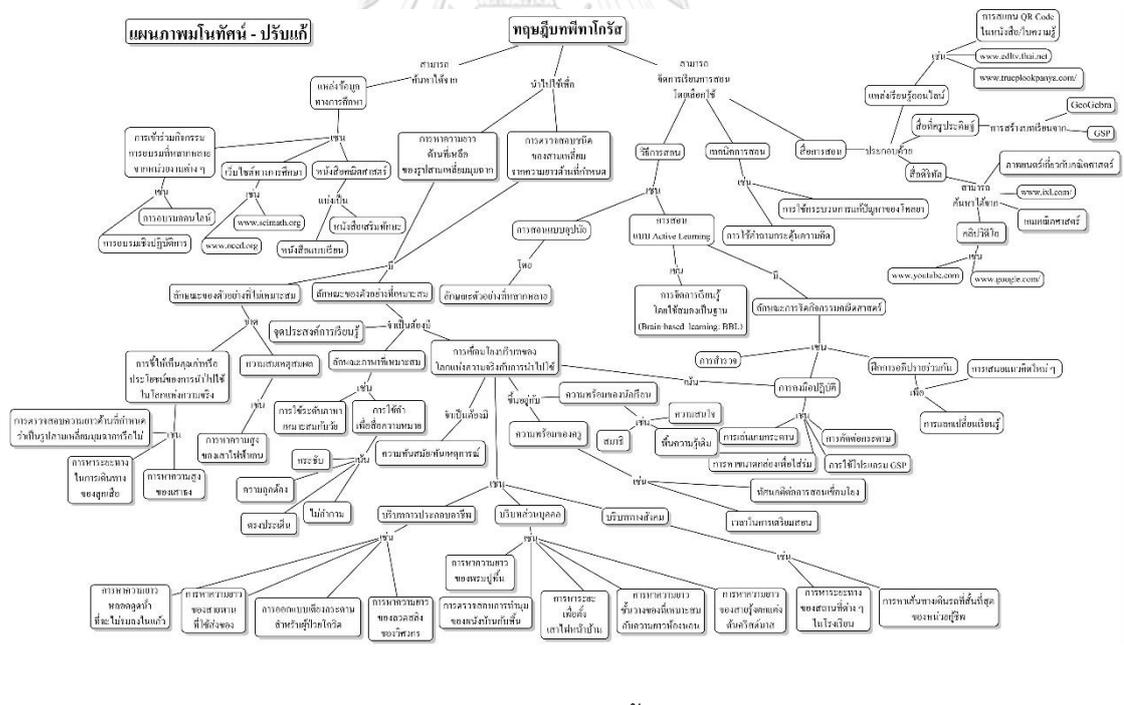
มติ	คะแนนเต็ม	คะแนนจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1) มติความสัมพันธ์ \times 1 คะแนน	$203 \times 1 = 203$	$185 \times 1 = 185$	$192 \times 1 = 192$	$188 \times 1 = 188$
2) มติความเป็นลำดับชั้น \times 5 คะแนน	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$	$7 \times 5 = 35$
3) มติของการเชื่อมโยงข้าม \times 10 คะแนน	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$
4) มติการแสดงตัวอย่าง \times 1 คะแนน	$96 \times 1 = 96$	$96 \times 1 = 96$	$96 \times 1 = 96$	$96 \times 1 = 96$
คะแนนรวม	394	376	383	379

ตาราง 4.2 ผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์จากครู

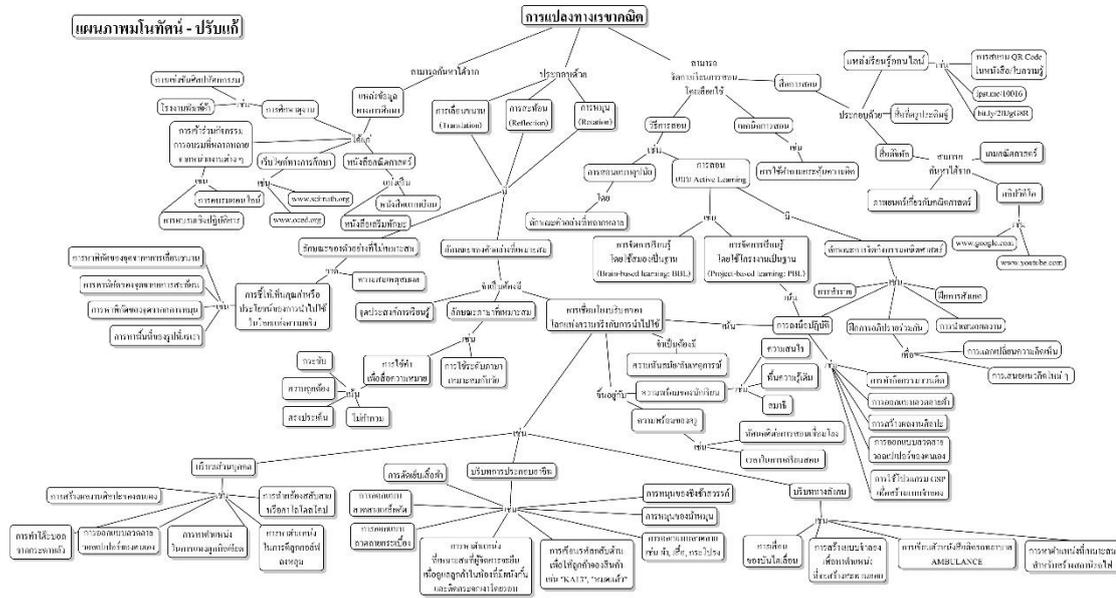
มติ	คะแนนเต็ม	คะแนนจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3
1) มติความสัมพันธ์ \times 1 คะแนน	$253 \times 1 = 253$	$229 \times 1 = 229$	$236 \times 1 = 236$	$236 \times 1 = 236$
2) มติความเป็นลำดับชั้น \times 5 คะแนน	$8 \times 5 = 40$	$8 \times 5 = 40$	$8 \times 5 = 40$	$8 \times 5 = 40$
3) มติของการเชื่อมโยงข้าม \times 10 คะแนน	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$	$6 \times 10 = 60$
4) มติการแสดงตัวอย่าง \times 1 คะแนน	$124 \times 1 = 124$	$124 \times 1 = 124$	$124 \times 1 = 124$	$124 \times 1 = 124$
คะแนนรวม	477	453	460	460



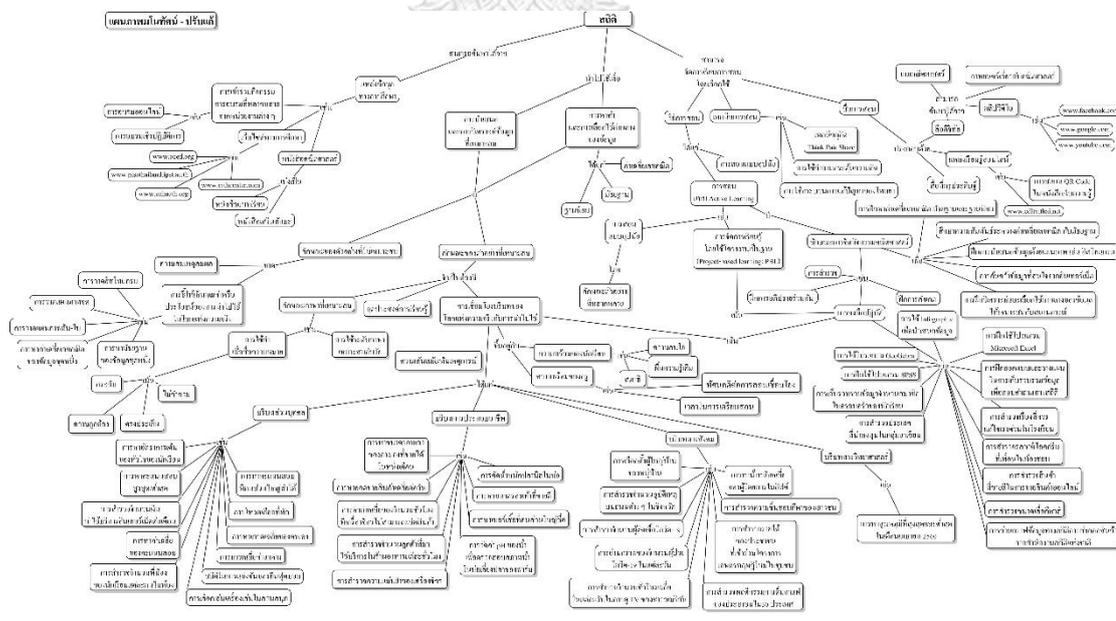
ภาพ 4.19 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องเลขยกกำลังหลังปรับแก้



ภาพ 4.20 แผนภาพโน้ตค้นสรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสหลังปรับแก้



ภาพ 4.21 แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตหลังปรับแก้



ภาพ 4.22 แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวมการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่องสถิติหลังปรับแก้

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์ครูและแหล่งเอกสารต่าง ๆ

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อเป้าหมาย 2 ส่วน คือ

1) ใช้แนวคิดของ Kabaal and Baran (2017) ที่อ้างอิงแนวคิดของ Sfard (2001) เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเชื่อมโยง โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1.1) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอกับผู้เรียน โดยวิเคราะห์ภาษาที่ครูใช้ได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ (inappropriate/inadequate discourse)

1.2) การสื่อสารด้วยภาษาที่ไม่ตรงกับสภาพบริบทที่เป็นจริง (intension)

1.3) การสื่อสารด้วยภาษาที่สะท้อนการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม เป็นการสื่อสารที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน (reason of inappropriateness)

1.4) การสื่อสารด้วยภาษาที่มีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง (revised discourse)

2) ปรับเพิ่มการวิเคราะห์อีกหนึ่งมิติ คือ เรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ที่ปรากฏผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู

การวิจัยในขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ 1) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพโดยใช้การสัมภาษณ์ครู และ 2) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์จากการสัมภาษณ์ครู

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) เกี่ยวกับตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ จัดทำจำนวน 4 ตัวอย่าง รายละเอียดดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) เกี่ยวกับตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เป็นการแสดงตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมและควรแก้ไข จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ

เมื่อพิจารณาตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอน เพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงพบว่า มีตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ขาดความสมเหตุสมผล และขาดวาทกรรมที่แสดงการชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง ดังตาราง 4.4-4.7

ตาราง 4.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

เรื่องจำนวนจริง					
ตัวอย่างที่ 1 กล่องทรงลูกบาศก์มีความจุ 2,744 ลูกบาศก์เซนติเมตร กล่องใบนี้มีแต่ละด้านยาวกี่เซนติเมตร					
การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสมให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์ที่ตั้งใจจะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
คำว่า “กล่องใบนี้มีแต่ละด้านยาวกี่เซนติเมตร”	- ภาษาและข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอ ยังไม่สื่อถึงการแสดงการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้ประโยชน์ของการหาความยาวด้านกล่องในชีวิตจริง - ขาดการเชื่อมโยงในบริบทโลกจริง เช่น บริบทส่วนบุคคล	ต้องการนำความรู้เรื่องรากที่สามมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะปรับเพิ่ม บริบทส่วนบุคคล เช่น การนำความรู้ไปใช้เพื่อจัดทำกล่องสำหรับบรรจุสิ่งของที่มีขนาดต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	เจมส์ซื้อกล่องพลาสติกใส่ทรงลูกบาศก์ที่มีความจุ 2,744 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะสามารถนำมาใส่โมเดลซึ่งมีความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม					
<ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลในโจทย์ปัญหายังขาดการเชื่อมโยงการคำนวณความยาวด้านของกล่องกับการนำไปใช้ประโยชน์ - ควรเพิ่มข้อความที่อธิบายถึงการแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของนักเรียน เช่น การหา กล่องที่มีขนาดเหมาะสมใส่ของ, การเลือกซื้อกล่องของขวัญ 					

2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงใจพ้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	
ควรปรับเปลี่ยน บริบทส่วนบุคคล เช่น การนำความรู้ไปใช้เพื่อจัดหากล่องสำหรับบรรจุสิ่งของที่มีขนาดต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
การคำนวณความยาวด้านของกล่องทรงลูกบาศก์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเลือกบรรจุภัณฑ์ให้มีขนาดที่เหมาะสมได้	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
เจมส์ซื้อกล่องพลาสติกใสทรงลูกบาศก์ที่มีความจุ 2,744 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะสามารถนำมาใส่โมเดลซึ่งมีความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “ กล่องใบนี้มีแต่ละด้านยาวก็เซนติเมตร ” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่บุคคลจะหาความยาวด้านของกล่อง	ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการนำความรู้ไปใช้เพื่อหาความยาวด้าน เพื่อเลือกกล่องให้มีขนาดเหมาะสมกับสิ่งของที่ต้องการใส่
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
ข้อมูลในใจพ้องไม่เพียงพอในการแสดงการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง จึงควรปรับให้เข้ากับบริบทส่วนบุคคลของนักเรียน	ควรปรับตัวอย่างใจพ้องนี้ให้สอดคล้องกับ บริบทส่วนบุคคลของนักเรียน ดังนี้ “เจมส์ซื้อกล่องพลาสติกใสทรงลูกบาศก์ที่มีความจุ 2,744 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะสามารถนำมาใส่โมเดลซึ่งมีความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

ตาราง 4.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
คำว่า “เสาไฟฟ้าต้นหนึ่งเอนไปด้านซ้าย เอนไปทางขวา”	ข้อมูลในโจทย์ขาดความสมเหตุสมผล เนื่องจากในความเป็นจริงเสาไฟฟ้าไม่สามารถเอนไปเอนมาได้ และขาดการเชื่อมโยงในบริบทการประกอบอาชีพ	ต้องการนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะปรับเพิ่มบริบทการประกอบอาชีพ คือ อาชีพช่างซ่อมไฟฟ้า ซึ่งจะต้องหาบันไดให้มีความยาวเหมาะสมกับสถานที่ที่จะไปปฏิบัติงาน	ช่างซ่อมบำรุงสายไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ต้องการปีนขึ้นไปตรวจเช็คสายไฟที่บริเวณปลายยอดเสาไฟฟ้าสองต้นซึ่งอยู่ตรงข้ามกัน โดยจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นแรกอยู่สูงจากพื้นดิน 9 เมตร และจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นที่สองอยู่สูงจากพื้นดิน 12 เมตร ถ้าเสาทั้งสองห่างกัน 21 เมตร ควรใช้บันไดที่มีความยาวอย่างน้อยเท่าใด
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม					
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเปลี่ยนวัตถุที่นำมาใช้ยกตัวอย่างให้มีความสมเหตุสมผล จากที่เสาไฟเอนไปเอนมาให้เป็นวัตถุที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในโลกจริง - ปรับภาษาและเพิ่มข้อมูลในโจทย์ให้แสดงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการนำความรู้พีทาโกรัสมาใช้ในบริบทโลกแห่งความจริง 					
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง					
ในข้อนี้จะปรับโจทย์โดยเพิ่มการนำความรู้ไปใช้ให้สอดคล้องกับบริบทการประกอบอาชีพ คือ อาชีพช่างซ่อมไฟฟ้า ซึ่งจะต้องหาบันไดให้มีความยาวเหมาะสมกับสถานที่ที่จะไปปฏิบัติงาน					

3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
ควรเลือกสิ่งของให้เหมาะสมสอดคล้องกับสถานการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริง เช่น เปลี่ยนจากเสาไฟฟ้าที่ไม่สามารถเอนไปมาได้ เป็น บันไดไม้ไผ่ซึ่งสามารถตั้งให้พาดเอนไปทางซ้ายหรือขวาได้	
4. การปรับแก้ภาษาที่เหมาะสม	
ช่างซ่อมบำรุงสายไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ต้องการปีนขึ้นไปตรวจเช็คสายไฟที่บริเวณปลายยอดเสาไฟฟ้าสองต้นซึ่งอยู่ตรงข้ามกัน โดยจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นแรกอยู่สูงจากพื้นดิน 9 เมตร และจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นที่สองอยู่สูงจากพื้นดิน 12 เมตร ถ้าเสาทั้งสองห่างกัน 21 เมตร ควรใช้บันไดที่มีความยาวอย่างน้อยเท่าใด	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “เสาไฟฟ้าเอนไปมา” เป็นการสื่อสารที่ขาดความสมเหตุสมผล เนื่องจากในบริบทโลกแห่งความจริงเสาไฟฟ้าไม่สามารถเอนไปมาได้	คำว่า “ เสาไฟฟ้าเอนไปมา ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้มีความสมเหตุสมผลเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการหาความยาวนั้น เช่น “ ควรใช้บันไดที่มีความยาวอย่างน้อยเท่าใด ”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
เนื้อหาในโจทย์ยังขาดความสมเหตุสมผล และขาดบริบทการเชื่อมโยงกับบริบทในโลกแห่งความจริง	ควรแก้ไขโดยปรับให้เชื่อมโยงกับบริบทการประกอบอาชีพ “ช่างซ่อมบำรุงสายไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ต้องการปีนขึ้นไปตรวจเช็คสายไฟที่บริเวณปลายยอดเสาไฟฟ้าสองต้นซึ่งอยู่ตรงข้ามกัน โดยจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นแรกอยู่สูงจากพื้นดิน 9 เมตร และจุดที่ต้องตรวจเช็คเสาไฟฟ้าต้นที่สองอยู่สูงจากพื้นดิน 12 เมตร ถ้าเสาทั้งสองห่างกัน 21 เมตร ควรใช้บันไดที่มีความยาวอย่างน้อยเท่าใด”

ตาราง 4.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

เรื่องเลขยกกำลัง																	
ตัวอย่างที่ 3 วัตถุ A หนัก $15^{14} \times 8^5$ กิโลกรัม วัตถุ B หนัก $9^7 \times 10^{15}$ กิโลกรัม จงหาว่าวัตถุ A หนักเป็นกี่เท่าของวัตถุ B																	
การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์																	
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง													
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่												
คำว่า “วัตถุ A หนักเป็นกี่เท่าของวัตถุ B” ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและขาดประโยชน์ในการนำไปใช้	โจทย์ปัญหาไม่เชื่อมโยงกับทั้ง 4 บริบทในโลกจริง เนื่องจากข้อมูลในโจทย์ไม่แสดงถึงความจำเป็นและประโยชน์ในการนำหน้าหนักวัตถุ	ต้องการนำความรู้เรื่องเลขยกกำลังไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะปรับเพิ่ม บริบททางสังคม เช่น เรื่องปริมาณการส่งออกข้าวแต่ละชนิดของประเทศไทย ในปี 2564 เพราะประเทศไทยส่งออกข้าวเป็นหลัก จึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ	ข้อมูลปริมาณส่งออกข้าวไทย จำแนกตามชนิดข้าวในปี 2564 เป็นดังนี้ <table border="1" data-bbox="1141 862 1401 1115"> <thead> <tr> <th>ชนิดข้าว</th> <th>ปริมาณ (ตัน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ข้าวขาว</td> <td>2.35×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมมะลิ</td> <td>1.42×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมไทย</td> <td>5.5×10^5</td> </tr> <tr> <td>ข้าวเหนียว</td> <td>1.47×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวเหนียว</td> <td>3.10×10^5</td> </tr> </tbody> </table> จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้ 1) ปริมาณส่งออกข้าวขาว เป็นกี่เท่าของปริมาณส่งออกข้าวหอมไทย 2) ปริมาณส่งออกข้าวเหนียวต่างจากปริมาณข้าวหอมมะลี่ยุ่เท่าใด	ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)	ข้าวขาว	2.35×10^6	ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6	ข้าวหอมไทย	5.5×10^5	ข้าวเหนียว	1.47×10^6	ข้าวเหนียว	3.10×10^5
ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)																
ข้าวขาว	2.35×10^6																
ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6																
ข้าวหอมไทย	5.5×10^5																
ข้าวเหนียว	1.47×10^6																
ข้าวเหนียว	3.10×10^5																
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ																	
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม																	
ควรเปลี่ยนโจทย์ให้อธิบายถึงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและแสดงประโยชน์ที่นำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง																	
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง																	
ภาษาที่ใช้ในโจทย์ คำว่า “วัตถุ A และ วัตถุ B” เป็นภาษาที่ทำให้ข้อมูลในโจทย์ขาดการเชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริงและไม่แสดงถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในบริบทโลกแห่งความจริง																	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม																	
ในข้อนี้จะปรับโจทย์ปัญหาให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม เช่น เรื่องปริมาณการส่งออกข้าวแต่ละชนิดของประเทศไทย ในปี 2564 ที่กำหนดสถานการณ์นี้ เพราะ ประเทศไทยส่งออกข้าวเป็นหลัก จึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนควรได้เรียนรู้																	

4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม											
ข้อมูลปริมาณส่งออกข้าวไทย จำแนกตามชนิดข้าว ในปี 2564 เป็นดังนี้											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ชนิดข้าว</th> <th>ปริมาณ (ตัน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ข้าวขาว</td> <td>2.35×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมมะลิ</td> <td>1.42×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมไทย</td> <td>5.5×10^5</td> </tr> <tr> <td>ข้าวเหนียว</td> <td>3.10×10^5</td> </tr> </tbody> </table>	ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)	ข้าวขาว	2.35×10^6	ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6	ข้าวหอมไทย	5.5×10^5	ข้าวเหนียว	3.10×10^5
ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)										
ข้าวขาว	2.35×10^6										
ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6										
ข้าวหอมไทย	5.5×10^5										
ข้าวเหนียว	3.10×10^5										
จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้											
<ol style="list-style-type: none"> ปริมาณส่งออกข้าวขาวเป็นกี่เท่าของปริมาณส่งออกข้าวหอมไทย ปริมาณส่งออกข้าวเหนียวต่างจากปริมาณข้าวหอมมะลี่ยู่เท่าใด 											
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง											
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง										
คำว่า “วัตถุ A และ วัตถุ B” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่จะเปรียบเทียบน้ำหนัก	คำว่า “ วัตถุ A และ วัตถุ B ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบน้ำหนักนั้น เช่น “ ปริมาณส่งออกข้าวขาวเป็นกี่เท่าของปริมาณส่งออกข้าวหอมไทย ” และ “ ปริมาณส่งออกข้าวเหนียวต่างจากปริมาณข้าวหอมมะลี่ยู่เท่าใด ”										
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม											
“จงหาว่าวัตถุ Aหนักเป็นกี่เท่าของวัตถุ B” โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง ขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการยกตัวอย่างโจทย์เพื่อเชื่อมโยงกับบริบทในโลกแห่งความจริง	ในคู่มือว่าควรปรับตัวอย่างโจทย์นี้ให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม เรื่องเศรษฐศาสตร์ ดังนี้ “ข้อมูลปริมาณส่งออกข้าวไทย จำแนกตามชนิดข้าว ในปี 2564 เป็นดังนี้” <table border="1"> <thead> <tr> <th>ชนิดข้าว</th> <th>ปริมาณ (ตัน)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ข้าวขาว</td> <td>2.35×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมมะลิ</td> <td>1.42×10^6</td> </tr> <tr> <td>ข้าวหอมไทย</td> <td>5.5×10^5</td> </tr> <tr> <td>ข้าวเหนียว</td> <td>3.10×10^5</td> </tr> </tbody> </table> จากข้อมูลในตาราง จงตอบคำถามต่อไปนี้ <ol style="list-style-type: none"> ปริมาณส่งออกข้าวขาวเป็นกี่เท่าของปริมาณส่งออกข้าวหอมไทย ปริมาณส่งออกข้าวเหนียวต่างจากปริมาณข้าวหอมมะลี่ยู่เท่าใด” 	ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)	ข้าวขาว	2.35×10^6	ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6	ข้าวหอมไทย	5.5×10^5	ข้าวเหนียว	3.10×10^5
ชนิดข้าว	ปริมาณ (ตัน)										
ข้าวขาว	2.35×10^6										
ข้าวหอมมะลิ	1.42×10^6										
ข้าวหอมไทย	5.5×10^5										
ข้าวเหนียว	3.10×10^5										

ตาราง 4.7 ตัวอย่างการวิเคราะห์หากรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ

เรื่องสถิติ

ตัวอย่างที่ 4 วิจัยฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม ทุกเช้าเขาวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อ จำนวน 25 บ่อ ข้อมูลที่ได้เป็นดังแผนภาพต้น-ใบ ต่อไปนี้

5	1
6	1 8 8 8 9 9 9
7	0 0 1 1 1 1 2 2 2 2 2 3 3 3 4 5
8	0
9	2

สัญลักษณ์ 7 | 3 หมายถึง ระดับค่า pH 7.3

- 1) นักเรียนคิดว่าบ่อปลาที่วิศวกรให้ความสนใจอย่างด่วนมีกี่บ่อ เพราะเหตุใด
- 2) บ่อปลาส่วนใหญ่มีค่า pH ของน้ำเท่าใด
- 3) ถ้าตารางค่า pH ของน้ำกับผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำสำหรับปลาสวยงามเป็นดังนี้

ค่า PH ของน้ำ	ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตราย มักทำให้ปลาตาย
4.1 - 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาที่ไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญ
6.1 - 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ
9.1 - 11.0	การเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ
11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา

นักเรียนจะสรุปเกี่ยวกับสภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาของฟาร์มของวิได้อย่างไร

การวิเคราะห์หาทฤษฎี					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
คำว่า “วิควรให้ความสนใจอย่างด่วนมีก็บ่อ”	ก า ร ใช้ ข้อ ความที่ แ ส ด ง ความหมายที่ไม่ชัดเจน ของประโยคที่เขียนว่า “วิควรให้ความสนใจอย่างด่วนมีก็บ่อ” อาจทำให้นักเรียนสับสน	ต้องการให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากการอ่านแผนภาพต้น-ใบและพิจารณาค่า pH ของน้ำกับผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำสำหรับปลาสวยงาม	ไม่มี	โจทย์เดิมข้อนี้มี การเชื่อมโยง บริบท การประกอบอาชีพ โดยสังเกตจากข้อความ “วิทำฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม ทุกเช้าเขาวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อ จำนวน 25 บ่อ”	“นักเรียนคิดว่า บ่อปลาที่เจ้าของฟาร์มต้องรีบแก้ไขค่า pH อย่างเร่งด่วนมีก็บ่อ เพราะเหตุใด”
การใช้ผลการวิเคราะห์หาทฤษฎีไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม					
- ควรเลือกใช้คำหรือข้อความที่ระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ที่ต้องการให้นักเรียนหาคำตอบ					
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง					
- ข้อมูลในโจทย์มีการเชื่อมโยงโจทย์สอดคล้องกับ บริบทการประกอบอาชีพ โดยสังเกตจากข้อความ “วิทำฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม ทุกเช้าเขาวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อ จำนวน 25 บ่อ”					
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม					
- ข้อมูลในโจทย์มีการแสดงเหตุผลที่เหมาะสมสำหรับบริบทการประกอบอาชีพ ในการทำฟาร์มเลี้ยงปลาสวยงาม จำเป็นต้องวัดค่า pH ของน้ำในแต่ละบ่อเพื่อตรวจสอบค่า pH ของน้ำกับผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ					
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม					
- นักเรียนคิดว่าบ่อปลาที่วิควรแก้ไขค่า pH อย่างเร่งด่วนมีก็บ่อ เพราะเหตุใด					

ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “ควรให้ความสนใจอย่างถ้วนมีก็บ่อ” ไม่ได้สื่อสารตรงจุดประสงค์ มีความกำกวม อาจทำให้นักเรียนแต่ละคนตีความไม่ตรงกัน	คำว่า “ ควรให้ความสนใจอย่างถ้วนมีก็บ่อ ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ที่ต้องการ เช่น “ นักเรียนคิดว่าบ่อปลาที่ไว้ควรปรับแก้ค่า pH มีก็บ่อเพราะเหตุใด ”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริงในบริบทการประกอบอาชีพ แต่ยังคงขาดการสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม ใช้คำกำกวม ไม่แสดงจุดประสงค์ที่ตั้งใจอย่างตรงประเด็น จึงอาจทำให้นักเรียนหรือผู้อ่านแต่ละคนตีความหมายได้แตกต่างกัน	ปรับให้โจทย์มีบริบทการประกอบอาชีพ และระมัดระวังเกี่ยวกับการเลือกใช้คำหรือข้อความ เพื่อสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม ชัดเจน ตรงประเด็น ไม่กำกวม “นักเรียนคิดว่า บ่อปลาที่เจ้าของฟาร์มต้องปรับแก้ค่า pH อย่างเร่งด่วนมีก็บ่อ เพราะเหตุใด”

3.2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) เกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้อย่างน้อยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการสัมภาษณ์ครู

เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ใช้อย่างน้อยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการสัมภาษณ์ครู แบ่งเป็น 1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการแสดงตัวอย่างการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ และ 3) การแสดงตัวอย่างเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม

3.2.1 การสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ใช้อย่างน้อยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

ผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ใช้อย่างน้อยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงของครูพบว่า มีลักษณะการใช้ภาษาไม่เหมาะสมในการอธิบาย การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ชัดเจน นอกจากนี้ยังมีครูใช้การสื่อสารที่ให้ข้อมูลที่ไม่มีเพียงพอ ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการใช้ภาษาเพื่อแสดงการเชื่อมโยง โดยครูคิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีบริบทในโลกแห่งความจริงแล้วไม่จำเป็นต้องแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอนของครูจึงขาดการชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ระหว่างการนำเสนอโจทย์ปัญหาผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ตัวอย่างการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องสถิติ

ตัวอย่างที่ 5 วิธีอธิบาย

เมื่อช่วงปิดภาคเรียนที่ผ่านมา ตี๊กและเพื่อนอีก 4 คน ไปเที่ยวสวนสนุกดรีมเวิลด์ โดยมีค่าใช้จ่ายระหว่างที่เที่ยว คือ ค่าเดินทาง ค่าอาหาร ค่าเครื่องเล่น ที่แต่ละคนทรงจ่ายก่อน ดังนี้ ตี๊กจ่าย 550 บาท เพื่อนคนที่หนึ่งจ่าย 500 บาท คนที่สองจ่าย 640 บาท คนที่สามจ่าย 430 บาท คนที่สี่จ่าย 580 บาท เฉลี่ยเป็นเงินที่แต่ละคนจะต้องจ่ายเท่ากับกี่บาท

ครู : เรามาดูโจทย์ข้อนี้กัน นักเรียนลองอ่านโจทย์ค่ะ

ครู : โจทย์ข้อนี้ถามอะไรคะ

นักเรียน : จำนวนเงินเฉลี่ยที่แต่ละคนต้องจ่าย

ครู : โจทย์ข้อนี้ให้ข้อมูลอะไรมาบ้างคะ

นักเรียน : มีค่าใช้จ่ายที่แต่ละคนทรงจ่ายก่อน คือ 550 บาท, 500 บาท, 640 บาท, 430 บาท และ 580 บาท

ครู : โอเค ในข้อนี้ นักเรียนต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรมาแก้ปัญหาคะ

นักเรียน : การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

ครู : ถูกต้องค่ะ นักเรียนจำได้ไหมว่าสูตรที่ใช้ในการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต กำหนดสูตรไว้อย่างไร

นักเรียน :
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

ครู : เก่งมากค่ะ เรามาช่วยกันแทนค่า

$$(\text{ครูเขียน } \bar{x} = \frac{550+500+640+430+580}{5})$$

$$(\text{ครูเขียน } \bar{x} = \frac{2,700}{5})$$

ครู : เราจะได้ สองพันเจ็ดร้อย หกร้อย ห้า ได้คำตอบเท่ากับเท่าไรคะ

นักเรียน : 540 บาทค่ะ

ครู : ดังนั้นคำตอบในข้อนี้ คือ เงินที่แต่ละคนจะต้องจ่ายเท่ากับ 540 บาท

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรม ที่ไม่ เหมาะสม/ ให้ข้อมูล ไม่เพียงพอ	เหตุผลของ ความไม่ เหมาะสม	จุดประสงค์หรือ ความตั้งใจที่จะ สื่อสาร วาทกรรม	มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน ทาง คณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการ เชื่อมโยงกับโลก แห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
การ อธิบาย ของครู มุ่งเน้น การทำ คำตอบ โดยขาด การ อธิบายถึง ประโยชน์ ของการ นำความรู้ ไปใช้ใน ชีวิตจริง	- ขาดการให้ ข้อมูลที่ เพียงพอใน การนำ เนื้อหาไป เชื่อมโยง บริบทโลก แห่งความ จริง - ไม่แสดงถึง ประโยชน์ ของการนำ ความรู้ไปใช้	ต้องการให้ นักเรียนเห็น ประโยชน์ของ การนำความรู้ เรื่องสถิติไปใช้ ในการ แก้ปัญหาโดย เชื่อมโยง บริบทโลกแห่ง ความจริง	ไม่มี	โจทย์เดิมของข้อ นี้มีบริบทส่วน บุคคลของ นักเรียนในโลก แห่งความจริง แต่ควรปรับเพิ่ม คำพูดหรือใช้ ภาษาที่ชี้ให้เห็น ประโยชน์ของ การนำความรู้ไป ใช้	ครู : นักเรียนเคยนัดกันไปเที่ยวกับ เพื่อนใหม่คะ (เคย) ครู : แล้วเวลานักเรียนไปเที่ยวจะมี ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าบัตรรถไฟฟ้า ค่าอาหาร ค่าเครื่องเล่น นักเรียนมี วิธีคำนวณเพื่อจ่ายค่าอาหาร อย่างไร (จ่ายของตัวเอง/ผลัดกัน จ่าย/หารเฉลี่ย) ครู : สมมติถ้านักเรียนเลือกวิธีการ เฉลี่ย นักเรียนจะมีวิธีคิดเงิน อย่างไร (นำค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่แต่ละ คนออกไปมารวมกันแล้วหาร ด้วยจำนวนคนที่ไป) ครู : นักเรียนรู้ไหมว่าวิธีการนี้ ในทางคณิตศาสตร์ คือการหาค่าใด (ไม่รู้ครับ/ค่าเฉลี่ยเลขคณิต) ครู : จากความรู้ที่เรามี วันนี้เราจะ มาช่วยติ๊กและเพื่อน ๆ ของเขา แก้ปัญหากันค่ะ
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม					
<ul style="list-style-type: none"> - คำอธิบายที่ใช้ในการสอนของครูมีความถูกต้อง เหมาะสม แต่ไม่ควรมุ่งอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์เพียง อย่างเดียว - ควรเพิ่มการให้ข้อมูลที่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ของการนำเนื้อหาที่เรียนไปเชื่อมโยงบริบทโลกแห่ง ความจริง 					
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง					
<ul style="list-style-type: none"> - โจทย์ข้อนี้ควรปรับเพิ่มคำพูดหรือใช้ภาษาที่ชี้ให้เห็นประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในบริบทส่วนบุคคล ของนักเรียนในโลกแห่งความจริง 					
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม					
<ul style="list-style-type: none"> - ควรอธิบายให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนเรื่องสถิติ เพื่อเพิ่มคุณค่า 					

4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
<p>ครู : นักเรียนเคยนัดกันไปเที่ยวกับเพื่อนใหม่คะ (เคย)</p> <p>ครู : แล้วเวลานักเรียนไปเที่ยวจะมีค่าใช้จ่าย เช่น ค่าบัตรรถไฟฟ้า ค่าอาหาร ค่าเครื่องเล่น นักเรียนมีวิธีคำนวณเพื่อจ่ายค่าอาหารอย่างไร (จ่ายของตัวเอง/ผลัดกันจ่าย/หารเฉลี่ย)</p> <p>ครู : สมมติถ้านักเรียนเลือกวิธีการเฉลี่ย นักเรียนจะมีวิธีคิดเงินอย่างไร (นำค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่แต่ละคนออกไปมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนคนที่ไป)</p> <p>ครู : นักเรียนรู้ไหมว่าวิธีการนี้ในทางคณิตศาสตร์ คือการหาค่าใด (ไม่รู้ครับ/ค่าเฉลี่ยเลขคณิต)</p> <p>ครู : จากความรู้ที่เรามี วันนี้เราจะมาช่วยติ๊กและเพื่อน ๆ ของเขาแก้ปัญหากันค่ะ</p>	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
การมุ่งอธิบายเนื้อหาคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว ทำให้ขาดข้อมูลที่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ของการนำเนื้อหาที่เรียนไปเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง	ควรชี้ให้เห็นประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในบริบทโลกแห่งความจริง
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
<p>โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ ขาดข้อมูลที่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ของการนำเนื้อหาที่เรียนไปเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง ไม่แสดงจุดประสงค์ที่ตั้งใจอย่างตรงประเด็น จึงอาจทำให้นักเรียนไม่สนใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะ ไม่เห็นประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในบริบทโลกแห่งความจริง</p>	<p>ควรชี้ประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้เพื่อสร้างคุณค่าของเนื้อหาด้วยภาษาที่เหมาะสม โดยใส่บริบทส่วนบุคคลของนักเรียน</p> <p>ครู : “นักเรียนเคยนัดกันไปเที่ยวกับเพื่อนใหม่คะ” (เคย)</p> <p>ครู : “แล้วเวลานักเรียนไปเที่ยวจะมีค่าใช้จ่าย เช่น ค่าบัตรรถไฟฟ้า ค่าอาหาร ค่าเครื่องเล่น นักเรียนมีวิธีคำนวณเพื่อจ่ายค่าอาหารอย่างไร” (จ่ายของตัวเอง/ผลัดกันจ่าย/หารเฉลี่ย)</p> <p>ครู : “สมมติถ้านักเรียนเลือกวิธีการเฉลี่ย นักเรียนจะมีวิธีคิดเงินอย่างไร” (นำค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่แต่ละคนออกไปมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนคนที่ไป)</p> <p>ครู : “นักเรียนรู้ไหมว่าวิธีการนี้ในทางคณิตศาสตร์ คือการหาค่าใด” (ไม่รู้ครับ/ค่าเฉลี่ยเลขคณิต)</p> <p>ครู : “จากความรู้ที่เรามี วันนี้เราจะมาช่วยติ๊กและเพื่อน ๆ ของเขาแก้ปัญหากันค่ะ”</p>

การสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีการใช้ภาษาไม่เหมาะสมในการอธิบาย มีลักษณะการสื่อสารที่ใช้ภาษาไม่เหมาะสมโดยการแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการเข้าใจผิดเป็นสื่อสารที่คลาดเคลื่อนและไม่แสดงถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ ดังตาราง 4.9-4.12

ตาราง 4.9 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องสถิติ					
ตัวอย่างที่ 6 การเว้นวรรคตอนผิด					
วิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน 10 ครั้ง ซึ่งปรากฏว่า ดนัยสอบได้ 6 คะแนน 2 ครั้ง 7 คะแนน 3 ครั้ง 8 คะแนน 3 ครั้ง และ 9 คะแนน 2 ครั้ง จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบที่ดนัยทำได้					
การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง	- ข้อความในโจทย์แบ่งวรรคตอนไม่ชัดเจน อาจทำให้เกิดการเข้าใจผิด เป็นสื่อสารที่คลาดเคลื่อน - ข้อมูลให้ไม่ครบถ้วน ไม่เพียงพอ เพราะโจทย์ไม่ได้บอกคะแนนเต็มในการสอบแต่ละครั้ง	ต้องการนำความรู้เรื่องสถิติไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงของนักเรียน	ไม่มี	โจทย์เดิมข้อนี้มีบริบทส่วนบุคคลของนักเรียนในเรื่องการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบของตนเอง	วิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน 10 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีคะแนนเต็มครั้งละ 10 คะแนน ซึ่งปรากฏว่า ดนัยสอบได้ 6 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง, สอบได้ 7 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง, สอบได้ 8 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง และสอบได้ 9 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน

การใช้ผลการวิเคราะห์หาทหกรรมไปสร้างคู่มือ	
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเว้นวรรคตอนให้ถูกต้อง ในกรณีที่มีหน้ากระดาษเหลือมาก อาจจัดให้ชุดข้อมูลแต่ละชุดอยู่คนละบรรทัดกัน แต่หากกรณีที่มีหน้ากระดาษเหลือไม่มาก อาจจัดให้ชุดข้อมูลแต่ละชุดคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค หรือ ลูกน้ำ (,) - ต้องให้ข้อมูลให้เพียงพอสำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ย โดยระบุคะแนนเต็มสำหรับการสอบแต่ละครั้งด้วย 	
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงใจพทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเปลี่ยนคำว่า “จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ” เป็น “โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน” - โจทย์ปัญหาข้อนี้สอดคล้องกับบริบทส่วนบุคคลของนักเรียน 	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเว้นวรรคตอนให้ถูกต้อง เพื่อการสื่อความหมายที่ชัดเจน ตรงประเด็น จะได้เข้าใจตรงกัน ไม่คลาดเคลื่อน - คำว่า “ค่าเฉลี่ยเลขคณิต” เป็นศัพท์เฉพาะทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจจำความหมายของศัพท์ไม่ได้ หรือไม่ทราบวิธีการหา ซึ่งหากครูเลือกใช้คำว่า “โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน” จะเป็นคำที่มักพบในบริบทโลกแห่งความจริงมากกว่า นักเรียนมีความคุ้นเคยและเข้าใจได้ง่ายกว่า ครูอาจใช้การอธิบายเพิ่มเติมว่าคำทั้งสองมีความหมายเดียวกัน 	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
<p>แบบที่ 1</p> <p>วิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน 10 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีคะแนนเต็มครั้งละ 10 คะแนน ซึ่งปรากฏว่า ดนัย</p> <p style="text-align: center;">สอบได้ 6 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง, สอบได้ 7 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง, สอบได้ 8 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง และ สอบได้ 9 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง</p> <p>โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน</p> <p>แบบที่ 2 วิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน 10 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีคะแนนเต็มครั้งละ 10 คะแนน ซึ่งปรากฏว่า ดนัยสอบได้ 6 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง, สอบได้ 7 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง, สอบได้ 8 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง และสอบได้ 9 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน</p>	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
<p>การเว้นวรรคไม่ถูกต้อง จะทำให้นักเรียนอ่านข้อมูลผิด และคำนวณค่า และให้ข้อมูลไม่เพียงพอต่อการคำนวณ</p>	<p>ควรเว้นวรรคตอนให้ถูกต้อง โดยอาจใส่เครื่องหมายจุลภาค เพื่อการสื่อความหมายที่ชัดเจน ตรงประเด็น จะได้เข้าใจตรงกัน ไม่คลาดเคลื่อน และเพิ่มข้อมูลคะแนนเต็มในการสอบแต่ละครั้งให้ครบถ้วน</p>

การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
ข้อมูลในโจทย์เป็นศัพท์เฉพาะทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจจำความหมายของศัพท์ไม่ได้ หรือไม่ทราบวิธีการหา และมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการยกตัวอย่างโจทย์เพื่อเชื่อมโยงกับบริบทในโลกแห่งความจริง	ควรระมัดระวังเกี่ยวกับการเว้นวรรคไม่ถูกต้อง และการเลือกใช้คำหรือข้อความ เพื่อสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย และเชื่อมโยงกับ บริบทส่วนบุคคลของนักเรียน “วิชาคณิตศาสตร์มีการทดสอบย่อยเพื่อเก็บคะแนน 10 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็มครั้งละ 10 คะแนน ซึ่งปรากฏว่า ดนัยสอบได้ 6 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง, สอบได้ 7 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง, สอบได้ 8 คะแนน จำนวน 3 ครั้ง และสอบได้ 9 คะแนน จำนวน 2 ครั้ง โดยเฉลี่ย ดนัยทำได้กี่คะแนน”

ตาราง 4.10 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส					
ตัวอย่างที่ 7 นลินซื้อโทรทัศน์ขนาด 30 นิ้ว มา 1 เครื่อง โดยส่วนที่เป็นหน้าจอของโทรทัศน์มีความกว้าง 18 นิ้ว อยากทราบว่าหน้าจอของโทรทัศน์มีความยาวกี่นิ้ว					
การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับเปลี่ยน
ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ในการนำไปใช้	- ไม่แสดงถึงประโยชน์ ของการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง - ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเชื่อมโยง โจทย์คณิตศาสตร์กับโลกจริง จึงขาดการแสดงวาทกรรมทางคณิตศาสตร์	เพื่ อ ให้ นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ ในการแก้ปัญหาโดย เชื่ อ ม โย ง บริบทโลกแห่งความจริง	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะ ปรับเปลี่ยน บริบทส่วนบุคคล (บุคคลทั่วไป) เพื่อนำความรู้ไปใช้เลือกซื้อขนาดของโทรทัศน์ให้เหมาะสมกับชั้นวางโทรทัศน์เดิมที่มีอยู่	ห้องนั่งเล่นที่บ้านของนลินเป็นผนัง built-in มีช่องว่างสูง 18 นิ้ว และยาว 25 นิ้วสำหรับวางทีวี ถ้านลินต้องการซื้อโทรทัศน์เครื่องใหม่ จงหาว่าโทรทัศน์ขนาดที่ใหญ่ที่สุด ควรมีขนาดเท่าใดที่จะสามารถนำมาวางในชั้นวางทีวีได้ ก. ขนาด 29 นิ้ว ข. ขนาด 30 นิ้ว ค. ขนาด 32 นิ้ว ง. ขนาด 40 นิ้ว

การใช้ผลการวิเคราะห์หากรรมไปสร้างคู่มือ	
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเพิ่มรายละเอียดในโจทย์ปัญหาให้อธิบายถึงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้ 	
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง	
<ul style="list-style-type: none"> - ความยาวของหน้าจอของโทรทัศน์ แม้เป็นสิ่งที่นักเรียนพบในชีวิตจริงแต่ภาษาที่ใช้ในโจทย์ไม่แสดงการเชื่อมโยงการคำนวณความยาวหน้าจอโทรทัศน์กับการนำไปใช้ประโยชน์ในบริบทโลกแห่งความจริง - ควรเพิ่มการชี้ประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงให้สอดคล้องกับบริบทส่วนบุคคล (บุคคลทั่วไป) 	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
<ul style="list-style-type: none"> - การคำนวณความยาวของหน้าจอของโทรทัศน์จากความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเลือกซื้อขนาดของโทรทัศน์ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับชั้นวางโทรทัศน์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งหากขาดความรู้จะทำให้เลือกซื้อโทรทัศน์ผิดขนาด จะส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อชั้นวางใหม่ และเสียพื้นที่ในการจัดวางชั้นวางโทรทัศน์อันเดิม หรืออาจเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งไปที่อื่น 	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
ห้องนั่งเล่นที่บ้านของนลินเป็นผนัง built-in มีช่องว่างสูง 18 นิ้ว และยาว 25 นิ้วสำหรับวางทีวี ถ้านลินต้องการซื้อโทรทัศน์เครื่องใหม่ จงหาว่าโทรทัศน์ขนาดใหญ่ที่สุด ควรมีขนาดเท่าใดที่จะสามารถนำมาวางในชั้นวางทีวีได้ ก. ขนาด 29 นิ้ว ข. ขนาด 30 นิ้ว ค. ขนาด 32 นิ้ว ง. ขนาด 40 นิ้ว	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “จงหาความยาวของหน้าจอของโทรทัศน์” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่จะหาความยาวของหน้าจอของโทรทัศน์	คำว่า “ จงหาความยาวของหน้าจอของโทรทัศน์ ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการหาความยาวนั้น เช่น “ จงหาว่าโทรทัศน์ขนาดใหญ่ที่สุด ควรมีขนาดเท่าใดที่จะสามารถนำมาวางในชั้นวางทีวีได้ ”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง ขาดประโยชน์ในการนำไปใช้	ควรปรับให้มีบริบทส่วนบุคคล เรื่องกางวางแผนซื้อโทรทัศน์เครื่องใหม่ “ห้องนั่งเล่นที่บ้านของนลินเป็นผนัง built-in มีช่องว่างสูง 18 นิ้ว และยาว 25 นิ้วสำหรับวางทีวี ถ้านลินต้องการซื้อโทรทัศน์เครื่องใหม่ จงหาว่าโทรทัศน์ขนาดใหญ่ที่สุด ควรมีขนาดเท่าใดที่จะสามารถนำมาวางในชั้นวางทีวีได้ ก. ขนาด 29 นิ้ว ข. ขนาด 30 นิ้ว ค. ขนาด 32 นิ้ว ง. ขนาด 40 นิ้ว”

ตาราง 4.11 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ในการนำไปใช้	- ไม่แสดงถึงประโยชน์ของการนำไปใช้ - ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเชื่อมโยงโจทย์คณิตศาสตร์กับโลกจริงจึงขาดการแสดงวาทกรรมทางคณิตศาสตร์	ต้องการนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะปรับเปลี่ยนบริบทส่วนบุคคลของนักเรียน เรื่องการวางแผนการเดินทางในการเข้าค่ายพักแรมเพื่อช่วยย่นระยะทางทำให้ประหยัดแรงและเวลาในการเดินทางมากขึ้น	ลูกเสือกองหนึ่งออกเดินทางไกลจากค่ายพักแรมไปเข้าฐานกิจกรรมผจญภัยสามฐาน จากแผนที่ที่นายกองได้รับ พวกเขาจะต้องเดินทางจากค่ายพักแรมไปทางทิศตะวันออก 7 กิโลเมตรจะถึงฐานกิจกรรมที่หนึ่ง แล้วเลี้ยวซ้ายไปทางทิศเหนือ 3.5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สอง จากนั้นเลี้ยวขวาตรงไปทางทิศตะวันออกอีก 5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สาม เมื่อเข้าฐานกิจกรรมครบจะได้รับแผนที่เส้นทางลัดย่นระยะทางสำหรับกลับค่ายพักแรมโดยเดินตรงจากฐานกิจกรรมที่สามไปยังค่าย หากลูกเสือเดินทางโดยใช้เส้นทางลัด จะเดินทางสั้นลงจากเส้นทางปกติไปเท่าใด

การใช้ผลการวิเคราะห์หาทฤษฎีไปสร้างคู่มือ	
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม	
- ควรเพิ่มข้อมูลให้อธิบายถึงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้	
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงใจหทัยกับบริบทโลกแห่งความจริง	
- ควรเพิ่มข้อมูลที่แสดงการเชื่อมโยงการคำนวณระยะทางจากค่ายพักแรมถึงโรงเรียนกับการนำไปใช้ประโยชน์ในบริบทโลกแห่งความจริง	
- โจทย์ข้อนี้ควรปรับเพิ่มให้สอดคล้องกับ บริบทส่วนบุคคลของนักเรียน เรื่องการวางแผนการเดินทางในการเข้าค่ายพักแรม	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
- การคำนวณระยะทาง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง ช่วยย่นระยะทาง ทำให้ประหยัดเวลามากขึ้น	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
ลูกเสือกองหนึ่งออกเดินทางไกลจากค่ายพักแรมไปเข้าฐานกิจกรรมผจญภัยสามฐาน จากแผนที่ที่นาย กองได้รับ พวกเขาจะต้องเดินทางจากค่ายพักแรมไปทางทิศตะวันออก 7 กิโลเมตรจะถึงฐานกิจกรรมที่หนึ่ง แล้วเลี้ยวซ้ายไปทางทิศเหนือ 3.5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สอง จากนั้น เลี้ยวขวาตรงไปทางทิศตะวันออกอีก 5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สาม เมื่อเข้าฐานกิจกรรมครบจะได้รับแผนที่เส้นทางกลับค่ายพักแรมโดยเดินทางจากฐานกิจกรรมที่สามไปยังค่าย หากลูกเสือเดินทางโดยใช้เส้นทางลัด จะเดินทางสั้นลงจากเส้นทางปกติไปเท่าใด	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “อยากทราบว่าค่ายพักแรมนี้อยู่ห่างจากโรงเรียนกี่กิโลเมตร” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่จะหาระยะทางจากค่ายพักแรมถึงโรงเรียน	คำว่า “ อยากทราบว่าค่ายพักแรมนี้อยู่ห่างจากโรงเรียนกี่กิโลเมตร ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการหาความยาวนั้น เช่น “ หากลูกเสือเดินทางโดยใช้เส้นทางลัด จะเดินทางสั้นลงจากเส้นทางปกติไปเท่าใด ”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้	ควรยกตัวอย่างลักษณะนี้แสดงการเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทส่วนบุคคลของนักเรียน “ลูกเสือกองหนึ่งออกเดินทางไกลจากค่ายพักแรมไปเข้าฐานกิจกรรมผจญภัยสามฐาน จากแผนที่ที่นาย กองได้รับ พวกเขาจะต้องเดินทางจากค่ายพักแรมไปทางทิศตะวันออก 7 กิโลเมตรจะถึงฐานกิจกรรมที่หนึ่ง แล้วเลี้ยวซ้ายไปทางทิศเหนือ 3.5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สอง จากนั้น เลี้ยวขวาตรงไปทางทิศตะวันออกอีก 5 กิโลเมตรเพื่อเข้าฐานกิจกรรมที่สาม เมื่อเข้าฐานกิจกรรมครบจะได้รับแผนที่เส้นทางลัดสำหรับกลับค่ายพักแรมโดยเดินทางจากฐานกิจกรรมที่สามไปยังค่าย หากลูกเสือเดินทางโดยใช้เส้นทางลัด จะเดินทางสั้นลงจากเส้นทางปกติไปเท่าใด”

ตาราง 4.12 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องสถิติ					
ตัวอย่างที่ 9 จากการสำรวจความชื่นชอบรับประทานไอศกรีมรสชาติต่าง ๆ จากนักเรียนจำนวน 240 คน เป็นดังนี้ วานิลลา 20 คน ช็อกโกแลต 80 คน สตรอว์เบอร์รี่ 60 คน และมะม่วง 80 คน ให้หาฐานนิยมของข้อมูลชุดนี้จะเป็นเท่าใด					
การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับเปลี่ยน
ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ในการนำไปใช้	ไม่แสดงถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาของชีวิตของนักเรียน	ต้องการนำความรู้เรื่องสถิติไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงของนักเรียน	ไม่มี	โจทย์ข้อนี้จะปรับเปลี่ยนบริบทของนักเรียนเรื่องการวางแผนขายสินค้าในกิจกรรมยอดนักขาย	จากการสำรวจความชื่นชอบรับประทานไอศกรีมรสชาติต่าง ๆ จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 240 คน เป็นดังนี้ วานิลลา 20 คน ช็อกโกแลต 80 คน สตรอว์เบอร์รี่ 60 คน และมะม่วง 80 คน หากทางโรงเรียนจัดกิจกรรมยอดนักขายและให้แต่ละห้องเรียนออกร้านขายของ โดยเพื่อนของนักเรียนเลือกออกร้านขายไอศกรีมจากข้อมูลข้างต้นนักเรียนและเพื่อนควรวางแผนสั่งไอศกรีมรสใดหากมีเงินลงทุนสำหรับซื้อไอศกรีมได้เพียงอย่างเดียว

การใช้ผลการวิเคราะห์หาทฤษฎีไปสร้างคู่มือ	
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม	
- ควรเปลี่ยนโจทย์ให้อธิบายถึงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้	
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง	
- การหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ แม้เป็นสิ่งที่นักเรียนพบในชีวิตจริงแต่ภาษาที่ใช้ในโจทย์ยังไม่เชื่อมโยงการหาฐานนิยมกับการนำไปใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาในบริบทโลกแห่งความจริง	
- ควรปรับให้มี บริบทส่วนบุคคล เช่น เรื่องการวางแผนขายสินค้าในกิจกรรมยอดนักขายของนักเรียน	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
การหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ คือ การหาว่านักเรียนส่วนใหญ่ชอบไอศกรีมรสชาติใด ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์สำหรับการวางแผนในการเลือกสินค้าที่ขายดีมาจัดจำหน่ายในกิจกรรมยอดนักขาย ทำให้สร้างยอดขายให้ขึ้นไปตามเป้าหมายและผู้บริโภคได้รับสินค้าตรงตามต้องการ เป็นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงซึ่งนักเรียนอาจพบเจอได้ในอนาคต	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
จากการสำรวจความชื่นชอบรับประทานไอศกรีมรสชาติต่าง ๆ จากนักเรียนจำนวน 240 คน เป็นดังนี้ วานิลลา 20 คน ช็อกโกแลต 80 คน สตรอว์เบอร์รี่ 60 คน และมะม่วง 80 คน	
หากทางโรงเรียนจัดกิจกรรมยอดนักขายและให้แต่ละห้องเรียนออกร้านขายของ โดยเพื่อนของนักเรียนเลือกออกร้านขายไอศกรีม จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนและเพื่อนควรวางแผนสั่งไอศกรีมรสใด หากมีเงินลงทุนสำหรับซื้อไอศกรีมได้เพียงอย่างเดียว	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
คำว่า “จงหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่จะหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ	คำว่า “ จงหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการหาค่านั้น “ นักเรียนและเพื่อนควรวางแผนสั่งไอศกรีมรสใด หากมีเงินลงทุนสำหรับซื้อไอศกรีมได้เพียงอย่างเดียว ”

การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ชาติความเหมาะสม	
<p>“จงหาฐานนิยมของจำนวนนักเรียนชั้นชอบรับประทานไอศกรีมรสต่าง ๆ”</p> <p>โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ แม้จะมีเรื่องไอศกรีมรสต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตจริง แต่ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงประโยชน์ในการนำความรู้ไปใช้</p>	<p>ควรปรับให้มีบริบทส่วนบุคคล</p> <p>“จากการสำรวจความชื่นชอบรับประทานไอศกรีมรสชาติต่าง ๆ จากนักเรียนจำนวน 240 คน เป็นดังนี้ วานิลลา 20 คน ช็อกโกแลต 80 คน สตรอว์เบอร์รี่ 60 คน และมะม่วง 80 คน หากทางโรงเรียนจัดกิจกรรมยอดนักขายและให้แต่ละห้องเรียนออกร้านขายของ โดยเพื่อนของนักเรียนเลือกออกร้านขายไอศกรีม จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนและเพื่อนควรวางแผนสั่งไอศกรีมรสใด หากมีเงินลงทุนสำหรับซื้อไอศกรีมได้เพียงถังเดียว”</p>

3.2.2 การสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์พบว่า ครูมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับทฤษฎีบท นิยาม สูตร กฎ และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ครูจึงแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกมผ่านทางการใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ การสื่อสารของครูจึงมีการใช้ภาษาไม่เหมาะสมในการอธิบาย ได้แก่ วิธีการอธิบายที่ใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ใช้คำอธิบายไม่ถูกต้องตามความหมายที่ต้องการ

ข้อค้นพบที่ว่า ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์จึงแสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกมผ่านทางการใช้ทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเรื่องความเข้าใจผิดของครูแต่ละบุคคลสามารถพบได้จริงจากการสัมภาษณ์ครู จึงเป็นการยืนยันผลการค้นพบใหม่ที่สามารถนำไปปรับแนวคิด (modify) การวิเคราะห์หาทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ขึ้นใหม่เป็น 5 มิติ ดังตาราง 4.13-4.14

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง 4.13 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องเลขยกกำลัง	
ตัวอย่างที่ 10 วิธีอธิบาย $a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ ตัว}}$	
ครู	“ให้นักเรียนสังเกตบนกระดาน จากนิยามของเลขยกกำลัง a^n หมายความว่าอย่างไร”
นักเรียน	นำ a มาคูณกัน n ตัว
ครู	“ถูกต้องครับ ต่อไปให้นักเรียนลองเขียน 8 ในรูปเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นจำนวนเฉพาะ นักเรียนจะเขียนได้อย่างไร”
นักเรียน	$8 = 2 \times 2 \times 2 = 2^3$
ครู	“เราจะได้ว่า 8 เขียนอยู่ในรูปการคูณกันของสอง เพราะ ฐานคือสองและสองเป็นจำนวนเฉพาะ นั่นคือ 8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ครั้ง เขียนได้ในรูปสองยกกำลังสาม”

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม/ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ	เหตุผลของความไม่เหมาะสม	จุดประสงค์หรือความตั้งใจที่จะสื่อสารวาทกรรม	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
คำว่า “ครั้ง” ในข้อความ “8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ครั้ง” เป็นการใช้คำอธิบายเพื่อสื่อความหมายไม่ถูกต้องตามความหมายที่ต้องการสื่อสาร	การเลือกใช้คำว่า “ครั้ง” จะทำให้ความหมายเปลี่ยนและทำให้นักเรียนเข้าใจผิดเกิดความสับสนว่าการเขียนเลขยกกำลังจะเขียนตามจำนวนครั้งของการคูณ คำว่า “8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ครั้ง” ในตัวอย่างนี้จะหมายถึง $2 \times 2 \times 2 \times 2$	ต้องการฝึกให้นักเรียนเขียนจำนวนในรูปเลขยกกำลังที่มีฐานเป็นจำนวนเฉพาะ	ครูเข้าใจผิดว่า $2 \times 2 \times 2$ คือ 2 คูณกัน 3 ครั้ง จึงทำให้ครูสื่อสารออกมาผิดความหมายทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่ไม่ถูกต้องและเป็นการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้กับนักเรียนต่อไป	โจทย์ข้อนี้จะปรับเพิ่มบริบทส่วนบุคคล เรื่องการปักดอกไม้กระดาษ	8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ตัว เช่น การปักดอกไม้กระดาษจะต้องปักครึ่งกระดาษหนึ่งแผ่น 3 ครั้ง โดยปักครั้งที่ 1 จะแบ่งกระดาษได้ 2 ส่วน ปักครั้งที่ 2 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 = 4$ ส่วน และปักครั้งที่ 3 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 \times 2 = 8$ ส่วน
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม					
ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำว่า “ครั้ง” ครูควรอธิบายว่าในข้อนี้ หมายถึง “จำนวนตัว”					
2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงโจทย์กับบริบทโลกแห่งความจริง					
ควรเพิ่มการยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของเลขยกกำลังในบริบทโลกแห่งความจริง เช่น ช่องที่เกิดจากการปักกระดาษทับกันหรือการแบ่งตัวของเซลล์					
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม					
ควรใช้คำว่า “จำนวนตัว” เพื่อการสื่อความหมายที่ชัดเจน ตรงประเด็น จะได้เข้าใจตรงกัน ไม่คลาดเคลื่อน					

4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ตัว เช่น การพับดอกไม้กระดาษจะต้องพับครึ่งกระดาษหนึ่งแผ่น 3 ครั้ง โดย พับครั้งที่ 1 จะแบ่งกระดาษได้ 2 ส่วน พับครั้งที่ 2 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 = 4$ ส่วน และพับครั้งที่ 3 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 \times 2 = 8$ ส่วน	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
“8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ครั้ง” อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน เข้าใจผิดว่าจำนวนครั้งกับจำนวนตัว มีความหมายเดียวกัน ซึ่งในความจริงทั้งสองคำมีความหมายต่างกัน หากครูพูดว่า 2 คูณกัน 3 ครั้ง นักเรียนบางคนอาจจะเขียนได้เป็น $2 \times 2 \times 2 \times 2$ คือ เขียนเครื่องหมายคูณ 3 ครั้ง แต่มี 2 ทั้งหมด 4 ตัว	คำว่า “2 คูณกัน 3 ครั้ง” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนตามจุดประสงค์ เป็น “2 คูณกัน 3 ตัว”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
“8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ครั้ง” โจทย์ตัวอย่างข้อนี้ ขาดการสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม ใช้คำกำกวม ไม่แสดงจุดประสงค์ที่ตั้งใจอย่างตรงประเด็น จึงอาจทำให้นักเรียนหรือผู้อ่านแต่ละคนตีความหมายได้แตกต่างกัน และขาดการยกตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง	ในคู่มือว่าควรยกตัวอย่างลักษณะนี้ให้ครูระมัดระวังเกี่ยวกับการเลือกใช้คำหรือข้อความ เพื่อสื่อสารด้วยภาษาที่เหมาะสม ชัดเจน ตรงประเด็น ไม่กำกวม และเพิ่มการให้ตัวอย่างที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง “8 เท่ากับ 2 คูณกัน 3 ตัว เช่น การพับดอกไม้กระดาษจะต้องพับครึ่งกระดาษหนึ่งแผ่น 3 ครั้ง โดย พับครั้งที่ 1 จะแบ่งกระดาษได้ 2 ส่วน พับครั้งที่ 2 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 = 4$ ส่วน และพับครั้งที่ 3 จะแบ่งกระดาษได้ $2 \times 2 \times 2 = 8$ ส่วน”

ตาราง 4.14 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูจากการสัมภาษณ์ครู

เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส	
ตัวอย่างที่ 11 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ปรากฏผ่านการอธิบายของครู	
บ้านได้อันหนึ่ง ถ้าตั้งเอนไปทางทิศตะวันตก ปลายบันไดจะจรดกับเสาสูง 48 ฟุตพอดี แต่ถ้าตั้งเอนไปทางทิศตะวันออก ปลายบันไดจะจรดกับเสาสูง 14 ฟุตพอดี ถ้าเสาสองต้นห่าง 62 ฟุต บันไดยาวกี่ฟุต	
ครู :	นักเรียนลองอ่านโจทย์บนกระดาน (ครูเจิบ ให้นักเรียนอ่าน)
ครู :	จากที่นักเรียนอ่าน โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้บ้าง
นักเรียน :	บ้านได้อันหนึ่ง ถ้าตั้งเอนไปทางทิศตะวันตก ปลายบันไดจะจรดกับเสาสูง 48 ฟุตพอดี แต่ถ้าตั้งเอนไปทางทิศตะวันออก ปลายบันไดจะจรดกับเสาสูง 14 ฟุตพอดี ถ้าเสาสองต้นห่าง 62 ฟุต
ครู :	เพื่อให้การแก้ปัญหาของเราง่ายขึ้น เราลองนำข้อมูลจากโจทย์มาวาดรูป (ครูวาดภาพบนกระดาน)
ครู :	โจทย์ต้องการให้นักเรียนหาอะไร
นักเรียน :	บันไดยาวกี่ฟุต
ครู :	จากรูป กำหนดให้บันไดยาวเท่ากับ a ฟุต
ครู :	จากรูป เนื่องจากเสาสองต้นห่าง 62 ฟุต นักเรียนทราบระยะห่างจากเสาที่สูง 48 ฟุตถึงตีนบันไดหรือไม่ อย่างไร
นักเรียน :	ไม่ทราบ กำหนดให้ระยะห่างจากเสาที่สูง 48 ฟุตถึงตีนบันได ยาว y ฟุต
ครู :	ดังนั้นระยะทางจากตีนบันไดถึงเสาที่สูง 14 ฟุต จะยาวเท่าไร
นักเรียน :	62-y
ครู :	จากรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 1 จะเขียนเป็นสมการได้อย่างไร
นักเรียน :	$48^2 + y^2 = a^2$
ครู :	ถูกต้องเลยครับ ถ้านักเรียนเข้าใจแล้ว ให้นักเรียนลองเขียนสมการจากรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 (นักเรียนเขียนสมการ $14^2 + (62-y)^2 = a^2$ บนกระดาน)
ครู :	เพื่อน ๆ ช่วยกันดูสมการที่เพื่อนเขียนบนกระดานว่าถูกต้องไหมครับ
นักเรียน :	ถูกต้องค่ะ/ครับ
ครู :	เก่งมากครับจากรูปสามเหลี่ยมรูปที่ 2 จะเขียนสมการได้ว่า สิบสี่กำลังสอง บวก หกสิบสองลบวายกำลังสอง เท่ากับ เอกำลังสอง
ครู :	ตอนนี้เรามีสองสมการ สองตัวแปร คือ
	$48^2 + y^2 = a^2 \text{-----(1)}$
	และ $14^2 + (62-y)^2 = a^2 \text{-----(2)}$
	นักเรียนจะสังเกตว่า ในสมการที่ 1 และสมการที่ 2 มีค่าเท่ากัน คือ a^2 ดังนั้นสามารถนำสมการมาเขียนใหม่ได้เป็น $48^2 + y^2 = 14^2 + (62-y)^2$ ให้นักเรียนลองแก้สมการเพื่อหาคำตอบ

การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์					
วาทกรรมที่ ไม่เหมาะสม/ ให้ข้อมูลไม่ เพียงพอ	เหตุผลของ ความไม่ เหมาะสม	จุดประสงค์หรือ ความตั้งใจที่จะ สื่อสารวาท กรรม	มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนทาง คณิตศาสตร์	การปรับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยง	
				บริบทของการ เชื่อมโยงกับโลก แห่งความเป็นจริง	ตัวอย่างโจทย์ที่ปรับใหม่
คำว่า “ หก สิบสองลบ ว้ายกำลัง สอง ” เป็น การ ใช้ คำอธิบาย เพื่อสื่อ ความหมาย ไม่ถูกต้อง ตาม ความหมาย ที่ต้องการ สื่อสาร	- การที่ครูพูด ว่า หกสิบสอง ลบว้ายกำลัง สอง ใช้คำ กำกวม จะทำ ให้นักเรียน เข้าใจ คลาดเคลื่อน ว่านำ y ไปยก กำลังสองเพียง ตัวเดียว ทำใ้ นักเรียนอาจ เขียนผิดเป็น $62-y^2$ - ขาดการ แสดง ประโยชน์ใน การนำความรู้ ไปใช้ในชีวิต จริง เช่น บริบทการ ประกอบ อาชีพ	ต้องการหาค่า ของ $(62-y)^2$	ครูเข้าใจผิดว่า $(62-y)^2$ คือ หก สิบสองลบว้าย กำลังสอง จึงทำ ให้ครูสื่อสาร ออกมาผิด ความหมาย ทำ ให้นักเรียนได้ เรียนรู้สิ่งที่ไม่ ถูกต้อง และเป็น การสร้างมโน ทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน ให้กับนักเรียน	โจทย์ข้อนี้จะ ปรับเพิ่ม บริบทการ ประกอบอาชีพ ที่นักเรียน สามารถพบเจอ ได้ในอนาคต	1) เก่งมากครับจากรูป สามเหลี่ยมรูปที่ 2 จะ เขียนสมการได้ว่า สิบสี่ กำลังสอง บวก หกสิบ สอง ลบ ว้าย ทั้งหมด ยก กำลังสอง เท่ากับ เอ กำลังสอง 2) รางลูกกอล์ฟสำหรับ ลำเลียงสินค้าอันหนึ่ง ถ้า ตั้งเอนไปที่ตู้ขนส่งสินค้า A ที่อยู่ทางทิศตะวันตก ปลายรางจะจรดกับขอบ ตู้สูงจากพื้นดิน 48 ฟุต พอดี แต่ถ้าตั้งเอนไปที่ตู้ ขนส่งสินค้า B ทางทิศ ตะวันออก ปลายรางจะ จรดกับขอบตู้สูงจาก พื้นดิน 14 ฟุตพอดี ถ้าตู้ ขนส่งสินค้าทั้งสองห่างกัน 62 ฟุต จงหาว่า ผู้ประกอบการควร จัดเตรียมรางลูกกอล์ฟ สำหรับลำเลียงสินค้าให้ มีความยาวอย่างน้อยกี่ ฟุต
การใช้ผลการวิเคราะห์วาทกรรมไปสร้างคู่มือ					
1. การสื่อสารด้วยภาษาให้เหมาะสม					
<ul style="list-style-type: none"> - ควรระมัดระวังเมื่อต้องอธิบายข้อความทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีฐานอยู่ในรูปบวก/ลบ เช่น $(a-b)^2$ อ่านว่า เอ ลบ บี ทั้งหมด ยกกำลังสอง ครูควรพูดให้ชัดเจน ไม่พูดย่อคำหรือละคำที่อาจทำให้สื่อสารผิดความหมาย - ควรเพิ่มการอธิบายถึงประโยชน์ของการหาความยาวของบันได 					

2. การสื่อสารด้วยภาษาที่เชื่อมโยงใจพ้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรเพิ่มการอธิบายเพื่อชี้ให้เห็นประโยชน์ในการนำความรู้ในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้แก้ปัญหาในโลกแห่งความจริง บริบทการประกอบอาชีพ ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในอนาคต เช่น เรื่องการจัดหาความยาวรางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าให้เหมาะสมกับการใช้งานในระบบการขนถ่ายสินค้าของโรงงาน 	
3. การแสดงเหตุผลที่เหมาะสม	
<ul style="list-style-type: none"> - ควรพูดว่า “สี่เหลี่ยมด้านขนาน บวก หกเหลี่ยมด้านขนาน ลบ วนาย ทั้งหมด ยกกำลังสอง เท่ากับ เอกกำลังสอง” พร้อมทั้งชี้สัญลักษณ์บนกระดาน เพื่อการสื่อความหมายที่ชัดเจน จะได้เข้าใจตรงกัน ไม่คลาดเคลื่อน - การคำนวณความยาวบันได สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมบันไดให้มีความยาวที่เหมาะสมกับสถานการณ์ 	
4. การปรับแก้ภาษาให้เหมาะสม	
<p>รางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าอันหนึ่ง ถ้าตั้งเอนไปที่ตู้ขนส่งสินค้า A ที่อยู่ทางทิศตะวันตก ปลายรางจะจรดกับขอบตู้สูงจากพื้นดิน 48 ฟุตพอดี แต่ถ้าตั้งเอนไปที่ตู้ขนส่งสินค้า B ทางทิศตะวันออก ปลายรางจะจรดกับขอบตู้สูงจากพื้นดิน 14 ฟุตพอดี ถ้าตู้ขนส่งสินค้าทั้งสองห่างกัน 62 ฟุต จงหาว่า ผู้ประกอบการควรจัดเตรียมรางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าให้มีความยาวอย่างน้อยกี่ฟุต</p>	
ความไม่เหมาะสมในการสื่อสารและการปรับปรุง	
การสื่อสารที่ไม่เหมาะสม	การปรับปรุง
“หกเหลี่ยมลบว้ายกำลังสอง” อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน เข้าใจผิดว่าค่า y ยกกำลังสองเพียงตัวเดียว	คำว่า “ หกเหลี่ยมลบว้ายกำลังสอง ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนตามจุดประสงค์ เป็น “ หกเหลี่ยม ลบ วาย ทั้งหมด ยกกำลังสอง ”
คำว่า “บันไดยาวกี่ฟุต” ไม่ได้สื่อสารถึงประโยชน์หรือเหตุอันควรที่จะหาความยาวของบันได	คำว่า “ บันไดยาวกี่ฟุต ” ควรเปลี่ยนโดยระบุให้ชัดเจนเพื่อแสดงถึงจุดประสงค์ในการหาความยาวนั้น เช่น “ ผู้ประกอบการควรจัดเตรียมรางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าให้มีความยาวอย่างน้อยกี่ฟุต ”
การเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ขาดความเหมาะสม	
แม้จะมีเรื่องบันไดที่เป็นสิ่งที่พบเห็นได้ในชีวิตจริง แต่เนื้อหาในใจพ้องขาดการชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำไปใช้ ควรมีการปรับข้อมูลให้สอดคล้องกับบริบทการประกอบอาชีพ	<p>ควรแก้ไขโดยปรับให้เชื่อมโยงกับบริบทการประกอบอาชีพ</p> <p>“รางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าอันหนึ่ง ถ้าตั้งเอนไปที่ตู้ขนส่งสินค้า A ที่อยู่ทางทิศตะวันตก ปลายรางจะจรดกับขอบตู้สูงจากพื้นดิน 48 ฟุตพอดี แต่ถ้าตั้งเอนไปที่ตู้ขนส่งสินค้า B ทางทิศตะวันออก ปลายรางจะจรดกับขอบตู้สูงจากพื้นดิน 14 ฟุตพอดี ถ้าตู้ขนส่งสินค้าทั้งสองห่างกัน 62 ฟุต จงหาว่า ผู้ประกอบการควรจัดเตรียมรางลูกกอล์ฟสำหรับลำเลียงสินค้าให้มีความยาวอย่างน้อยกี่ฟุต”</p>

3.2.3 การแสดงตัวอย่างเทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

ผลการวิเคราะห์ว่าทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่ใช้ยกตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงจากการสัมภาษณ์ครู พบว่า ครูใช้เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม ดังนี้ เทคนิคการใช้คำถาม เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิม สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน สะท้อนคิด สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน ดังตาราง 4.15

ตาราง 4.15 ตัวอย่างเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมและลักษณะของเทคนิคจากการสัมภาษณ์ครู

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ลักษณะของเทคนิค
1) ใช้คำถาม	ถามความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2) เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	ใช้การเล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบริบทโลกแห่งความจริง เช่น ค่ายข่าว สารคดี ประวัติศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา
3) สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิม	นำเรื่องที่นักเรียนเคยรู้จัก ค้นเคย หรือเคยมีประสบการณ์ มาสร้างความรู้ใหม่หรือต่อยอดความรู้
4) สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน	กระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น
5) สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน	ให้นักเรียนหาคำตอบโดยการลงมือทำ เช่น การสืบค้น ทำโครงงาน การทดลองหรือแสดงบทบาทสมมติ
6) สะท้อนคิด	กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยการพูด ฟัง เขียน หรืออ่าน
7) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน	ให้นักเรียนออกมาทำกิจกรรมหรือลงมือปฏิบัติหน้าชั้นเรียนร่วมกับครู
8) ชี้ให้เห็นความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	อธิบายโดยตรงว่าการเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มีประโยชน์ในการนำไปใช้ทางใดทางหนึ่ง เช่น ส่วนบุคคล การประกอบอาชีพ หรือนำไปต่อยอดในวิชาอื่น เป็นต้น

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ครูแสดงให้เห็นว่า ครูที่ใช้การยกตัวอย่างการเชื่อมโยงบทเรียน คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจะใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อการสื่อสารที่เหมาะสม ควบคู่ไปขณะจัดการเรียนการสอน โดยพบว่า ตัวอย่างคำพูดที่ครูใช้เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียน คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงแบ่งได้ตามลักษณะเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม ดังตาราง 4.16

ตาราง 4.16 เทคนิคที่ครูใช้ในการสื่อสารที่เหมาะสม

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ตัวอย่างที่พบ
1) ใช้คำถาม	<ul style="list-style-type: none"> - “จากโจทย์เขาให้อะไรมาบ้าง ตอนนี้นักเรียนรู้อะไร นักเรียนมีต้นทุนอะไรบ้างที่จะไปสู่คำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการใดที่จะนำไปสู่คำตอบ” - “เรามีข้อมูลเพียงพอที่จะหาคำตอบหรือยัง” - “จากตัวอย่างในสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนควรจะใช้ค่ากลางตัวใด ทำไมไม่เลือกใช้ค่ากลางตัวอื่น มันแตกต่างกับอีกตัวอย่างไร” - “นักเรียนคิดว่าแผนภาพกล่องสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างไร” - “การซื้อของในตลาดราคาสูงกว่าการสั่งของออนไลน์ นักเรียนจ่ายถูกกว่าแต่เสียค่าส่ง นักเรียนคิดว่าแบบไหนจะคุ้มกว่ากัน”
2) เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	<ul style="list-style-type: none"> - “จากข้อมูลสถิติจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ในอำเภอเมืองหนองคาย นักเรียนสังเกตว่าปริมาณอุบัติเหตุตรงไหนเกิดเยอะที่สุด นักเรียนควรจะมีมาตรการวังตรงอำเภอไหนบ้าง” - “นักเรียนรู้จักเว็บไซต์ NASA กันไหม เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเมื่อนานมาแล้ว เรื่องของกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลมันสามารถถ่ายภาพได้ไกลมาก ซึ่งตัวเลขเยอะ เราจะเขียนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์คำนวณตัวเลขผิดทำให้การวางแผนมันคลาดเคลื่อนไปประมาณ 1/27 ของเส้นผม ผลก็คือภาพที่จากชัดมันกลายเป็นไม่ชัดเลยสุดท้ายสหรัฐต้องเสียเงินไปอีกหลายล้านดอลลาร์ในการแก้ไขปัญหานี้” - “จากการรายงานข่าวสถานการณ์โควิด ให้นักเรียนเลือกกราฟที่ชอบที่สุดและให้นักเรียนให้เหตุผลว่าทำไมถึงชอบกราฟนี้ กราฟนี้มีผลกับชีวิตของนักเรียนอย่างไร”

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ตัวอย่างที่พบ
3) สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระ โดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิม	<p>- “นักเรียนเคยเรียนเรื่องเลขยกกำลังมาแล้วในชั้นไหนบ้าง เดี่ยวเราจะได้มาต่อยอดความรู้หรือนำความรู้ที่นำมาใช้อีกในชั้น ม.3 และนักเรียนเคยพบเห็นการนำความรู้เรื่องนี้ไปใช้ในชีวิตจริงหรือไม่”</p> <p>- “นักเรียนในที่นี้ใครเคยฝากเงินบ้าง (หนูค่ะ/ผมครับ/ไม่เคยฝากพ่อแม่ฝากให้ครับ) แล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเวลาที่นักเรียนฝากเงินไป นักเรียนจะได้รับดอกเบี้ย (รู้ครับ/ไม่รู้ครับ) ธนาคารมีวิธีคิดดอกเบี้ยรวมกับเงินต้นได้เป็นเงินรวมให้นักเรียนได้อย่างไร รู้ไหม เรามาดู กัน”</p> <p>- “นักเรียนรู้จักค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือไม่” (ไม่รู้จัก) เวลาพวกหนูทำงานกลุ่มออกเงินกันคนละกี่บาท (A ออกเงิน 25 บาท, B ออกเงิน 30 บาท และ C ออกเงิน 42 บาท) แล้วเราจะเฉลี่ยอย่างไรให้ออกเงินคนละเท่า ๆ กัน (นำเงินที่ทุกคนออกค่าใช้จ่ายมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนสมาชิกในกลุ่ม) นี่แหละเรียกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต”</p>
4) สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน	<p>- “ไหนใครเข้าใจอย่างไร ลองอธิบายให้เพื่อนฟัง”</p> <p>- “จากเรื่องนี้นักเรียนเรียน นักเรียนจะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงเรื่องใดได้บ้าง ลองยกตัวอย่างคนละ 1 เรื่อง”</p> <p>- “หากนักเรียนต้องการฝากเงิน มีธนาคาร 3 แห่ง แต่ละแห่งมีดอกเบี้ยเท่าไรบ้าง ให้นักเรียนลองค้นหาข้อมูล ถ้านักเรียนจะฝากเงินแบบฝากประจำ 1 ปี ควรจะฝากกับธนาคารใด เพราะอะไร แล้วถ้านักเรียนจะฝากประจำ 6 เดือน ควรจะฝากกับธนาคารใด และถ้านักเรียนต้องการฝากเพื่อเรียก ควรจะฝากกับธนาคารใด ให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันคำนวณแล้วอภิปรายกันว่าฝากเงินกับธนาคารใดจึงจะได้ผลตอบแทนมากที่สุด นักเรียนจะตัดสินใจอย่างไร เพราะเหตุใด”</p>

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ตัวอย่างที่พบ
5) สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน	<p>- “นักเรียนลองค้นหาจาก google ใช้คำค้นว่า การแปลงทางเรขาคณิต นักเรียนจะพบรูปภาพที่มีลวดลายมากมาย นักเรียนลองเลือกรูปที่ชอบ แล้วนำมาคุยกันว่ารูปหรือลวดลายที่นักเรียนชอบใช้หลักการใดบ้าง”</p> <p>- “สมมติครูอยากเป็นแม่ค้าออนไลน์ ครูอยากรู้ว่าตอนนี้มีอะไรที่คนนิยม ครูต้องรู้ว่าสินค้าชนิดไหนขายดีก่อนที่ครูจะเปิดร้านขายสินค้า ไม่ใช่ว่าอยากขายเสื้อผ้าแต่คนในยุคนี้ประหยัดไม่ซื้อเสื้อผ้ากันดังนั้นครูจะค้นคว้า สินค้าที่ขายดีในออนไลน์ ครูจะเขียนว่า ครูชอบกราฟนี้ เพราะ ครูสนใจอยากขายสินค้าออนไลน์ จะได้ว่าสินค้าประเภทใดเหมาะสมที่จะขายในยุคนี้ ให้นักเรียนลงมือทำลองค้น เช่น ประเทศที่นำลงทุนในกลุ่มอาเซียน, สถานที่ท่องเที่ยวที่น่าไป, อาชีพที่ใช่หลังยุคโควิด”</p> <p>- “ครูจะให้นักเรียนโหวตดารารที่ชื่นชอบ ได้แก่ พีโป๊ป ลิซ่า กงยู และมีครู ครูจะแจกลูกปิงปองให้นักเรียนคนละลูก ให้นักเรียนนำลูกปิงปองไปหยอดใส่กล่องซึ่งมีหน้าทั้งสี่คนแปะไว้ เติ๋ยวเรามาช่วยกันนับคะแนนของแต่ละกล่อง กล่องไหนได้คะแนนสูงสุด กล่องนั้นคือฐานนิยม”</p> <p>- “จากโครงการนักเรียนต้องการทำเค้กจากกล้วย 3 แบบ คือ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่เพื่อหาว่าแบบไหนดีกว่ากัน นักเรียนจะได้เข้าใจจากสิ่งที่ได้ไปลงมือทำ นักเรียนต้องเก็บข้อมูลอะไรบ้าง แคร่รสชาติอร่อยได้ไหม อร่อยแปลผลได้รีเปล่า อร่อยจะแปลผลได้เป็นแบบใหม่ (ไม่ได้) ดังนั้นข้อมูลแบบนี้เรียกว่าการวิจัยเชิงคุณภาพ”</p>
6) สะท้อนคิด	<p>- “มันเป็นไปได้หรือไม่”</p> <p>- “ทำไมโจทย์ตรงนี้นักเรียนถึงคิดว่าไม่เหมาะสม ไหนใครลองอธิบาย”</p> <p>- “เราจะช่วยกันปรับแก้ยังไงดี”</p>
7) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน	<p>- “ครูขออาสาสมัคร 5 คนมาชูแผ่นป้ายตัวเลขที่ตัวเองเขียนไว้จาก 1-100 นักเรียนจะมีวิธีหาข้อมูลตรงกลางได้อย่างไร”</p> <p>- “ใครอยากแสดงวิธีหาคำตอบของตัวเองให้เพื่อนดูบ้าง ครูขอผู้ช่วย 1 คน ออกมาหน้าชั้นเรียนเลยคะ”</p> <p>- “วันนี้ครูจะสุ่มรายชื่อให้ตอบคำถามนะ”</p>

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ตัวอย่างที่พบ
8) ชี้ให้เห็นความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<p>- “คณิตศาสตร์มันวนเวียนอยู่รอบตัวเรา ยิ่งเวลาที่นักเรียนโตขึ้น ไปเรียนสายบริหารเป็นนักธุรกิจนักเรียนก็จะยิ่งเห็นประโยชน์ว่าการหากำไรสูงสุดหามาได้จากตรงไหน การหากำไร การขาดทุน”</p> <p>- “การเรียนคณิตศาสตร์มันทำให้นักเรียนสามารถจัดการระบบความคิดได้นะ ทำให้ไม่โดนหลอก ระบบสมองได้พัฒนา ช่วยให้การคิดเป็นระบบระเบียบมากขึ้น จะรู้จักการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ทำงานเป็นขั้นตอนมากขึ้น ไม่เป็นคนเพ้อเจ้อฟุ้งซ่าน”</p> <p>- “เวลาที่นักเรียนไปห้างแล้วมีสินค้าจัดโปรโมชั่น ลด 15% ราคาสินค้าจะเหลือกี่บาท หรือ Sale ทุกชิ้นราคาเดียว จ่ายเพียง 1,000 บาท เขาลดไปกี่เปอร์เซ็นต์ หรือ การเปรียบเทียบราคาสินค้า เช่น น้ำส้มขวดใหญ่ขนาด 1,000 มิลลิลิตร มีโปรโมชั่นลดราคาเหลือขวดละ 225 บาท แต่ น้ำส้มขวดเล็กขนาด 450 มิลลิลิตร ขวดละ 100 บาท มีโปรโมชั่นซื้อ 1 แถม 1 หรือโปรโมชั่นแลกซื้อสุดคุ้มของ 7-11 จะคุ้มหรือไม่ถ้านักเรียนจะลงทุนซื้อของ 40 บาท เพื่อไปแลกซื้อสินค้า หรือ การซื้อของในตลาดราคาสูงกว่าการสั่งของมาจาก Lazada ซึ่งราคาถูกกว่าแต่เสียค่าขนส่ง แบบไหนจะคุ้มกว่ากัน ถ้านักเรียนมีความรู้ นักเรียนจะซื้อของได้คุ้มกว่าราคาถูก”</p>

ตอนที่ 4 การสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

การวิจัยในขั้นนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) การสร้างและพัฒนาคู่มือครู และ 2) การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างคู่มือครูที่นำเสนอในบทนี้ จะนำเสนอวัตถุประสงค์ของคู่มือครู ขอบเขตของเนื้อหาองค์ประกอบของคู่มือครูและลักษณะของคู่มือครู ซึ่งได้มาจากวัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยและข้อค้นพบที่ได้จากผลการวิจัย รายละเอียดดังนี้

4.1 การสร้างคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากผลการค้นพบจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การสร้างแผนมโนทัศน์ (concept mapping) ในตอนที่ 2 และผลการค้นพบจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู ในตอนที่ 3 มาสรุปเป็นประเด็นเพื่อนำไปสู่การออกแบบคู่มือครูต่อไป

คู่มือครูที่จัดทำขึ้นเล่มนี้ เป็นคู่มือสำหรับครูที่สนใจศึกษาและปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ซึ่งจะช่วยให้ครูเห็นความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง เข้าใจลักษณะของบริบทโลกแห่งความจริง ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองผ่านการทำกิจกรรม นอกจากนี้ครูจะได้เห็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนผ่านตัวอย่างการออกแบบการจัดกิจกรรมและแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาและวิธีการสอน รวมถึงครูจะมีคลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูควรนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

ขอบเขตเนื้อหาของคู่มือครู จะนำเสนอตัวอย่างเนื้อหาที่มีความเป็นไปได้ในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง จำนวน 5 บทเรียน คือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สมบัติของเลขยกกำลัง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต และสถิติ

การสรุปผลการค้นพบในงานวิจัยเป็นประเด็นเพื่อนำไปสู่การออกแบบคู่มือครู

จากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ผู้วิจัยพบประเด็นที่เกี่ยวข้องกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู สามารถสรุปได้ ดังตาราง 4.17

ตาราง 4.17 การสรุปผลการค้นพบในงานวิจัยจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์

ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์
<p>ประเด็นการสรุปผลและข้อค้นพบ</p>
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับบริบทในการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา</p> <p>พบว่า ครูมักยกตัวอย่างโจทย์สถานการณ์ในเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือบริบทส่วนบุคคลมากที่สุด รองลงมาเป็นบริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์</p>
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้า</p> <p>พบว่า ครูเลือกใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) หนังสือคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น หนังสือแบบเรียนและหนังสือเสริมทักษะจากสำนักพิมพ์ไทยและสำนักพิมพ์ต่างประเทศ 2) เว็บไซต์ทางการศึกษา เช่น www.scimath.org, www.oecd.org, www.pisathailand.ipst.ac.th และ www.rathcenter.com 3) การเข้าร่วมกิจกรรมการอบรมที่หลากหลายจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น การอบรมออนไลน์และการอบรมเชิงปฏิบัติการซึ่งจัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หรือสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) 4) การศึกษาดูงาน เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน และการทัศนศึกษาเพื่อศึกษากระบวนการผลิตผ้าของโรงงานพิมพ์ผ้า
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับวิธีการสอน</p> <p>พบว่า ครูเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> • เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาค่อนข้างเป็นตัวเลข เช่น จำนวนจริง เลขยกกำลัง ครูเลือกใช้ <ol style="list-style-type: none"> 1) วิธีการสอนแบบอุปนัย โดยยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุป 2) เทคนิคการสอนแก้ปัญหาแบบโพลยา 4 ขั้นตอนตามลำดับ • เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิต เช่น พีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต ครูเลือกใช้วิธีการสอนแบบ active learning เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเรียนรู้ผ่านสื่อ • เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ครูเลือกใช้

ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์
<p>ประเด็นการสรุปผลและข้อค้นพบ</p> <p>วิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) โดยใช้คำถามย่อย ๆ เพื่อกระตุ้นความคิด ใช้สื่อการเรียนรู้ กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุด</p>
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม</p> <p>พบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน 2) มีลักษณะภาษาที่เหมาะสม ได้แก่ ใช้ระดับภาษาเหมาะสมกับวัยและใช้คำเพื่อสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น กระชับ ไม่กำกวม 3) มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ ได้แก่ บริบทส่วนบุคคล บริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคมและบริบททางวิทยาศาสตร์
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม</p> <p>พบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขาด 2 องค์ประกอบ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ความสมเหตุสมผล 2) การชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกรแห่งความจริง
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะการจัดการกิจกรรมคณิตศาสตร์</p> <p>พบว่า ครูจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ฝึกการสำรวจ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) ฝึกการอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอแนวคิดใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน 4) ฝึกการสังเกต 5) ฝึกการนำเสนอผลงาน
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง</p> <p>พบว่า ครูคิดว่าปัญหาเกิดจาก 2 ส่วนคือ</p> <p>ส่วนแรก ความพร้อมของครู</p> <p>ปัญหาที่อาจจะพบคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ 2) ทักษะคิดเกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู <p>ส่วนที่สอง ความพร้อมของนักเรียน</p> <p>ปัญหาที่อาจจะพบคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) พื้นความรู้เดิมไม่เพียงพอ 2) ขาดความสนใจในการเรียน 3) ขาดสมาธิในการเรียน

จากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ และการสัมภาษณ์ครู สามารถสรุปได้ ดังตาราง 4.18

ตาราง 4.18 การสรุปผลการค้นพบในงานวิจัยจากการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์
ประเด็นการสรุปผลและข้อค้นพบ
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง</p> <p>พบว่า มี 2 ลักษณะ ได้แก่</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) การใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ และมีลักษณะการสื่อสารที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ข้อมูลในโจทย์ไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ นอกจากนี้การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน และขาดการสื่อสารที่ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครู ยังมีครูเข้าใจผิด ไม่แม่นยำเกี่ยวกับทฤษฎี สูตร นิยาม และสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปรากฏผ่านออกมาทางวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูใช้ในห้อง จึงทำให้การจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงไม่สามารถเกิดขึ้นได้อย่างแท้จริง
<p>ข้อค้นพบเกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง</p> <p>พบว่า ครูใช้เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> — เทคนิคการใช้คำถาม — เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง — สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิม — สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน — สะท้อนคิด — สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน — เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน

จากผลการค้นพบในงานวิจัย ผู้วิจัยนำมาสรุปประเด็นเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการออกแบบคู่มือครูให้ครอบคลุมในภาพรวม ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ 2) สาระความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง รายละเอียดดังตาราง 4.19

ตาราง 4.19 สรุปประเด็นจากข้อค้นพบในงานวิจัยเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการออกแบบคู่มือครู

ข้อค้นพบในงานวิจัย	องค์ประกอบของคู่มือครู
<p>เนื่องจากข้อค้นพบในงานวิจัย พบว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> — มีครูที่เลือกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ขาดความสมเหตุสมผล — ขาดการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริงมาเป็นตัวอย่างในการสอน — ครูมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกลงความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกลงความจริงที่เหมาะสม 	<p>ดังนั้น ในคู่มือครูควรมีองค์ประกอบที่นำเสนอ</p> <p>สาระความรู้</p> <p>เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะบริบทในโลกแห่งความจริงตามบริบทของ PISA ตามหลักมาตรฐานสากลว่าแบ่งออกเป็นบริบทใดบ้าง และสร้างความรู้ความเข้าใจในการปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาที่ขาดการเชื่อมโยงให้มีการนำความรู้ไปใช้ในบริบทโลกจริง</p> <p>การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา</p> <p>เพื่อให้ครูได้ศึกษาแนวทางการปรับเปลี่ยนโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม ให้เหมาะสมขึ้น โดยมีคำแนะนำสำหรับครูให้ทำความเข้าใจนักเรียน และมีกรอบแนวคิดช่วยนำทางในการเขียนวาทกรรมใหม่</p>
<p>เนื่องจากข้อค้นพบในงานวิจัย พบว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> — มีครูที่ใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ — ขาดการชี้ประโยชน์ในการนำไปใช้ — มีการแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องทำให้เข้าใจผิด 	<p>ดังนั้น ในคู่มือครูควรมีองค์ประกอบที่นำเสนอ</p> <p>ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม</p> <p>เพื่อให้ครูเห็นตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม รมัตระวังในการนำไปประยุกต์ใช้ และนำเสนอตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม เพื่อให้ครูสามารถสื่อสารได้ตรงประเด็น และเป็นแนวทางให้ครูเลือกนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p>
<p>เนื่องจากข้อค้นพบในงานวิจัย พบว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> — ครูมีปัญหาด้านความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ — แหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้ามีเพียง 4 แหล่งข้อมูล 	<p>ดังนั้น ในคู่มือครูควรมีองค์ประกอบที่นำเสนอ</p> <p>คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้</p> <p>เพื่อรวบรวมตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายให้ครูเลือกนำไปใช้ ทำให้ครูประหยัดเวลาในการค้นหาและลดเวลาในการสร้างสื่อ</p>

ข้อค้นพบในงานวิจัย	องค์ประกอบของคู่มือครู
<p>เนื่องจากข้อค้นพบในงานวิจัย พบว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> มีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม 	<p>ดังนั้น ในคู่มือครูควรมีองค์ประกอบที่นำเสนอ</p> <p>ตัวอย่างกิจกรรม</p> <p>เพื่อนำเสนอตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เป็นตัวอย่างแนวคิดสำหรับครูที่สนใจจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริงได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลาย</p>
<p>เนื่องจากข้อค้นพบในงานวิจัย พบว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> ยังมีครูที่มีทัศนคติมุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด ครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง 	<p>ดังนั้น ในคู่มือครูควรมีองค์ประกอบที่นำเสนอ</p> <p>ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน</p> <p>เพื่อนำเสนอตัวอย่างแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาและวิธีการสอนสำหรับครูที่สนใจจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริง</p> <p>แบบประเมินตนเอง</p> <p>เพื่อให้ครูได้ลองประเมินแนวปฏิบัติด้านการสอนของตนเองอยู่ตลอดว่าได้จัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงหรือไม่</p>

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ครูคิดว่าปัญหาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง คือ ความพร้อมของตัวครูด้านเวลา การมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับบริบทในโจทย์ปัญหา การใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ครูคิดว่าสิ่งที่จะช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง คือ การใช้ลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม และเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบวัสดุประสงค์ของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบวัตถุประสงค์ของคู่มือครู

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พบว่า ครูคิดว่าปัญหาเกิดจากความพร้อมของครู คือ เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้ระดับภาษาเหมาะสมกับวัยและใช้คำเพื่อสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น กระชับ ไม่กำกวม มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ได้แก่ บริบทส่วนบุคคล บริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคมและบริบททางวิทยาศาสตร์ 	<p>ในคู่มือครูจะมี วัตถุประสงค์ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) เพื่อนำเสนอตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงสำหรับครู 2) เพื่อนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง
<p>ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่างพบว่า ยังมีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมและขาดการชี้ประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ 	<ol style="list-style-type: none"> 3) เพื่อพัฒนามโนทัศน์ด้านการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครู

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<ul style="list-style-type: none"> ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะการสื่อสารที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง พบว่า การใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ และมีลักษณะการสื่อสารที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ นอกจากนี้การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง พบว่า ครูใช้ <ul style="list-style-type: none"> - เทคนิคการใช้คำถาม - เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง - สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม - สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน - สะท้อนคิด - สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน - เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน 	<p>4) เพื่อนำเสนอตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม พร้อมทั้งนำเสนอการปรับแก้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่เหมาะสม</p> <p>5) เพื่อนำเสนอตัวอย่างเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมสำหรับครูในการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง</p>

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะไม่เหมาะสม เนื่องจากขาด ความสมเหตุสมผลและการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง นอกจากนี้ยังมีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงที่เหมาะสม ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.21

ตาราง 4.21 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบสาระความรู้ของคู่มือครู

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม พบว่า เนื่องจากขาด 2 องค์ประกอบ ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) ความสมเหตุสมผล 2) การชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง <p>ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> มีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงที่เหมาะสม มีครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ 	<p>ในคู่มือครูจะมี สาระความรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง และ ลักษณะบริบทในโลกแห่งความจริง</p> <p>เนื่องจากมีครูที่เลือกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ขาดความสมเหตุสมผล ขาดการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริงมาเป็นตัวอย่างในการสอน และมีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงที่เหมาะสม</p> <p>ครูที่มีแนวปฏิบัติดังที่กล่าวมาข้างต้น แสดงถึงความไม่คุ้นเคย ความเข้าใจผิดหรืออาจขาดความรู้เกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ในคู่มือครูจึงมีความจำเป็นที่จะให้สาระความรู้เพื่ออธิบายถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะบริบทในโลกแห่งความจริงตามบริบทของ PISA ตามหลักมาตรฐานสากลว่าแบ่งออกเป็นบริบทใดบ้าง และนำเสนอแนวปฏิบัติของครูในการเลือกบริบทมาสร้างสถานการณ์โจทย์ปัญหาจากเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน เพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ได้จริง</p>

ตัวอย่างในคู่มือครู

บทนำ

การเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงคืออะไร

กิจกรรมที่ 1 : สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างไร

ภาพ A B C และ D ต่อไปนี้ เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความจริง ครูคิดสถานการณ์ทั้ง 4 เหตุการณ์ ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือไม่ อย่างไร



.....

.....

.....

.....

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้น ไม่ใช่เพียงแค่สอนให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาและเข้าใจหลักการของวิชาเท่านั้น หัวใจสำคัญ คือ ครูจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เพื่อพัฒนาทักษะของนักเรียนให้เป็นบุคคลที่ทันโลกทันเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิตในอนาคต เตรียมรับมือและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ได้ริเริ่มโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนสามารถแข่งขันด้านวิชาการในการใช้ชีวิตพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในสังคมโลก โดยทำการประเมินคุณภาพของระบบการศึกษานักเรียนที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นระบบการศึกษาภาคบังคับ

ในการประเมินสมรรถนะ PISA มีการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน การจัดการเรียนการสอน และประเมินสมรรถนะความฉลาดรู้ (Literacy) โดยเลือกประเมินความฉลาดรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ที่ PISA ได้ระบุไว้ คือ ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผล และสามารถคิดหรือแก้ปัญหา ใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในโลกแห่งความจริง อันประกอบด้วยแนวคิด ขั้นตอน ข้อเท็จจริงและเครื่องมือที่ใช้ในการบรรยาย อธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ ช่วยให้บุคคลต่างๆ ทราบถึงบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีต่อโลก รวมถึงให้ข้อสรุปและการตัดสินใจซึ่งเป็นรากฐานที่ดีที่จำเป็นสำหรับพลเมืองในศตวรรษที่ 21 ในการมีความคิดสร้างสรรค์ การมีส่วนร่วม และคิดไตร่ตรอง



ภาพ 1 นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)

จากภาพ A B C และ D แต่ละสถานการณ์มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ดังนี้

ภาพ A สันเกตได้ว่าเป็นสถานการณ์การประกอบอาหาร อาจใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ เช่น

- อัตราส่วน เพื่อเตรียมวัตถุดิบหรือส่วนผสมสำหรับการปรุงอาหารให้มีความสุกและปริมาณเพียงพอ
- จำนวนจริง ถูกนำมาใช้ในการคำนวณราคาวัตถุดิบจากตลาด หรือการรวมค่าใช้จ่ายของสินค้าทั้งหมดในการจ่ายตลาด
- การวัด ใช้สำหรับกรั่งตวง ปริมาณวัตถุดิบหรือส่วนผสมสำหรับการปรุงอาหาร

ภาพ B สันเกตได้ว่าเป็นสถานการณ์การแข่งขันกีฬา อาจใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ เช่น

- สถิติ เพื่อศึกษาจำนวนครั้งของการแพ้-ชนะ ของแต่ละทีม เพื่อคำนวณโอกาสในการชนะ

ภาพ C สันเกตได้ว่าเป็นสถานการณ์การตรวจโครโมโซม อาจใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ เช่น

- ความน่าจะเป็น เพื่อศึกษาโอกาสในการเกิดลักษณะทางพันธุกรรมต่าง ๆ เช่น เพศของบุตร สีดวง กรุ๊ปเลือด เป็นต้น

ภาพ D สันเกตได้ว่าเป็นสถานการณ์การซื้อขาย อาจใช้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ เช่น

- ร้อยละ ใช้ในการคำนวณราคาสินค้าหลังลดราคา จำนวนเงินเปอร์เซ็นต์ที่ลดราคา
- การเปรียบเทียบมูลค่าเงิน ในกรณีสั่งซื้อสินค้าจากต่างประเทศหรือเดินทางไปท่องเที่ยวต่างประเทศ

กรอบโครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับรูปแบบการประเมินโดยคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงบทบาทของเทคโนโลยีที่เข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้นและการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยกรอบการประเมินคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน PISA 2021 มี 3 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหา 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และ 3) บริบทที่สัมพันธ์กับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

บริบทโลกแห่งความจริงตามบริบทของ PISA 2021 มีอะไรบ้าง

สภาพบริบทในบริบทโลกแห่งความจริงตามบริบทของ PISA 2021 เพื่อให้สอดคล้องกับการนำความรู้จากเนื้อหาคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกลงมาเป็นจริงประกอบด้วย 4 บริบท ได้แก่

- 1) บริบทส่วนบุคคล (personal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของตนเอง ครอบครัว หรือเพื่อน เช่น การเตรียมอาหาร การช้อปปิ้ง สุขภาพส่วนบุคคล การขนส่งส่วนบุคคล การเดินทาง การจัดการเวลาส่วนตัวและการเงินส่วนบุคคล เป็นต้น
- 2) บริบทการประกอบอาชีพ (occupational) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานหรืออาชีพที่นักเรียนรู้จัก เข้าใจได้ เช่น การคิดต้นทุนสินค้า การตัดสินใจในการสั่งซื้อวัสดุ การจ่ายเงินเดือน การบัญชี การออกแบบและสถาปัตยกรรม เป็นต้น
- 3) บริบททางสังคม (societal) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของท้องถิ่น ระดับท้องถิ่น ระดับชาติหรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเลือกตั้ง การขนส่งสาธารณะ การโฆษณา สถิติการส่งออกของประเทศ เศรษฐศาสตร์ เป็นต้น
- 4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (scientific) คือ สถานการณ์หรือตัวอย่างโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับโลกธรรมชาติ เช่น การวัดและประเมินผล หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาวะอากาศ อวกาศ พันธุศาสตร์ เป็นต้น



ภาพ 2 บริบทโลกแห่งความจริงตามบริบทของ PISA 2021

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ครูคิดว่าตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีลักษณะไม่เหมาะสม เนื่องจากขาด ความสมเหตุสมผลและการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง และลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ใช้คำเพื่อสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น และมีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.22

ตาราง 4.22 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพโน้ตส์</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม พบว่า เนื่องจากขาด 2 องค์ประกอบ ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) ความสมเหตุสมผลในโลกแห่งความจริง 2) การชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) มีจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ใช้ระดับภาษาเหมาะสมกับวัยและใช้คำเพื่อสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น กระชับ ไม่กำกวม 3) มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ โดยครูมักยกตัวอย่างโจทย์บริบทส่วนบุคคลมากที่สุดเพราะเป็นสถานการณ์ที่เรื่องใกล้ตัวนักเรียน รองลงมาเป็นบริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ 	<p>ในคู่มือครูจะมี</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมีครูที่ยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ขาดความสมเหตุสมผลหรือขาดการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง ในคู่มือครูจึงจะมีตัวอย่างโจทย์ที่ขาดความสมเหตุสมผลหรือขาดการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำไปใช้ในโลกลงความจริง เพื่อให้ครูได้ศึกษาตัวอย่าง และมีแนะนำสำหรับครู ให้ระมัดระวัง ไม่ควรเลือกมาใช้ยกตัวอย่างในการสอน พร้อมทั้งเสนอแนวคิดในการปรับแก้วาทกรรมใหม่ ● ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม เนื่องจากมีครูยกตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมมาประกอบการสอน ดังนั้นในคู่มือครูจะนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อให้ครูได้เห็นมุมมองของตัวอย่างแนวคิดในการนำเสนอหาบทเรียนไปเชื่อมโยงกับบริบทต่าง ๆ ในโลกลงความจริง โดยเฉพาะบริบทของตัวอย่างโจทย์ปัญหา ซึ่งครูควรนำเสนอการนำความรู้ไปใช้กับเรื่องใกล้ตัวนักเรียนก่อนแล้วจึงนำเสนอบริบทที่ห่างออกไป เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำไปใช้ พร้อมทั้งนำเสนอการใช้ภาษาที่สื่อสารชัดเจน ตรงประเด็น เพื่อเป็นแนวทางให้ครูได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

ตัวอย่างในคู่มือครู

การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

แนวทางการออกแบบโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงเป็นอย่างดี

กิจกรรมที่ 3 : ทำความรู้จักนักเรียน

ก่อนที่จะนำแบบจำลองปัญหาที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริง ท่านจะต้องทำความเข้าใจกับนักเรียนของท่าน ขอให้ท่านลองคิดหาข้อดีข้อเสียเพื่อตรวจสอบว่าทำให้นักเรียนมีความมั่นใจยิ่งขึ้น



จากตัวอย่างข้างต้น เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้คิดหาว่า ครูมีนักเรียนมากน้อยเพียงใด ครูรู้หรือไม่ว่านักเรียนชอบทำอะไรในขณะนี้ ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ครูรู้จักนักเรียนมากขึ้น คือ การทำความเข้าใจ (Empathize) โดยการพยายามทำความเข้าใจนักเรียนที่ความเข้าใจถึงนักเรียนในช่วงวัยที่ท่านจะสอนกำลังให้ความสนใจ อย่างไรก็ตามหากท่านสอนนักเรียน หรือสอนที่โรงเรียนที่ไม่ใช่ในวัยนี้ โดยครูอาจใช้การสำรวจเบื้องต้นได้แก่นักเรียน เช่น ความชื่นชอบการ์ตูนโปรด วีซีดีที่ชอบเรียน อาหารจานโปรด การเดินทางโรงเรียน อาชีพในฝัน การสอนแบบให้นักเรียนอธิบายความเรียงเหตุผลที่นักเรียนให้ความสนใจ และขอความคิดเห็นที่นักเรียนจะสนใจกับนักเรียน อาจให้นักเรียนเล่าประสบการณ์ที่ตนเองเคยประสบเจอ หรือการสังเกตกิจกรรมที่นักเรียนทำมาว่าหรือให้ความสนใจในการเข้าร่วมชมรมต่าง ๆ เช่น ชมรมดนตรี กีฬา ละครเวที ฯลฯ เป็นต้น

ปัจจุบันมีแพลตฟอร์มที่ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับครูในการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียน ที่สามารถเลือกนำมาใช้ในโรงเรียน ทำให้ครูได้ข้อมูลโดยตรงจากนักเรียน วิธีการจะสะดวก

ทำได้ง่ายอย่างรวดเร็ว เช่น การทำ Poll ในเฟสบุ๊ค, google form, jamboard, padlet, answer garden และ mentimeter เป็นต้น

นอกจากนี้ครูที่ขยันทำไปจากข้างต้นที่ครูทราบเกี่ยวกับนักเรียนในห้องของท่านแล้ว สิ่งที่คุณควรทำในลำดับถัดไป คือ นักเรียนของท่านไปประกอบอาชีพอะไรในอนาคต เพราะเมื่อนักเรียนค้นหาตนเอง สามารถบอกได้ว่าตนเองอยากประกอบอาชีพอะไร จะส่งผลต่อความสนใจในการเรียน การกำหนดเป้าหมายในการเรียน วีซีดีโปรด วีซีดีนักเรียนจะเลือกเรียนเป็นวิชาเลือก เช่น นักเรียนที่อยากเรียนสายวิทยาศาสตร์ให้มีความสนใจในเรื่องศิลปะ การวาดภาพ หนังสือนักเรียนที่อยากเรียนสายการแพทย์ จะให้ความสนใจเรื่องวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่อยากเรียนสายการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ จะให้ความสนใจการคำนวณคณิตมากกว่าการท่องจำประวัติศาสตร์

ข้อมูลที่คุณรวบรวมได้จากการ Empathize จะทำให้นักเรียนเข้าใจนักเรียนของท่านมากขึ้น ท่านสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการกำหนดกรอบการเรียนรู้รวมประกอบเป็นสถานการณ์ปัญหาเรื่องต่าง ๆ ได้โดยง่ายและยั่งยืน ครูสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตนักเรียน เป็นสิ่งที่นักเรียนชอบ กำลังให้ความสนใจ จะทำให้นักเรียนรู้สึกภาคภูมิใจในตัวเองได้ นักเรียนจะเปิดใจมากขึ้นในการเรียน เห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของเนื้อหาที่เรียน

การทำความเข้าใจนักเรียนในแต่ละห้องหรือชั้นเรียนไม่ใช่เป็นการง่ายแต่เพียงซึ่งจากการเตรียมกรอบของครู แต่เป็นการปฏิบัติที่ฐานที่สะท้อนทำในการทำความเข้าใจกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เมื่อนักเรียนนักเรียนมาเข้าเรียนของโรงเรียน สนใจสิ่งไหน มีใครเป็นเด็กเป็นโปรด ครูสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาให้มีการเชื่อมโยงกับชีวิตนักเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง เมื่อครูเตรียมการสอน ครูจะจัดเตรียมตัวอย่างโจทย์ปัญหาอย่างมีจุดหมาย สร้างความสนใจให้นักเรียนสนใจเรียน สนใจเป็นของตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaning learning)

การกำหนดกรอบของแบบจำลองปัญหา ครูจะต้องเลือกสถานการณ์ที่เห็นความสนใจของนักเรียน นักเรียนแต่ละห้องอาจจะมีแตกต่างกัน เช่น นักเรียนบางคนเรียนวิชาพิเศษ กับนักเรียนที่เรียนแผนการเรียนศิลป์ นักเรียนบางคนนักเรียนหญิง ดังนั้นในการออกแบบเรื่องใดก็ตาม ในระดับต้นเด็กลง ครูต้องคำนึงถึงความสนใจของนักเรียน โดยปรับเนื้อหาในตัวอย่างให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลให้สอดคล้องกับการออกแบบการศึกษารูปแบบสากล (Universal Design for Instruction: UDI)

ผู้เขียนขอเสนอแนวทางที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้ครูที่ประสบความสำเร็จในการกำหนดกรอบแบบจำลองปัญหา โดยจัดทำเป็นตารางออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาตามที่ได้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนดูตัวอย่างปัญหาที่ตัวอย่างการออกแบบแล้ว
2. จากนั้นครูจะอธิบายประเด็นเรื่องให้นักเรียนสนใจโดยเลือกให้เหมาะสมและนำไปใช้ในการกำหนดสถานการณ์หรือรายละเอียดที่นักเรียนสนใจในโลกแห่งความจริง จากนั้นครูจะแจกประเด็นไปให้นักเรียนคิด 4 ข้อ PISA โดยในแต่ละเรื่องครูจะให้นักเรียนเลือกให้ตรงกับบริบท

ตาราง แสดงตัวอย่างกำหนดการออกแบบโจทย์ปัญหา

ตัวอย่างเนื้อหา	ประเด็นที่นักเรียนสนใจ	ประเด็นในโลกจริง	บริบท PISA	ออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา																																																				
สถิติ	ปลาสายงาน	ค่า pH	บริบทส่วนบุคคล	<p>ตารางค่า pH ของน้ำกับผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำสำหรับปลาสายงานเป็นดังนี้</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ค่า PH ของน้ำ</th> <th>ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.0 หรือต่ำกว่า</td> <td>เป็นอันตราย มีค่าไม่เหมาะสม</td> </tr> <tr> <td>4.1 - 6.0</td> <td>ปลาบางชนิดตาย ปลาที่ไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญ</td> </tr> <tr> <td>6.1 - 9.0</td> <td>เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ</td> </tr> <tr> <td>9.1 - 11.0</td> <td>การเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ</td> </tr> <tr> <td>11.1 ขึ้นไป</td> <td>เป็นอันตรายต่อปลา</td> </tr> </tbody> </table> <p>ถ้าพร้อมเสียปลาตัวโต 20 ตัว โดยแยกเลี้ยงใส่โหลปลาที่ใส่น้ำ 1 ตัว เมื่อวัดค่า pH ในเช้าวันหนึ่งพบว่า มีค่า pH ในแต่ละโหลเป็นดังนี้</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>7.2</td> <td>12.3</td> <td>6.5</td> <td>8.7</td> <td>10.2</td> <td>7.4</td> <td>6.6</td> <td>4.5</td> <td>9.0</td> <td>3.7</td> </tr> <tr> <td>7.8</td> <td>8.2</td> <td>9.4</td> <td>6.9</td> <td>13.1</td> <td>8.0</td> <td>7.7</td> <td>6.3</td> <td>8.1</td> <td>7.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>มีโหลปลาที่จำนวนที่โหลที่พร้อมรับปรับค่า pH ของน้ำในโหล</p> <p>ถ้าเอกเฉพาะที่ปรับค่า pH สำหรับปรับน้ำ 20 โหล เมื่อวัดค่า pH ในเช้าวันหนึ่งพบว่า มีค่า pH ในแต่ละโหลเป็นดังนี้</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>7.2</td> <td>12.3</td> <td>6.5</td> <td>8.7</td> <td>10.2</td> <td>7.4</td> <td>6.6</td> <td>4.5</td> <td>9.0</td> <td>3.7</td> </tr> <tr> <td>7.8</td> <td>8.2</td> <td>9.4</td> <td>6.9</td> <td>13.1</td> <td>8.0</td> <td>7.7</td> <td>6.3</td> <td>8.1</td> <td>7.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>มีโหลปลาจำนวนที่บ่อที่ออกต้องปรับปรับค่า pH ของน้ำในบ่อ</p>	ค่า PH ของน้ำ	ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ	4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตราย มีค่าไม่เหมาะสม	4.1 - 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาที่ไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญ	6.1 - 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ	9.1 - 11.0	การเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ	11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา	7.2	12.3	6.5	8.7	10.2	7.4	6.6	4.5	9.0	3.7	7.8	8.2	9.4	6.9	13.1	8.0	7.7	6.3	8.1	7.9	7.2	12.3	6.5	8.7	10.2	7.4	6.6	4.5	9.0	3.7	7.8	8.2	9.4	6.9	13.1	8.0	7.7	6.3	8.1	7.9
ค่า PH ของน้ำ	ผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ																																																							
4.0 หรือต่ำกว่า	เป็นอันตราย มีค่าไม่เหมาะสม																																																							
4.1 - 6.0	ปลาบางชนิดตาย ปลาที่ไม่ตายจะมีการเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ ระบบสืบพันธุ์ไม่เจริญ																																																							
6.1 - 9.0	เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ																																																							
9.1 - 11.0	การเจริญเติบโตช้า มีผลผลิตต่ำ																																																							
11.1 ขึ้นไป	เป็นอันตรายต่อปลา																																																							
7.2	12.3	6.5	8.7	10.2	7.4	6.6	4.5	9.0	3.7																																															
7.8	8.2	9.4	6.9	13.1	8.0	7.7	6.3	8.1	7.9																																															
7.2	12.3	6.5	8.7	10.2	7.4	6.6	4.5	9.0	3.7																																															
7.8	8.2	9.4	6.9	13.1	8.0	7.7	6.3	8.1	7.9																																															

ตัวอย่างเนื้อหา	ประเด็นที่นักเรียนสนใจ	ประเด็นในโลกจริง	บริบท PISA	ออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา
ฐานนิยม	การท่องเที่ยว	การท่องเที่ยว	บริบทส่วนบุคคล	<p>อาร์มและเพื่อนอีก 4 คน นัดหมายกันจะไปเที่ยวในวันหยุด โดยมีความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเสนอ ดังนี้ เลือก ท้องฟ้าจำลอง จำนวน 1 คน, เลือก Dream World จำนวน 3 คน, เลือก หอศิลป์วัฒนธรรม จำนวน 1 คน</p> <p>นักเรียนคิดว่าอาร์มควรสรุปการนัดหมายสถานที่ท่องเที่ยวครั้งนี้ว่าอย่างไร เพราะเหตุใด</p>
			บริบทการประกอบอาชีพ	<p>จากการสำรวจความสนใจสถานที่ท่องเที่ยวในกรุงเทพฯ ของนักท่องเที่ยวต่างชาติ จำนวน 50 คน พบว่า ออกไปตลาดน้ำ จำนวน 13 คน, วัฒนธรรมธรรมชาติ จำนวน 25 คน, มิวเซียมสยาม จำนวน 12 คน</p> <p>จากข้อมูลข้างต้น ถ้าคิดเป็นมีคิคุแห่ง ควรจะจัดโปรแกรมทัวร์โดยพานักท่องเที่ยวกลุ่มนี้ไปเที่ยวที่ใด เพราะเหตุใด</p>
การหารค่ารากที่สอง	โมเดลการคูณ	ความยาวด้าน	บริบทส่วนบุคคล	<p>เจมส์ซื้อกล่องพลาสติกใสทรงลูกบาศก์ที่มีความจุ 2,744 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะสามารถนำมาใส่โมเดลขีมิควมกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร และสูง 15 เซนติเมตร ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด</p>
			บริบทการประกอบอาชีพ	<p>สินค้าโมเดล bearbrick บรรจุอยู่ในกล่องทรงลูกบาศก์ที่มีความจุ 15,625 ลูกบาศก์เซนติเมตร หากร้านค้าต้องการส่งสินค้าโดยซื้อบรรจุทุก 4 ล้อซึ่ง กว้าง 180 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตรและมีหลังคาสูง 210 เซนติเมตร ทางร้านค้าจะสามารถขนส่งสินค้าได้สูงสุดครั้งละจำนวนเท่าไร</p>

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง คือ การใช้คำไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ เมื่อพิจารณาเทคนิคการสื่อสาร พบว่า ครูใช้เทคนิคที่หลากหลายในการสื่อสาร ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.23

ตาราง 4.23 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง พบว่า การใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ และมีลักษณะการสื่อสารที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ นอกจากนี้การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน 	<p>ในคู่มือครูจะมี</p> <ul style="list-style-type: none"> ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมีครูที่ใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ครูอาจยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ขาดการชี้ประโยชน์ในการนำไปใช้ นอกจากนี้การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน ในคู่มือครูจึงมีตัวอย่างของการใช้วาทกรรมที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้คำสื่อความหมายผิด การให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการอธิบาย การใช้คำกำกวม ทำให้นักเรียนสับสน เพื่อให้ครูเห็นตัวอย่างและระมัดระวังในการนำไปประยุกต์ใช้
<p>ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่าง พบว่า ครูใช้ <ul style="list-style-type: none"> ตั้งคำถามให้คิด วิเคราะห์ ประเมิน บอกเล่าสถานการณ์/ข่าวในปัจจุบัน ใช้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจบทเรียน ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม เพื่อสรุปความคิดรวบยอด การตั้งคำถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างความรู้ของตนเอง ให้นักเรียนได้ร่วมคิด ทำกิจกรรมในคาบเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับเทคนิคการสื่อสารต่าง ๆ เนื่องจากครูใช้การสื่อสารหลายวิธี และแต่ละวิธีจะมีการใช้วาทกรรมที่แตกต่างกันไป ในคู่มือครูจึงนำเสนอตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ ลักษณะ เพื่อให้ครูสามารถสื่อสารได้ตรงประเด็น และเป็นแนวทางให้ครูเลือกนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่างในคู่มือครู

สรุปข้อที่ตรงกับตัวท่าน ได้แก่

คำอธิบายกิจกรรมที่ ...
 ลักษณะคำพูดของครูในข้อนี้จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นคุณค่าในการเรียนมากขึ้น ส่วนลักษณะคำพูดของครูในข้อนี้จะทำให้นักเรียนไม่กล้าคิด ไม่มีหัวใจในตนเอง ขาดความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่เห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง และไม่เห็นคุณค่าในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างคำพูดที่ครูใช้เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงแบบตามลักษณะเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม

วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่เขียนตัวอย่างในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง มีดังนี้ เทคนิคการใช้คำถาม เช่นเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน สะท้อนคิด สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ลักษณะของเทคนิค
1) ใช้คำถาม	ถามความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2) เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	ใช้การเล่าเรื่องที่เกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริง เช่น คุยข่าว สารคดี ประวัติศาสตร์หรือเชื่อมโยงเข้าสู่สถานการณ์หรือโจทย์ปัญหา
3) สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม	นำเรื่องที่นักเรียนเคยรู้จักคุ้นเคย หรือเคยมีประสบการณ์มาสร้างความสัมพันธ์หรือต่อความรู้นักเรียน
4) สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน	กระตุ้นให้นักเรียนมีอภิปราย และอภิปรายความคิดเห็น
5) สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน	ให้นักเรียนหาคำตอบโดยการลงมือทำ เช่น การสืบค้น ทำโครงการ การทดลองหรือผลการสังเกต
6) สะท้อนคิด	กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นโดยการพูด ฟัง เขียนหรืออ่าน

- 7) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการบริหาร ให้นักเรียนออกมาทำกิจกรรมหรือเมื่อปฏิบัติหน้าที่นักเรียน
 8) ใช้ไม่เห็นความสำคัญของการนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์

เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม	ตัวอย่างที่เห็น
1) ใช้คำถาม	- "จากโจทย์ข้อนี้ถ้าเราลอง ลองนึกถึงวิธีอะไร นักเรียนมีขั้นตอนอย่างไรที่จะไปหาคำตอบ นักเรียนจะใช้วิธีการใดที่จะไปหาคำตอบ" - "เรามีข้อมูลเพียงเท่าไรที่จะหาคำตอบหรือ" - "จากข้อนี้ถ้าเราลองลองดู นักเรียนควรจะเลือกใช้ค่ากลางแล้วทำไมไม่เลือกใช้ค่ากลางอื่น มันแตกต่างกันยังไง" - "นักเรียนคิดว่าหากเราลองเอาไปใช้ในชีวิตจริงได้ยังไง" - "การซื้อของในสหกรณ์ราคาถูกกว่าห้างสรรพสินค้า นักเรียนจ่ายถูกกว่าแต่แล้วทำไมนักเรียนคิดว่ามันจะดีกว่ากัน"
2) เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง	- "จากข้อมูลสถิติจำนวนผู้ใช้ชีวิตจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ในย่านเมืองนอกหลายนักเรียนสังเกตว่าปริมาณอุบัติเหตุทางถนนเกิดเยอะที่สุด นักเรียนควรจะระวังหรือลดความเสี่ยงอย่างไร" - "นักเรียนรู้จักรัสเซีย NASA กับไหม เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นเวลานานแล้วเรื่องของการที่ประเทศไทยกำลังพัฒนาเป็นเมืองอัจฉริยะต่าง ๆ เป็นเป็นเมืองอัจฉริยะที่เราสามารถพัฒนาเมืองได้ฉลาด ซึ่งเป็นเป็นเมืองอัจฉริยะที่เราต้องเรียนรู้เกี่ยวกับความฉลาด มั่นใจในตนเอง มั่นน้อมถ่อม ง่าย คืบหน้าและที่คิดที่จะไป ก็คือการที่จากชั้นเรียนเป็นไปคือชม ความสำเร็จจากวันวันในชั้นเรียน เราสามารถจากวันวันในชั้นเรียน ไปใช้ทางด้านการบริหารและงานในชั้นเรียนได้ สิ่งเหล่านี้มันมีลักษณะเป็นอย่างไร" - "จากการรวมตัวของนักเรียนและยกกำลังมาไว้ในชั้นเรียน เพราะว่าเราได้ต่อความรู้อีกส่วนความรู้ในมาใช้กัน เช่น ม. และนักเรียนเคยเห็นการนำความรู้เรื่องนี้เป็นไปในชีวิตจริงหรือไม่" - "นักเรียนเป็นที่ยอมรับของเพื่อน (บุคคลในชั้นเรียน) ไม่ค่อยถูกตำหนัก (ไม่ใคร่) แล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเวลาที่นักเรียนมาโรงเรียน นักเรียนจะปฏิบัติ
3) สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม	- "นักเรียนเคยเรียนเรื่องเลขยกกำลังมาในชั้นเรียน เพราะว่าเราได้ต่อความรู้อีกส่วนความรู้ในมาใช้กัน เช่น ม. และนักเรียนเคยเห็นการนำความรู้เรื่องนี้เป็นไปในชีวิตจริงหรือไม่" - "นักเรียนเป็นที่ยอมรับของเพื่อน (บุคคลในชั้นเรียน) ไม่ค่อยถูกตำหนัก (ไม่ใคร่) แล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเวลาที่นักเรียนมาโรงเรียน นักเรียนจะปฏิบัติ

นอกจากกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และวิธีการสอนจะมีส่วนในการส่งเสริมการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง อีกสิ่งหนึ่งที่มีส่วนสำคัญที่ให้นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นคุณค่าในการเรียน คือ "วาทกรรมทางคณิตศาสตร์หรือคำพูดที่เหมาะสมของครู" ที่ใช้ขณะสอนในคาบเรียน

วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเป็นอย่างไร

กิจกรรมที่ : ท่านเป็นอย่างไร

ขอให้นักเรียนทำกิจกรรมลักษณะคำพูดทั้ง 20 ข้อต่อไปนี้ ข้อใดที่ตรงกับลักษณะคำพูดของท่านบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ลักษณะคำพูด	ลักษณะคำพูด	ลักษณะคำพูด	ลักษณะคำพูด
1) "นักเรียนที่ท่านไปตามที่เจอเจอเขา ท่านถามมาไหม"	๑๒ จ ใช่/ดัด	11) "อย่าทำเลยสิครับ ครูว่ามันยาก นักเรียนทำไม่ได้หรอก"	๑๒ จ ใช่/ดัด
2) "จากโจทย์ นักเรียนรู้หรือไม่ว่า"	๑๒ จ ใช่/ดัด	12) "นักเรียนอ่านโจทย์แล้ว ลองบอกว่า โจทย์ปัญหาข้อนี้เกี่ยวกับอะไร"	๑๒ จ ใช่/ดัด
3) "เมื่อที่ครูไม่ได้สอนวิธีนี้ ทำไปทำไมทำตามที่วิธีที่ครูสอน"	๑๒ จ ใช่/ดัด	13) "ครูเขียนไว้บนกระดานแล้ว นักเรียนจดตามครูได้เลย"	๑๒ จ ใช่/ดัด
4) "นักเรียนลองแลกเปลี่ยนวิธีคิดของนักเรียนกันเพื่อนในห้องไหม"	๑๒ จ ใช่/ดัด	14) "นักเรียนมีวิธีทำหรือกระบวนการอย่างไร ลองอธิบายมา"	๑๒ จ ใช่/ดัด
5) "นักเรียนแบบใจไหนว่าวิธีนี้จะทำได้ มันยากนะ"	๑๒ จ ใช่/ดัด	15) "ใครใช้ความรู้เรื่องอื่นมาแก้ปัญหา จะไม่ได้ดัดดัด"	๑๒ จ ใช่/ดัด
6) "จากโจทย์ เราช่วยกันวาดแผนภาพดูสิ"	๑๒ จ ใช่/ดัด	16) "โจทย์ปัญหาข้อนี้ นักเรียนต้องใจความไว้บ้างมาแก้ปัญหา"	๑๒ จ ใช่/ดัด
7) "ไม่ต้องอธิบายเยอะ ขอแค่คำตอบถูกต้อง"	๑๒ จ ใช่/ดัด	17) "เนื้อหาที่มีอีกเยอะ เดี่ยวสอบไม่ทัน"	๑๒ จ ใช่/ดัด
8) "นักเรียนลองสังเกตวิธีที่ของตัวเองกับครู ว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร"	๑๒ จ ใช่/ดัด	18) "มีอะไรที่นักเรียนสงสัยหรืออยากเรียนรู้หรือไหม"	๑๒ จ ใช่/ดัด
9) "โจทย์กำหนดตัวแปรและพื้นที่มาให้เห็นแล้ว ให้เราหาความยาวที่เหลือ"	๑๒ จ ใช่/ดัด	19) "เรียน ๆ ไปเถอะ บางเรื่องไม่ได้เดาไปใช้ในชีวิตจริงเหมือนกัน"	๑๒ จ ใช่/ดัด
10) "นักเรียนคิดว่า โจทย์ข้อนี้สมเหตุสมผลที่จะหาคำตอบหรือไม่ เมื่อพิจารณาจากบริบทแล้ว"	๑๒ จ ใช่/ดัด	20) "ลองช่วยกันอภิปรายว่า มีสถานการณ์ใดบ้างในชีวิตจริงที่ได้นำความรู้เรื่องนี้ไปใช้"	๑๒ จ ใช่/ดัด

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ครูใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่ หนังสือคณิตศาสตร์ เว็บไซต์ทางการศึกษา การเข้าร่วมกิจกรรมการอบรม และการศึกษาดูงาน และครูมีปัญหาเรื่องเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.24

ตาราง 4.24 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูในส่วนคลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้า พบว่า ครูเลือกใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) หนังสือคณิตศาสตร์ 2) เว็บไซต์ทางการศึกษา 3) การเข้าร่วมกิจกรรมการอบรม 4) การศึกษาดูงาน ● ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง พบว่า ครูคิดว่าปัญหาเกิดจากความพร้อมของครู คือ เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ 	<p>ในคู่มือครูจะมี คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง</p> <p>เนื่องจากในการจัดเรียนการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ครูมีปัญหาด้านความพร้อม คือ เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ และแหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้า มีเพียง 4 แหล่งข้อมูล ทำให้ครูอาจหาข้อมูลได้น้อยและไม่หลากหลาย</p> <p>ในคู่มือครูจึงรวบรวมตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ ให้ครูเลือกนำไปใช้ เพื่อประหยัดเวลาในการค้นหาและลดเวลาในการสร้างสื่อ นอกจากนี้ครูสามารถส่งลิงค์ให้นักเรียนศึกษามาล่วงหน้าและนำประเด็นมาอภิปรายในห้องเรียน ทำให้มีเวลาทำกิจกรรมอื่นในคาบเรียนมากขึ้น</p>

ตัวอย่างในคู่มือครู

คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวาทกรรมที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงบริบทคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ลักษณะและรายละเอียดของตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง	QR code / link
 <p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คลิปวิดีโอ บรรยายถึงเรื่องในชีวิตจริงที่มีการนำความรู้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ ได้แก่ - การเล่นกีฬาเบสบอล</p>	<p>https://www.youtube.com/watch?v=65hY58UEJbl</p>  SCAN ME
<p>ตัวอย่างวาทกรรมที่จะใช้ในเรื่อง</p> <p>"นักเรียนคิดว่า ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สัมพันธ์กับการเล่นกีฬาหรือไม่ อย่างไร" (ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และการนำไปใช้)</p> <p>"สมมตินักเรียนได้แลกเปลี่ยนไปเรียนที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งที่โรงเรียนมีเบสบอล มีเพื่อนชาวนักเรียนเข้าทีม นักเรียนจะให้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการช่วยทีมได้อย่างไร" (กระตุ้นให้นักเรียนหาเวลาวิจัยและแก้ปัญหา)</p>	

คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวาทกรรมที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงบริบทคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ลักษณะและรายละเอียดของตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง	QR code / link
 <p>ทฤษฎีบทพีทาโกรัส คลิปวิดีโอ บรรยายถึงหลักฐานทางโบราณคดีที่เรียกว่า Plimpton 322 เกี่ยวกับแผ่นจารึกดินเหนียวเก่าอายุ 3,700 ปีของชาวบาบิโลนที่รู้จักกันดี คือ ตารางตรีโกณมิติยุคโบราณซึ่งมีค่าก่อนที่ชาวกรีกจะคิดค้นวิชาตรีโกณมิติ มันถูกใช้สำหรับการคำนวณเพื่อก่อสร้างพระราชวังวิหาร พิธีมีขึ้นกับโบสถ์และคลองในสมัยโบราณ</p>	<p>https://www.youtube.com/watch?v=eJky9TLa8c</p>  SCAN ME <p>http://nuclear.rmutphysics.com/blog/sci/7/p=19996</p>  SCAN ME
<p>ตัวอย่างวาทกรรมที่จะใช้ในเรื่อง</p> <p>"นักเรียนเคยได้ยิน คำว่า Pythagorean triples หรือไม่ วันนี้อาจมาทำความรู้จักกัน" "Pythagorean triples เป็นตัวเลข 3 ตัวที่สอดคล้องกันทฤษฎีบทพีทาโกรัสของพีทาโกรัสนักคณิตศาสตร์คนสำคัญของโลกที่บอกว่า ผลรวมของค่ากำลังสองของจำนวนทางด้านประชิดจะเท่ากับค่ากำลังสองของจำนวนทางด้านตรงข้าม" "แล้วคำว่า Plimpton 322 มีใครเคยได้ยินหรือไม่ นักเรียนรู้ไหมว่าค่า 2 ค่าที่ปรากฏมา มันเกี่ยวข้องกับอย่างไร"</p>	

คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวาทกรรมที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงบริบทคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ลักษณะและรายละเอียดของตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง	QR code / link
 <p>การแปลงทางเรขาคณิต คลิปวิดีโอ บรรยายถึงการนำความรู้เกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ในการสร้างรูปเรขาคณิตเรขาคณิต โดยมีส่วนไหนบ้างที่นำมาจัดเรียงมันจะตั้งไม่เกิดช่องว่างหรือการคาบเกี่ยวซ้อนกัน เกิดเป็นลวดลายทางสถาปัตยกรรมที่สวยงาม</p>	<p>https://www.youtube.com/watch?v=ps1NpMmPv48</p>  Scan Me
<p>ตัวอย่างวาทกรรมที่จะใช้ในเรื่อง</p> <p>"นักเรียนลองยกตัวอย่างการนำความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ในการชีวิตจริงเรื่องใดบ้าง" "ถ้าไม่มีความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิต การออกแบบสถาปัตยกรรมจะเป็นอย่างไร"</p>	

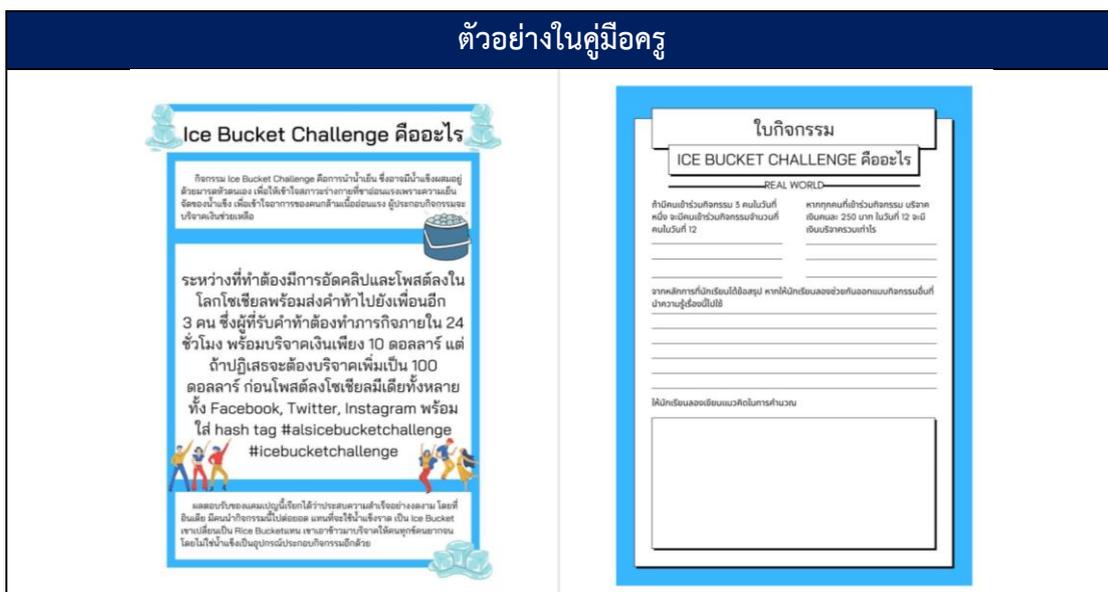
คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และวาทกรรมที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงบริบทคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

ลักษณะและรายละเอียดของตัวอย่างสื่อการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง	QR code / link
 <p>การแปลงทางเรขาคณิต บทความ บรรยายถึงการนำขยะพลาสติก เช่น ซองอาหารแมว มารีไซเคิลเป็นเชือกปูพื้นรูปแมว ซึ่งเป็นการนำความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตมาใช้ในการชีวิตจริง</p>	<p>https://www.smartsme.com.th/content/245721</p>  SCAN ME <p>https://mgonline.com/greeninnovation/detail/965000021945</p>  SCAN ME
<p>ตัวอย่างวาทกรรมที่จะใช้ในเรื่อง</p> <p>"หลังจากที่นักเรียนได้อ่านบทความนี้แล้ว ลองช่วยกันบอกว่าคุณเรียนพบการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในเรื่องใดบ้าง" "โหนกบ้านใครเลี้ยงแมวบ้าง แล้วนักเรียนเคยให้อาหารแมวสำเร็จรูปไหม เมื่อให้แมวกินแต่ละมื้อ ทุกวัน จะเกิดขยะมากไหม เราจะมียูนิคังค์ขยะนั้นอย่างไรดี วันนี้เราทำความรู้จักกัน" "นักเรียนคิดว่า การเลี้ยงแมวกับการลดขยะทั่วโลก มันจะเกี่ยวข้องกันได้อย่างไรบ้าง" "นักเรียนคิดว่า ในการทำฮูลูเลือกจากของอาหารแมว ต้องใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง"</p>	

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ลักษณะการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ พบว่า ครูจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) ฝึกการสำรวจ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) ฝึกการอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอแนวคิดใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน 4) ฝึกการสังเกต และ 5) ฝึกการนำเสนอผลงาน ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูรายละเอียดดังตาราง 4.25

ตาราง 4.25 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู ส่วนตัวอย่างกิจกรรม

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ พบว่า ครูจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> 1) ฝึกการสำรวจ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) ฝึกการอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอแนวคิดใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน 4) ฝึกการสังเกต 5) ฝึกการนำเสนอผลงาน 	<p>ในคู่มือครูจะมี ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง</p> <p>เนื่องจากมีครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม จึงทำให้ครูยกตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง ผลที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนไม่ได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง</p> <p>ในคู่มือครูจึงนำเสนอตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง เช่น ใบงาน ใบกิจกรรม เพื่อเป็นตัวอย่างแนวคิดสำหรับครูที่สนใจจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริงได้เห็นตัวอย่างที่หลากหลายและสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงได้อย่างถูกต้อง</p>



จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ครูเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา โดยวิธีสอนที่ครูมักเลือกใช้ ได้แก่ 1) วิธีการสอนแบบอุปนัย 2) วิธีการสอนแบบ Active learning และเทคนิคการสอนโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบโพลยา ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.26

ตาราง 4.26 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูส่วนตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพมโนทัศน์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับวิธีการสอนพบว่า ครูเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา <ol style="list-style-type: none"> 1) วิธีการสอนแบบอุปนัย 2) วิธีการสอนแบบ active learning เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) หรือวิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (brain-based learning: BBL) 3) เทคนิคการสอนโดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบโพลยา 	<p>ในคู่มือครูจะมี ตัวอย่างแผน การสอน วิชา คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาและวิธีการสอน</p> <p>เนื่องจากยังมีครูที่มุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด ครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ครูจึงเขียนแผนการสอนที่ไม่เชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริง และส่งผลให้ครูไม่จัดการเรียนที่เหมาะสม</p> <p>ในคู่มือครูจึงจะมี ตัวอย่างแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาและวิธีการสอน เพื่อเป็นตัวอย่างแนวคิดสำหรับครูที่สนใจจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริงสามารถออกแบบวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน และนำไปปฏิบัติได้จริง</p>

ตัวอย่างในคู่มือครู

**ตัวอย่างการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนและแผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดย
การจัดการเรียนรู้ที่มีการบรรยายเพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สู่โลกแห่งความจริง**

ตัวชี้วัด
มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.2 ม.2/5 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสบทกลับไปใช้แก้ปัญหาสถานการณ์จริงได้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด
ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
ถ้า a , b เป็นความยาวด้านประกอบมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
c เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
จะได้ว่า $c^2 = a^2 + b^2$
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัสถ้ากำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากสองด้าน เราสามารถหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้

Key ingredient คือ วิธีการสอนแบบโตมโหฬารเป็นฐาน (88L)
วาทกรรมที่มีการเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง

กิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
1. ครูทักทายนักเรียน
2. ครูใช้การถาม - ตอบ ชักถามนักเรียนว่ารู้จัก Pythagoras หรือไม่
“นักเรียนรู้จักหรือเคยได้ยินชื่อ Pythagoras บ้างหรือไม่”
“นักเรียนคิดว่า จากที่เราเรียนสูตรการคำนวณความยาวด้านของทฤษฎีบทพีทาโกรัสแล้ว เราจะนำความรู้นี้ไปใช้ได้อย่างไรบ้างในเรื่องเรียน ”

“ในอดีตราชาจะนำความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ไปใช้ในชีวิตจริงเรื่องใดบ้าง”
“วันนี้เราจะมาเรียนรู้การนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในชีวิตจริงกัน”

ขั้นสอน
1. ครูเปิดคลิปวิดีโอสั้น ๆ ให้กับนักเรียนดู เกี่ยวกับเรื่องการนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในชีวิตจริงนำเสนอเรื่องราวผ่านการ์ตูน โดยครูให้นักเรียนดูให้จบหนึ่งรอบ แล้วอธิบายสรุปเป็นภาษาของตัวเองอีกครั้งถึงเนื้อหาในวิดีโอ



2. เมื่อดูคลิปวิดีโอเสร็จแล้ว ให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า
“นักเรียนลองสังเกตจากในคลิปวิดีโอ มีลักษณะการนำไปใช้อย่างไร”
“นักเรียนคิดว่าสามารถนำความรู้ ทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ในเรื่องอื่นได้สักเรื่องไม่ อย่างไร ลองช่วยกันเสนอความคิด” (เช่น งานด้านวิศวกรรม การหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง การหาความยาวโต๊ะวางทีวี เป็นต้น)
“จากที่เราช่วยกันเสนอมา จะเห็นว่าทฤษฎีบทพีทาโกรัสสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย วันนี้เราจะมาลองมาช่วยกันแก้ปัญหาในชีวิตจริงกัน”

3. จากนั้นครูเสนอปัญหาบนกระดาน ให้นักเรียนจัดกลุ่ม 3-4 คน ลองหาความยาวด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

4. ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่า นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาแต่ละสถานการณ์ได้อย่างไร และจะนำความรู้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร
“นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาแต่ละสถานการณ์ได้อย่างไร”
“นักเรียนจะนำความรู้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ อย่างไร”
“นักเรียนคิดว่าจะมีความรู้ชิ้นที่สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากมี ให้อธิบาย”

5. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปหลักการของแนวคิดที่ได้จากการอภิปราย

6. ครูให้นักเรียนอภิปรายว่า แนวคิดที่สรุปมาได้ สมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร

7. ครูออกให้นักเรียนนำแนวคิดที่สรุปมาได้ไปใช้ในการตอบคำถามในใบกิจกรรม

8. ครูให้เวลานักเรียน 5-10 นาที ให้นักเรียนอภิปรายเพื่อหาคำตอบในแต่ละข้อ

11. ครูใช้การถาม-ตอบชักถามนักเรียนถึงแนวทางการหาคำตอบ

ขั้นสรุป
1. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปแนวคิด

จากผลการค้นพบในงานวิจัย พบว่า ยังมีครูที่มีทัศนคติในการสอน โดยมุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด และครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ผู้วิจัยสามารถนำมาสรุปประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครู รายละเอียดดังตาราง 4.27

ตาราง 4.27 ผลการค้นพบในงานวิจัยที่นำไปสู่ประเด็นในการออกแบบองค์ประกอบของคู่มือครูส่วนการประเมินตนเอง

ข้อค้นพบในงานวิจัย	ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู
<p>ข้อค้นพบจากผลการสร้างแผนภาพโน้ตส์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงพบว่า ยังมีครูที่มีทัศนคติในการสอน โดยมุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด และครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง <p>ข้อค้นพบจากผลการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> ข้อค้นพบเกี่ยวกับลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่างพบว่า การใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ และมีลักษณะการสื่อสารที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอขาดประโยชน์ในการนำไปใช้ นอกจากนี้การแบ่งวรรคตอนในโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้อง ทำให้เข้าใจผิดเป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน 	<p>ในคู่มือครูจะมี</p> <ul style="list-style-type: none"> แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง แบบประเมินตนเองเกี่ยวกับการใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ในการสอน เนื่องจากยังมีครูที่มุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด ครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ครูยังใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ และมีลักษณะการสื่อสารที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน <p>ในคู่มือครูจึงมีกิจกรรมกระตุ้นให้ครูเห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงผ่านการทำแบบประเมินตนเอง เพื่อให้ครูได้ลองประเมินแนวปฏิบัติด้านการสอนของตนเองอยู่ตลอดว่าได้จัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงหรือไม่ พร้อมทั้งเชิญชวนและเสนอแนวทางให้ครูลองปรับเปลี่ยนการสอนจากเดิมที่มุ่งสอนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาคำตอบ เป็นการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง</p>

ตัวอย่างในคู่มือครู

แนวทางส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

แนวทางส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู มีดังนี้

- ให้ที่บ้าน / ใบงานที่ช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง
- พยายามหาหัวข้อเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ไปกับวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตร เช่น วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ ประวัติศาสตร์ เป็นต้น ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการบูรณาการความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของโลก
- ยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงมาพูดคุยกับนักเรียน เช่น เกม Angry bird ที่ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่องการคำนวณโปรเจกไทล์
- พูดคุยและยกตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นประโยชน์ของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ออกห้องเรียน เช่น การวางแผนการออมเงิน ตารางเวลาเดินทางประจำวัน การวิเคราะห์ข้อมูล
- เชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปกับเรื่องที่น่าสนใจ เช่น การ์ตูน เกม ภาพยนตร์ เป็นต้น



ภาพ 4 แนวทางส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู

องค์ประกอบของคู่มือครู ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ 2) สารระความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง

องค์ประกอบของคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงแต่ละองค์ประกอบ มีลักษณะการนำเสนอรายละเอียดองค์ความรู้ส่วนต่าง ๆ พร้อมกับการทำกิจกรรมเพื่อประเมินตนเองและสำรวจตนเอง ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ เพื่ออธิบายแนวคิดที่มาของคู่มือครูจากข้อค้นพบในงานวิจัยนำมาสู่ประเด็นในการออกแบบคู่มือครู

2) การนำเสนอสารระความรู้ จะมีลักษณะให้ครูมีส่วนร่วมโดยการทำกิจกรรม ตอบคำถาม พร้อมมีเฉลย พร้อมบรรยายสารระความรู้ให้ครูได้อ่านประกอบ เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงและลักษณะบริบทในโลกแห่งความจริง

3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา จะมีลักษณะการนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริง มีกรอบแนวคิดช่วยนำทางให้ครูสามารถออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงได้ด้วยตนเอง

4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม จะมีลักษณะแสดง ตัวอย่างคำพูดที่ครูควรใช้เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง แบ่งตามลักษณะเทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม และยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมหรือตัวอย่าง โจทย์ที่ครูมีมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริง คู่มือครูจะมีคำแนะนำสำหรับครู ให้ระมัดระวัง ไม่ควรเลือกมาใช้ยกตัวอย่างในการสอน พร้อมทั้งแสดงตัวอย่าง การปรับปรุงตัวอย่างโจทย์ปัญหานั้นให้ดีขึ้นโดยการเขียนวาทกรรมใหม่ที่แก้ไขแล้ว

5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จะมีลักษณะการสร้างคลังตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมที่น่าสนใจ โดยรวบรวมจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ครูสามารถ เลื่อนนำไปใช้ประกอบการสอนหรือประยุกต์ใช้ได้ และจะมีตัวอย่างคำพูดเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ขวนคิด ซึ่ให้เห็นความสำคัญ เพื่อให้ครูได้เลือกนำไปประยุกต์ใช้

6) ตัวอย่างกิจกรรม จะมีลักษณะตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ใบงาน ที่เหมาะสมกับวิธีการ สอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ฝึกการอภิปรายร่วมกัน ฝึกการสังเกต และ ฝึกการนำเสนอผลงาน

7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน จะมีลักษณะตัวอย่างแผนการสอนที่เลือกใช้วิธีการ สอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาหรือกิจกรรม เน้นการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบ Active Learning

8) แบบประเมินตนเอง จะมีลักษณะการนำเสนอแบบประเมินให้ครูได้ลองประเมินตนเอง เกี่ยวกับวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูเคยใช้ในห้อง ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ครูเคยพบ พร้อมทั้งจะมี คำเชิญชวนและเสนอแนวทางให้ครูลองปรับเปลี่ยนการสอนจากเดิมที่มุ่งสอนแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหา คำตอบ เป็นการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง

โดยสรุปคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ประกอบด้วย วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ของครู มีขอบเขตตัวอย่างเนื้อหาที่มีความเป็นไปได้ในการยกตัวอย่างเพื่อเชื่อมโยงบทเรียน คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง จำนวน 5 บทเรียน คือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สมบัติของเลขยกกำลัง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต และสถิติ

รายละเอียดในคู่มือเป็นการนำผลการวิจัยนำมาสรุปเป็นประเด็นในการออกแบบคู่มือครู ซึ่ง ประกอบด้วยสาระความรู้ที่แสดงถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง ลักษณะของบริบทโลกแห่งความจริง การนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ในบริบทโลก แห่งความจริงและมีการใช้ภาษาที่สื่อสารชัดเจน ตรงประเด็น การสร้างคลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การนำเสนอตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ตัวอย่างวาทกรรมทาง คณิตศาสตร์ที่ไม่เหมาะสมที่ควรระมัดระวัง และการออกแบบการจัดกิจกรรมและแผนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาและวิธีการสอน โดยลักษณะการนำเสนอของคู่มือครูจะได้ ศึกษารายละเอียดองค์ความรู้ส่วนต่าง ๆ พร้อมกับได้ทำกิจกรรม ประเมินตนเองและสำรวจตนเองซึ่ง

จะช่วยให้ครูเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ ต่อยอด เพื่อปฏิบัติได้ชัดเจน อีกทั้งยังเป็นแนวทางให้กับครูในการส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงในการจัดการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น

4.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

ส่วนนี้เป็นการศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบความเหมาะสม แยกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครูอยู่ในระดับมากที่สุด ($M=4.67$, $SD=0.37$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยระดับสูงสุด คือ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ ($M=4.76$, $SD=0.40$) รองลงมา คือ ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร ($M=4.67$, $SD=0.48$) ความเหมาะสมด้านเนื้อหา ($M=4.60$, $SD=0.25$) และ ความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ ($M=4.60$, $SD=0.38$) ตามลำดับ ดังตาราง 4.28

ตาราง 4.28 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู โดยภาพรวม

ด้าน	M	SD	ระดับ
			ความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้
1) ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร	4.67	0.48	มากที่สุด
2) ความเหมาะสมด้านเนื้อหา	4.60	0.25	มากที่สุด
3) ความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์	4.60	0.38	มากที่สุด
4) ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์	4.76	0.40	มากที่สุด
ภาพรวม	4.67	0.37	มากที่สุด

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาความเหมาะสม ด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร พบว่า ความเหมาะสมของคู่มือครูด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร ประเด็นที่มีระดับสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันคือ คู่มือครูใช้ภาษาเหมาะสม กระชับและเข้าใจง่าย และภาษาที่ใช้สื่อถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ($M=4.80$, $SD=0.45$) รองลงมา คือ การใช้ภาษาในตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ สื่อสารได้ชัดเจนตรงตาม จุดประสงค์ ($M=4.40$, $SD=0.55$) ดังตาราง 4.29

ตาราง 4.29 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ ภาษาและการสื่อสารของคู่มือครู

ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร	M	SD	ระดับ
			ความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้
1) คู่มือครูใช้ภาษาเหมาะสม กระชับและเข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
2) การใช้ภาษาในตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ สื่อสารได้ชัดเจน ตรงตามจุดประสงค์	4.40	0.55	มาก
3) ภาษาที่ใช้สื่อถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับ บริบทโลกแห่งความจริง	4.80	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม	4.67	0.48	มากที่สุด

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาความเหมาะสม ด้านเนื้อหา พบว่า ความเหมาะสมของคู่มือครูด้านเนื้อหา ประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยระดับสูงสุดคือ ตัวอย่างโจทย์ปัญหามีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ ($M=5.00$, $SD=0.00$) รองลงมา คือ ช่วยพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลก แห่งความจริง ($M=4.80$, $SD=0.45$) คลังแหล่งการเรียนรู้ช่วยให้ครูเห็นตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่ แตกต่างและหลากหลาย ($M=4.60$, $SD=0.55$) และตัวอย่างกิจกรรมเน้นการเรียนรู้โดยการอภิปราย ลงมือปฏิบัติให้สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริงในบริบทที่หลากหลาย ($M=4.00$, $SD=0.00$) ตามลำดับ ดังตาราง 4.30

ตาราง 4.30 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ของคู่มือครู

ความเหมาะสมด้านเนื้อหา	M	SD	ระดับ
			ความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้
1) ตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้	5.00	0.00	มากที่สุด
2) ตัวอย่างกิจกรรมเน้นการเรียนรู้โดยการอภิปราย ลงมือปฏิบัติให้สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริงในบริบทที่หลากหลาย	4.00	0.00	มาก
3) คลังแหล่งการเรียนรู้ช่วยให้ครูเห็นตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่แตกต่างและหลากหลาย	4.60	0.55	มากที่สุด
4) ช่วยพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง	4.80	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม	4.60	0.25	มากที่สุด

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ พบว่า ความเหมาะสมของคู่มือครูด้านการใช้ประโยชน์ ประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยระดับสูงสุดคือ สามารถนำไปประยุกต์กับการยกตัวอย่างโจทย์ในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง ($M=5.00$, $SD=0.00$) รองลงมา คือ ช่วยให้ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนหรือมีแนวทางจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้ง่ายขึ้น ($M=4.80$, $SD=0.45$) และช่วยให้ครูประหยัดเวลาในการเตรียมสื่อการสอน มีเวลาเพียงพอในการจัดการเรียนการสอน ($M=4.00$, $SD=0.71$) ตามลำดับ ดังตาราง 4.31

การตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู เมื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ พบว่า ความเป็นไปได้ของคู่มือครู ประเด็นที่มีคะแนนเฉลี่ยระดับสูงสุดคือ ใช้เป็นแนวปฏิบัติเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ($M=5.00$, $SD=0.00$) รองลงมา คือ นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง และมีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้ ($M=4.80$, $SD=0.45$) และใช้เป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง และสามารถทำให้ท่านให้คำปรึกษาแก่เพื่อนครูเกี่ยวกับแนวทางจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้ ($M=4.60$, $SD=0.55$) ตามลำดับ ดังตาราง 4.32

ตาราง 4.31 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ของคู่มือครู

ความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับ ความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้
1) สามารถนำไปประยุกต์กับการยกตัวอย่างโจทย์ในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
2) ช่วยให้ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนหรือมีแนวทางจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้ง่ายขึ้น	4.80	0.45	มากที่สุด
3) ช่วยให้ครูประหยัดเวลาในการเตรียมสื่อการสอน มีเวลาเพียงพอในการจัดการเรียนการสอน	4.00	0.71	มาก
ภาพรวม	4.60	0.38	มากที่สุด

ตาราง 4.32 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและแปลผลการตรวจสอบความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ของคู่มือครู

ความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์	<i>M</i>	<i>SD</i>	ระดับ ความเหมาะสม/ ความเป็นไปได้
1) นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง	4.80	0.45	มากที่สุด
2) ใช้เป็นแนวปฏิบัติเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง	5.00	0.00	มากที่สุด
3) ใช้เป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
4) สามารถทำให้ท่านให้คำปรึกษาแก่เพื่อนครูเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้	4.60	0.55	มากที่สุด
5) ท่านมีความมั่นใจและสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ได้	4.80	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม	4.76	0.40	มากที่สุด

ผู้วิจัยรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งเจ็ดท่านและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ นำมาสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คู่มือครูนำเสนอเนื้อหาครอบคลุมทั้ง 3 สาระคณิตศาสตร์ ทำให้ครูผู้สอนคู่มือครูได้เห็นภาพรวมของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมโดยปรับให้เข้ากับชั้นเรียนของตนในคาบเรียนที่เหมาะสมกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง โดยนำวาทกรรมทางคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันไป ดังนั้น ในส่วนของกิจกรรมที่นำเสนอ ควรปรับให้ทันยุคทันสมัยอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้นักเรียนรู้จัก เข้าใจ และมีส่วนร่วม

2. ในส่วนของแบบประเมินที่ให้ครูได้ตรวจสอบตนเอง ควรปรับปรุงแบบเป็นลิงค์เพื่อให้ครูทำผ่านแอปพลิเคชัน ครูจะได้ศึกษาด้วยตนเองได้ทุกที่ สะดวกต่อการเข้าถึง

3. ควรเพิ่มเกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินใบงาน/ใบกิจกรรมให้ชัดเจนมากขึ้น เช่น อาจเขียนระบุสิ่งที่นักเรียนต้องทำจึงจะได้คะแนน

4. ควรเพิ่มเกณฑ์การประเมินโครงงานในประเด็นที่ต้องการประเมิน โดยแยกออกเป็นประเด็นย่อย ๆ พร้อมทั้งระบุพฤติกรรมของนักเรียนในแต่ละระดับคะแนนให้ชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูที่ต้องการนำไปปฏิบัติได้

5. ควรนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาพร้อมเฉลยคำตอบ เพื่อเป็นแนวทางให้ครูสามารถนำไปใช้ได้จริง

6. การนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม หากมีการใส่รายละเอียดแจ้งสาระสำคัญหรือบทนิยามที่เกี่ยวข้องกับการยกตัวอย่างโจทย์ข้อนั้น ๆ จะช่วยแสดงจุดประสงค์ของการนำเสนอ โจทย์ปัญหาได้ตรงประเด็น และอาจจะช่วยให้ครูสามารถนำตัวอย่างไปใช้ได้ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้มากขึ้น

7. คลังแหล่งการเรียนรู้ช่วยให้ครูเห็นตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่แตกต่างและหลากหลาย แต่เนื่องจากมีสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจเป็นสื่อของต่างประเทศ หากสามารถเพิ่มคำอธิบายโดยจัดทำเป็นการพากย์เสียงภาษาไทยเข้าไป จะทำให้ครูเข้าใจ สามารถศึกษา เรียนรู้ได้ด้วยตนเองง่ายขึ้น

8. ในหน่วยที่ 2 ในคู่มือครูควรเพิ่มคำอธิบายในส่วนเฉลยการพิจารณาตัวอย่างโจทย์ปัญหา เพื่ออธิบายแนวคิดในการพิจารณาว่าโจทย์ปัญหาแต่ละข้อเชื่อมโยงหรือไม่เชื่อมโยงกับบริบทใด

9. ปรับเพิ่มหน่วยที่ 3 ในคู่มือครูให้มีกิจกรรมนำทางในการแนะแนวทางให้ครูสามารถนำความรู้จากการศึกษาคู่มือครูไปใช้ในการออกแบบโจทย์ปัญหาให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียนของตนได้ด้วยตนเอง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยเรื่อง “การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง : การสร้างแผนภาพมโนทัศน์และการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์” มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ (concept mapping) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ 2) วิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และแหล่งเอกสารต่าง ๆ 3) สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์

การดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 การศึกษาแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทในโลกจริงของครู ผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือเรียนและคู่มือครู จาก 5 สำนักพิมพ์ จำนวน 10 เล่ม และการสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์จำนวน 9 คน แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างแผนภาพมโนทัศน์เพื่อสรุปประเด็นข้อค้นพบเกี่ยวกับแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงจำนวน 3 แผนภาพ ได้แก่ แผนภาพมโนทัศน์จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ แผนภาพมโนทัศน์จากการสัมภาษณ์ครูและแผนภาพมโนทัศน์สรุปรวม จากนั้นประเมินแผนภาพมโนทัศน์โดยใช้วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องภายใน (Inter-Rater) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน แล้วนำผลการประเมินแผนภาพมโนทัศน์มาปรับแก้ เพื่อนำข้อค้นพบจากการวิจัยมาใช้กำหนดประเด็นในการออกแบบคู่มือครู

ในส่วนขั้นที่ 2 การศึกษาเทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทจริงในโลก ผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือเรียนและคู่มือครู และการสัมภาษณ์ครูคณิตศาสตร์จากแหล่งข้อมูลเดียวกับการดำเนินการวิจัยในขั้นที่ 1 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้านการเชื่อมโยง โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ที่สำคัญ 4 ประการ และ 2) ปรับเพิ่มการวิเคราะห์อีกหนึ่งมิติ คือ เรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ที่ปรากฏผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์

ของครู จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนวาทกรรมใหม่ที่สนับสนุนด้วยเหตุผลที่มีคุณภาพ เพื่อนำข้อค้นพบจากการวิจัยมาใช้กำหนดประเด็นในการออกแบบคู่มือครู

ในส่วนขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทจริงในโลก จากผลการค้นพบในงานวิจัยขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ผู้วิจัยนำมาสรุปประเด็นเพื่อกำหนดองค์ประกอบของการออกแบบคู่มือครูให้ครอบคลุมในภาพรวม ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ 2) สาระความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง จากนั้นนำคู่มือครูไปตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน แล้วนำผลที่ได้มาปรับแก้ตามคำแนะนำ

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครูที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง สรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1.1 การยกตัวอย่างโจทย์ปัญหากับชีวิตจริงพบว่า 1) ครูมักยกตัวอย่างโจทย์สถานการณ์ในเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือบริบทส่วนบุคคลมากที่สุด 2) แหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้าพบว่า ครูเลือกใช้แหล่งข้อมูลทางการศึกษาจาก 4 แหล่งข้อมูล ได้แก่ หนังสือคณิตศาสตร์ เว็บไซต์ทางการศึกษา การเข้าร่วมการอบรม และการศึกษาดูงาน

1.2 วิธีการสอนพบว่า ครูเลือกใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา 1) เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาค่อนข้างเป็นตัวเลข เช่น จำนวนจริง เลขยกกำลัง ครูเลือกใช้วิธีการสอนแบบอุปนัย และเทคนิคการแก้ปัญหาแบบโพลยา 4 ขั้นตอน 2) เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับเรขาคณิต เช่น พีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต ครูเลือกใช้วิธีการสอนแบบ active learning เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง 3) เมื่อครูต้องสอนเนื้อหาที่มีลักษณะหรือธรรมชาติของเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ครูเลือกใช้วิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL)

1.3 ลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่เหมาะสมจำเป็นต้องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) มีจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) มีลักษณะภาษาที่เหมาะสมสื่อความหมายอย่างความถูกต้องตรงประเด็น กระชับ ไม่กำกวม และ 3) มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริง

1.4 ลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมพบว่า ครูเห็นว่าลักษณะของตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขาด 2 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสมเหตุสมผล และการชี้ให้เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้

1.5 ลักษณะการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์พบว่า ครูจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่ 1) ฝึกการสำรวจ 2) การลงมือปฏิบัติ 3) ฝึกการอภิปรายร่วมกันเพื่อเสนอแนวคิดใหม่ ๆ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน 4) ฝึกการสังเกต และ 5) ฝึกการนำเสนอผลงาน

1.6 ปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงพบว่า ครูคิดว่าปัญหาเกิดจาก 2 ส่วนคือ ส่วนแรก ความพร้อมของครู ปัญหาที่อาจจะพบคือ 1) เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ และ 2) ทักษะที่ไม่ดีในการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครู ส่วนที่สอง ความพร้อมของนักเรียน ปัญหาที่อาจจะพบคือ 1) พื้นความรู้เดิมไม่เพียงพอ 2) ขาดความสนใจในการเรียน และ 3) ขาดสมาธิในการเรียน

2) เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทจริงในโลกจากการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ สรุปเป็นประเด็นสำคัญได้ดังนี้

2.1 ลักษณะตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่างพบว่า มี 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) ยังมีครูที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการใช้ภาษาเพื่อแสดงการเชื่อมโยงบทเรียนกับโลกจริง มีการใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการและให้ข้อมูลไม่เพียงพอ ทำให้เข้าใจผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อนผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ และ 2) ยังมีครูที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งปรากฏผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูใช้ จึงทำให้ครูไม่สามารถจัดการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงได้อย่างแท้จริง

2.2 เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสมที่ครูใช้ยกตัวอย่างพบว่า ครูใช้เทคนิคการสื่อสารที่เหมาะสม ดังนี้ เทคนิคการใช้คำถาม เล่าเรื่องหรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริง สร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระโดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิม สร้างองค์ความรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนในชั้นเรียน การสะท้อนคิด สร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน

3) คู่มือครูการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยเชื่อมโยงกับบริบทในโลกแห่งความจริง ประกอบด้วย 1) วัตถุประสงค์ของคู่มือ 2) สาระความรู้ 3) การออกแบบตัวอย่างโจทย์ปัญหา 4) ตัวอย่างวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม 5) คลังตัวอย่างแหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้อื่นๆ 6) ตัวอย่างกิจกรรม 7) ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอน และ 8) แบบประเมินตนเอง

คุณภาพของคู่มือจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงโดยเฉพาะด้านที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด คือ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไป

ปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสารความเหมาะสมด้านเนื้อหา และ ความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ มีประเด็นสำคัญที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้อภิปรายเพื่อเกิดประโยชน์กับนักวิจัย หรือผู้ที่ต้องการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

จุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยนี้ต้องการวิเคราะห์ทัศนคติของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสภาพบริบทจริง โดยใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่พบจากการวิจัยนี้ ดังนี้

1.1 การใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในการเชื่อมโยงโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์กับสภาพบริบทจริง แสดงให้เห็นปัญหาเรื่องการใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ ครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีบริบทในโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมในการนำเสนอตัวอย่างให้นักเรียน จึงทำให้ครูไม่ได้การแสดงคำพูดที่เชื่อมโยงประโยชน์หรือนำความรู้ในบทเรียนนั้นไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในโลกจริง การสื่อสารจึงมีลักษณะที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและขาดการชี้ประโยชน์ในการนำไปใช้ทำให้เกิดการตีความหมายผิด เป็นเหตุให้สื่อสารคลาดเคลื่อน

ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในการสอนที่เร่งรีบ เวลาเรียนมีน้อย ครูต้องการสอนเนื้อหาจำนวนมาก ครูจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับการพูดเพื่อแสดงการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง มุ่งเพียงให้นักเรียนเรียนรู้วิธีการหาคำตอบที่ถูกต้อง และครูอาจไม่ได้ระมัดระวังในการใช้คำเพื่อสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เมื่อครูสื่อความหมายผิดแล้วครูไม่ได้แก้ไขการสื่อสารนั้นให้ถูกต้องเมื่อเป็นเช่นนี้ครูจึงควรเพิ่มความระมัดระวังในการเลือกใช้คำเพื่ออธิบายหรือสื่อสารกับนักเรียน ควรมีการตรวจสอบความเข้าใจโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด อ่านหรืออธิบายให้ครูและเพื่อนในห้องฟังร่วมกัน

1.2 การใช้วาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในการสอนคณิตศาสตร์ จากการทดลองสัมภาษณ์ (tryout) พบว่า ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ทำให้ครูเข้าใจผิด เมื่อตัวครูเกิดความเข้าใจผิด จะไม่สามารถสื่อสารหรืออธิบายเนื้อหาความรู้ที่ถูกต้องได้ และยังไม่สามารถแสดงวาทกรรมทางคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงได้ ข้อค้นพบประเด็นนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ผู้วิจัยทราบว่า มีประเด็นเรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูเข้ามาเกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงโดยจะปรากฏผ่านการแสดงวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของ

ครู จากประเด็นที่ปรากฏขึ้นนี้เป็นจุดประกายให้ผู้วิจัยตั้งคำถามวิจัยย่อยขึ้นใหม่ (sub research question) ในระหว่างดำเนินการวิจัย คือ “มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของครูที่มักพบผ่านทางวาทกรรมทางคณิตศาสตร์มีเรื่องใดบ้าง และมีลักษณะอย่างไร”

จากที่ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบใหม่ระหว่างดำเนินการทดลองสัมภาษณ์เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ อันเป็นการจุดประกายประเด็นที่สำคัญประเด็นใหม่ขึ้นในการวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงนำข้อค้นพบที่ได้มาพัฒนากรอบแนวคิด (modify) การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์โดยปรับเพิ่มการวิเคราะห์อีกหนึ่งมิติ คือ เรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ (misconception on maths) ที่ปรากฏผ่านวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ของครู ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของงานวิจัยนี้ ทำให้ได้ประเด็นครอบคลุมยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาตามระเบียบวิธีวิทยาการวิจัยแล้ว พบว่า งานวิจัยนี้ใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้าง ซึ่งในขณะที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสัมภาษณ์ได้ใช้คำถามย่อยกระตุ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์และครอบคลุมการตอบคำถามวิจัยที่ได้ตั้งไว้ อีกทั้งยังเกิดคำถามย่อยใหม่จนนำไปสู่รายละเอียดในประเด็นข้อค้นพบใหม่ ลักษณะขั้นตอนดำเนินการวิจัยในงานวิจัยนี้เป็นการยืนยันว่าผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามหลักการสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างดังผลที่ปรากฏ และยังคงสอดคล้องกับหลักการของการวิจัยก่อรูป (formative research) ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของงานวิจัยนี้

ความเข้าใจผิดในเนื้อหาวิชาผิดไปจากความเป็นจริง สามารถพบได้ผ่านทางวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ครูใช้ในการอธิบาย สื่อสารกับนักเรียนในขณะสอนที่พบในงานวิจัยนี้ เช่น เรื่องความหมายของเลขยกกำลัง ยังมีครูเข้าใจผิดว่า $2 \times 2 \times 2$ คือ สองคูณกันสามครั้ง ซึ่งที่ถูกต้องคือสองคูณกันสามตัว, เรื่องอ่านจำนวนตรรกยะที่เขียนอยู่ในรูปเศษส่วน เช่น $\frac{7}{2}$ ยังมีครูอธิบายผิดเป็นเจ็ดหารสอง ซึ่งที่ถูกต้องคือ เจ็ดหารด้วยสอง, เรื่องสมบัติของเลขยกกำลัง $(a + 3)^2$ ยังมีครูอธิบายผิดเป็น เอบวกสามกำลังสอง ซึ่งที่ถูกต้องคือ เอบวกสามทั้งหมดยกกำลังสอง

ที่เป็นเช่นนี้ อาจเกิดจากพื้นฐานความรู้เดิมที่ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ การรับรู้เดิมที่ไม่ถูกต้องหรือถูกเพียงบางส่วน เป็นความรู้ที่ไม่ชัดเจนซึ่งความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนนี้เกิดขึ้นเฉพาะบุคคล เมื่อครูเข้าใจทฤษฎีบท กฎ นิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องทำให้เกิดความมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากตัวครูเอง เมื่อครูเข้าใจผิด ทางหนึ่งที่จะปรากฏออกมาได้คือการแสดงออกผ่านทางคำพูดที่ครูใช้สื่อสาร ซึ่งวาทกรรมทางคณิตศาสตร์จะเป็นเพียงตัวสะท้อนมโนทัศน์ของครูว่าครูมีความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจนหรือไม่ เรื่องมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์นี้จึงไม่ใช่เรื่องของวาทกรรมทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นเรื่องมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ครูควรจะต้องได้รับการพัฒนาให้ถูกต้องและระมัดระวังเมื่อต้องนำไปใช้ ครูที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจมีความคิดว่าคำพูดที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยจะยังคงสื่อความหมายได้เหมือนเดิม เมื่อครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะอธิบายถ่ายทอด

ความรู้ที่คลาดเคลื่อนให้กับนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ไม่ถูกต้องเป็นวงจรต่อไป สอดคล้องกับ พรประภัสร์ เจริญการ และคณะ (2559) ที่พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจนิยามของเลขยกกำลัง ยังสับสนระหว่างการคูณกัน n ตัว กับการคูณกัน n ครั้ง เช่น a^n นักเรียนยังเข้าใจว่าเป็นการคูณกัน n ครั้ง และสอดคล้องกับ สุภาภรณ์ มณีประวีติ และคณะ (2562) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ด้านความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับกฎสูตร ทฤษฎี บทนิยาม และสมบัติเรื่องทศนิยมและเศษส่วน เนื่องจากนักเรียนขาดความเข้าใจสมบัติของจำนวนจริง เกิดความสับสนและขาดพื้นฐานความรู้ที่แม่นยำในการนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

2) การนำแผนภาพมโนทัศน์ไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้มีการนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูมาจัดทำแผนภาพมโนทัศน์ ซึ่งข้อมูลในแผนภาพมโนทัศน์สามารถแสดงให้เห็นแนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ของครูในประเด็นสำคัญ ได้แก่ 1) บริบทในการยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา 2) แหล่งข้อมูลทางการศึกษาที่ครูมักใช้ค้นคว้า 3) วิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา 4) ลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่เหมาะสม 5) ลักษณะของตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ไม่เหมาะสม 6) ลักษณะการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และ 7) ปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นนำไปสู่การสรุปเป็นประเด็นในการออกแบบคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงให้มีประสิทธิภาพต่อไป ทำให้สามารถสรุปได้ว่าแผนภาพมโนทัศน์เป็นเครื่องมือหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดประเด็นในการออกแบบคู่มือครูได้

3) การยกตัวอย่างโจทย์ปัญหากับชีวิตจริง

สภาพการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครูพบว่า ครูมักยกตัวอย่างโจทย์ สถานการณ์ในเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือบริบทส่วนบุคคลมากที่สุด รองลงมาเป็นบริบทการประกอบอาชีพ บริบททางสังคม และบริบททางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะการปรับบริบทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เป็นเรื่องส่วนบุคคลที่นักเรียนกำลังให้ความสนใจจะช่วยกระตุ้นและรักษาระดับความสนใจตามสถานการณ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนรับรู้ถึงคุณค่าของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Bernacki and Walkington (2014) ที่พบว่า การปรับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เข้ากับความสนใจนอกห้องเรียนตามลักษณะภูมิหลังของนักเรียนในหัวข้อต่าง ๆ เช่น กีฬา ดนตรี และเกมส์ มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนตามสถานการณ์ส่วนบุคคล ส่งผลต่อการประเมินผลการเรียนรู้ และเพิ่มการรับรู้คุณค่าของเรื่องที่เรียน สอดคล้องกับ Kosh (2016) ที่พบว่า โจทย์ปัญหาที่มีสถานการณ์ส่วนบุคคลเชื่อมโยงกับปัญหาในบริบทโลกแห่งความจริง โดยเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเภทของกีฬา ภาพยนตร์ ดนตรี รายการโทรทัศน์ สัตว์ สถานที่ท่องเที่ยว และวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี มีแนวโน้มกระตุ้นความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป

4) การเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ครูจะเลือกใช้วิธีสอนที่แตกต่างหลากหลาย โดยเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่จะสอน ครูไม่ใช้วิธีสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงจะต้องส่งเสริมการนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทให้นักเรียนเป็นผู้คิด หาข้อสรุป วิธีการสอนที่ครูจะเลือกใช้วิธีการสอนแบบ active learning เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (project-based learning: PBL) หรือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (brain-based learning: BBL) เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ประเมินเพื่อตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Melaku (2020) ที่ได้ศึกษากระบวนการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีสอนแบบ active learning พบว่า ครูจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น สนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโต้แย้ง สืบเสาะ ใช้กระบวนการกลุ่ม เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายและแก้ปัญหา ตลอดจนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผล ครูใช้การบรรยายเพิ่มเติมในประเด็นที่ต้องการเสริม สอดคล้องกับ Lugosi and Uribe (2022) ที่ศึกษากลยุทธ์ของการเรียนรู้แบบ active learning ที่ส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า ลักษณะสำคัญของกลยุทธ์ของการเรียนรู้ ได้แก่ การส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการโต้ตอบ ร่วมอภิปรายและให้ข้อเสนอแนะในการทำงานกลุ่ม นำเสนอวิธีแก้ปัญหาโดยอาสาสมัครเป็นกลุ่ม เพิ่มความสนใจในเรื่องที่เรียนโดยการเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริง ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบาย ทดลอง และโครงงานต่าง ๆ และส่งเสริมแรงจูงใจและความยึดมั่นผูกพันในการเรียนของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

5) ปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ของครู

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของครู มีประเด็นที่พบจากการวิจัยนี้ ดังนี้

5.1 ครูมีทัศนคติที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ครูเข้าใจผิดว่าโจทย์ปัญหาที่มีบริบทในโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เหมาะสมในการนำเสนอตัวอย่างให้นักเรียน

5.2 ครูขาดความพร้อมด้านเวลา คือ เวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสื่อการสอนใช้เวลานานและเวลาเรียนไม่เพียงพอ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจาก ครูมีภาระงานจำนวนมาก การจัดทำสื่อการสอนจะต้องใช้เวลาในการคิดออกแบบสื่อ จัดหาอุปกรณ์ ลงมือจัดทำสื่อการสอน ซึ่งใช้เวลามากในการ

คั่นคว้าและจัดเตรียม ประกอบกับเวลาเรียนมีน้อย มีกิจกรรมอื่นเข้ามาแทรก ทำให้ครูต้องเร่งสอนเนื้อหาในทัน ครูจึงลดทอนการให้ความสำคัญในการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับโลกจริงออกไปมุ่งสอนให้นักเรียนแก้โจทย์เพื่อหาคำตอบสำหรับเตรียมสอบ

5.3 ทักษะคติในการสอนของครูมุ่งเพียงสอนให้จบเนื้อหาตามที่กำหนด ครูไม่เห็นความสำคัญของการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนเนื้อหาบทเรียนตามหลักสูตรมีมาก แต่ด้วยเวลาเรียนที่มีจำกัดและบางคาบเรียนนักเรียนต้องไปเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร จึงทำให้เวลาเรียนไม่เพียงพอ ประกอบกับครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูจึงมุ่งสอนให้ครบเนื้อหาบทเรียนที่ครูรับผิดชอบ ละเลยและไม่ได้ให้ความสำคัญกับการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Gainsburg (2008) ที่พบว่าครูส่วนใหญ่รับรู้ถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง แต่ในทางปฏิบัติไม่ค่อยเกิดขึ้นในห้องเรียนคณิตศาสตร์ ครูใช้เวลาสอนเชื่อมโยงเพียงช่วงสั้น ๆ เพราะตารางเรียนที่มีเนื้อหามาก และครูหลายคนไม่เห็นความจำเป็นที่จะต้องสอนการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ครูมักให้ความสนใจเฉพาะบริบทที่นักเรียนสนใจเป็นหลัก เมื่อพิจารณาการสอนเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงของครู พบว่าครูยังขาดความรู้เกี่ยวกับวิธีการการสอนการเชื่อมโยง ครูไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์เรื่องต่าง ๆ

6) ปัญหาในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ปัญหาในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของนักเรียน มีประเด็นที่พบจากการวิจัย ดังนี้

6.1 ครูมีความเห็นว่า เกิดจากพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนไม่เพียงพอ อาจเนื่องมาจากนักเรียนอาจจำเนื้อหาความรู้เดิมไม่ได้ว่าเคยเรียนมาก่อนในระดับชั้นอื่น นักเรียนจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ หรือนักเรียนอาจขาดประสบการณ์ในเรื่องที่ครูยกตัวอย่างจึงไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับการนำไปใช้ในโลกรแห่งความจริง สอดคล้องกับ Altay et al. (2017) ได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบระดับการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงอยู่ในระดับต่ำ นักเรียนยังมีมุมมองเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เป็นเพียงตัวเลขและรูปร่างรูปทรงของวัตถุโดยไม่ได้พิจารณาเชื่อมโยงไปถึงความรู้ระดับสูง และสอดคล้องกับ Baki et al. (2009) ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงได้เพียงเรื่องเกี่ยวกับตัวเลข การคำนวณ การซื้อของ ซึ่งควรมีการแก้ไขการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้านเนื้อหาและบริบท โดยครูควรปรับการยกตัวอย่างเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนเอง ซึ่งแม้จะเป็นเพียงส่วนเล็กๆ แต่สามารถช่วยให้นักเรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง

6.2 นักเรียนขาดความสนใจในการเรียน อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนในห้อง อาจไม่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงหรือเป็นสถานการณ์ในบริบทที่ไกลตัวนักเรียน จึงทำให้นักเรียนไม่เห็นประโยชน์ของการนำความรู้ในเรื่องที่เรียนไปใช้ในชีวิตจริง ไม่เห็นคุณค่าในเรื่องที่เรียน สอดคล้องกับการศึกษาในประเด็นความคิดเห็นของนักเรียนในสายการเรียนต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้วิชา คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน โดย Yavuz Mumcu (2018) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รับรู้ถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ แต่นักเรียนกลุ่มที่เรียนสายสังคมไม่เห็นถึงความสำคัญที่จะนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง ขณะที่นักเรียนกลุ่มที่เรียนสายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เชื่อว่า ความรู้ในตำราไม่ได้สัมพันธ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตจริง

6.3 นักเรียนขาดสมาธิในการเรียน อาจเนื่องมาจากนักเรียนเหนื่อยล้าจากการเรียนในวิชา ก่อนหน้า ซึ่งอาจเป็นที่นักเรียนต้องปฏิบัติ เช่น วิชาพลศึกษา ศิลปะ ดนตรี เป็นต้น และนักเรียนอาจมีความวิตกกังวลกับการสอบในคาบเรียนที่แล้วหรือคาบถัดไปที่กำลังจะมาถึง ทำให้นักเรียนไม่มีสมาธิจดจ่อกับการเรียน ซึ่งครูควรทำความเข้าใจสาเหตุและปรับการสอนในคาบเรียนนั้นให้เหมาะสมกับสภาพจริงของนักเรียน โดยอาจปรับลดปริมาณตัวอย่างที่ครูเตรียมมาสอนลง เพื่อให้นักเรียนค่อย ๆ ทำความเข้าใจทีละขั้นตอน และใช้การถาม-ตอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจกับบทเรียน

7) ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครู

ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือ พบว่า มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงโดยเฉพาะด้านที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด คือ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติของครูคณิตศาสตร์ รองลงมา คือ ความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร ความเหมาะสมด้านเนื้อหา และ ความเหมาะสมด้านการใช้ประโยชน์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าคู่มือครูจัดทำขึ้นโดยใช้ภาษาที่เหมาะสม กระชับ ภาษาที่ใช้สื่อถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหา คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงจึงทำให้ครูเข้าใจได้ง่ายโดยการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง

องค์ประกอบในคู่มือครูที่นำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้ ทำให้ครูสามารถนำไปประยุกต์กับการยกตัวอย่างโจทย์ในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริงและช่วยให้ครูยกตัวอย่างประกอบการสอนหรือมีแนวทางจัดกิจกรรม คณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริงได้ง่ายขึ้น ในคู่มือครูมีการนำเสนอคลังแหล่งการเรียนรู้ช่วยให้ครูเห็นตัวอย่างโจทย์ปัญหาและสื่อการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลาย นอกจากนี้คู่มือครูยังมีส่วนช่วยพัฒนาโมทัศน์ที่ถูกต้องของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง คู่มือครูที่จัดทำขึ้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ครูจะนำไปใช้เป็นแนวปฏิบัติเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับบริบทโลกแห่งความจริง ส่งเสริมให้ครูมีความมั่นใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

แม้ว่าครูจะมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงว่ามีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้การปฏิบัติ แต่สิ่งที่น่าข้อสังเกตคือ ครูมีความคิดเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงเป็นเรื่องใหม่สำหรับครูหลายคน จึงเป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาในการศึกษา ความเข้าใจ และครูยังต้องเปิดใจยอมรับและทดลองนำไปใช้เพื่อติดตามผลที่เกิดขึ้นต่อไปทั้งจากตัวครูและผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อที่ครูจะได้มีความรู้ ความเข้าใจ มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนกับโลกแห่งความจริง สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง และครูจะนำไปใช้เป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง

ขั้นตอนหลังจากที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นกรรมการสอบแนะนำให้ปรับแก้วาทกรรมในส่วนการเขียนวาทกรรมที่ปรับแก้ใหม่ ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากการเขียนวาทกรรมใหม่ให้มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ได้จริง ควรมีการกำหนดหลักในการออกแบบโดยกรรมการเสนอให้มีตารางการออกแบบสถานการณ์ในบริบทโลกแห่งความจริง โดยสำรวจสิ่งที่นักเรียนกำลังให้ความสนใจ จากนั้นกำหนดบริบทที่ต้องการเชื่อมโยงเข้ากับโลกแห่งความจริง พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมและความสมเหตุสมผลของโจทย์ปัญหาที่ปรับแก้ใหม่ จะทำให้ครูที่ศึกษาคู่มือครูเล่มนี้เห็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้และจะช่วยให้ครูสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในการพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง นำไปสู่ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป รายละเอียดดังนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ข้อค้นพบจากการวิจัย ชี้ให้เห็นว่าครูที่มีแนวปฏิบัติเกี่ยวกับการยกตัวอย่างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงโดยครูมักยกตัวอย่างโจทย์สถานการณ์ในเรื่องใกล้ตัวนักเรียนหรือบริบทส่วนบุคคลมากที่สุด ใช้วิธีสอนแบบ active learning ใช้เทคนิคการสอน โดยใช้คำถามย่อย ๆ เพื่อกระตุ้นความคิด ใช้สื่อการเรียนรู้ กำหนดสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนตัดสินใจเลือกสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นควรมีการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนสำหรับครูอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ครูมีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงและครูควรปรับเปลี่ยนการสอนจากเดิมที่เน้นบรรยายในห้องเรียนเพียงอย่างเดียว มาออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเวลาเรียน โดยเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม จัดให้นักเรียนได้ศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งในโรงเรียนและในชุมชน พิจารณาเลือกตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับเรื่องใกล้ตัวในชีวิตจริงของนักเรียน และทันต่อการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย เช่น การคุยข่าวเกี่ยวกับสถิติการเกิดอุบัติเหตุ ค่าเงินในช่วงสงคราม อาชีพที่น่าสนใจในยุคโควิด เป็นต้น เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้จริง

2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูที่เข้าใจผิดว่าโจทย์ที่มีเรื่องราวเกี่ยวกับบริบทโลกแห่งความจริงจะเป็นโจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงบริบทโลกแห่งความจริงที่เหมาะสม และขาดการชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำความรู้ไปใช้ แสดงให้เห็นว่าครูควรมีโอกาสได้รับการพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การประชาสัมพันธ์หรือให้คำแนะนำแก่ครูผ่านการอบรม การสัมมนา หรือมีกลุ่มเครือข่ายสำหรับแบ่งปันแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการสอน ครูควรศึกษาให้เข้าใจอย่างถูกต้อง และระมัดระวังในการเลือกนำเสนอตัวอย่างโจทย์ปัญหาที่ถูกต้องและเหมาะสม โจทย์ปัญหาควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย สื่อความหมายได้ชัดเจนตรงประเด็นและมีบริบทโลกแห่งความจริง เพื่อที่ครูจะได้ชี้ให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง

3) ผลการวิเคราะห์ห้วงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ชี้ให้เห็นว่าครูมีปัญหาเรื่องการใช้คำที่สื่อความหมายไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการ การสื่อสารมีลักษณะที่ให้ข้อมูลไม่เพียงพอในการแสดงบริบทที่เชื่อมโยงกับโลกแห่งความจริงและขาดการชี้ประโยชน์ในการนำไปใช้ ซึ่งหากครูได้เห็นตัวอย่างการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มักใช้ผิดจากคู่มือครู เช่น 3 หาร 6 ความหมายแตกต่างจาก 3 หารด้วย 6, ลบสองยกกำลังสี่ ความหมายแตกต่างจาก ลบสองทั้งหมดยกกำลังสี่, สองคูณกันสามตัว ความหมายแตกต่างจาก สองคูณกันสามครั้ง เป็นต้น จะทำให้ครูได้ย้อนมาตรวจสอบการสื่อสารของตน ครูจะสามารถวางแผนหรือปรับเปลี่ยนคำพูดประกอบการอธิบายในครั้งต่อไปให้ดีขึ้น ครูจะมีโอกาสทบทวนการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งครูจะได้ระมัดระวังในการเลือกใช้คำเพื่อสื่อความหมายให้ถูกต้อง

4) ในส่วนของผู้บริหาร หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ หรือผู้ที่มีบทบาทในการวางแผนงานวิชาการ ควรให้ความสำคัญและส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ควรมีการนิเทศก์อย่างกัลยาณมิตร และกำกับติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการนำคู่มือครูไปใช้ทั้งผลที่เกิดกับตัวครูและนักเรียน ควรปรับเปลี่ยนนโยบายการสอนจากตัวเพื่อแข่งขันหรือมุ่งหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเป็นการสอนให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย เนื่องจากการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงเป็นเรื่องที่ครูบางคนไม่ได้ปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน การสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีข้อจำกัดในการคัดเลือกครูผู้ให้ข้อมูล ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยการขอให้ครูผู้ให้ข้อมูลแนะนำกลุ่มเครือข่ายครูที่มีการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง สำหรับการศึกษาในครั้งต่อไปอาจจะใช้วิธีการนี้ในการเก็บข้อมูลวิจัยได้ หรือศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการศึกษาทัศนคติเกี่ยวกับการสอนเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูในแต่ละช่วงชั้นและสิ่งที่น่าสนใจในช่ววัยต่าง ๆ เพื่อพัฒนาแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2) การวิเคราะห์ห้วงทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของครูในงานวิจัยครั้งนี้ทำโดยการสัมภาษณ์ครูภายนอกห้องเรียน โดยลักษณะคำถามเป็นการถามถึงลักษณะคำพูดที่ครูใช้ คำพูดที่ครูมักใช้สื่อความหมายผิด การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งต่อไปสามารถทำเพิ่มเติมได้อีกลักษณะหนึ่งคือ การเข้าไปสังเกตการสอนของครูในห้องหรืออาจศึกษาหลักฐาน ร่องรอยการจดบันทึกของนักเรียนจากเอกสารที่นักเรียนเรียนในห้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์การใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ของครู ซึ่งน่าจะทำได้สารสนเทศในประเด็น การเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลจากการสัมภาษณ์และการนำไปปฏิบัติจริงของครู

3) ควรวิจัยเพื่อศึกษาติดตามผลการใช้คู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง โดยบันทึกผลการนำไปใช้เป็นระยะๆ แล้วประเมินผลและพัฒนาคู่มือครูเป็นระยะ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในระยะยาว เช่น ความคงทนของความรู้ การเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์หรือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- กนกวลี อุษณกรกุล และคณะ. (2560). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ม.2 เล่ม 1 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. บริษัทอักษรเจริญทัศน์ (อจท.) จำกัด.
- กนกวลี อุษณกรกุล และคณะ. (2560). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ระดับชั้น ม.2 เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. บริษัทอักษรเจริญทัศน์ (อจท.) จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- โชคชัย สิริหาญอุดม. (2563). *แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ม.2 รายวิชาพื้นฐาน เล่ม 1*. เดอะบุคส์.
- โชคชัย สิริหาญอุดม. (2563). *แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ ม.2 รายวิชาพื้นฐาน เล่ม 2*. เดอะบุคส์.
- พรประภัสร์ เจริญการ, นพพร แหยมแสง, และ วรณช แหยมแสง. (2559). การวิจัยยืมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีศรีสุราษฎร์ธานี. *วารสารออนไลน์บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง*.
- เยบ บัน ฮา และคณะ. (2563). *สัมฤทธิ์มาตรฐาน หลักสูตรแกนกลางฯ คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. บริษัทอักษรเจริญทัศน์ (อจท.) จำกัด.
- เยบ บัน ฮา และคณะ. (2563). *สัมฤทธิ์มาตรฐาน หลักสูตรแกนกลางฯ คณิตศาสตร์ ม.2 เล่ม 2 (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. บริษัทอักษรเจริญทัศน์ (อจท.) จำกัด.
- วัฒนา นิธิติลกและเจริญ ราคาแก้ว. (2560). *คู่มือครูเพื่อใช้คู่กับหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 (หลักสูตรฯ 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. บริษัทสำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- วัฒนา นิธิติลกและเจริญ ราคาแก้ว. (2560). *คู่มือครูเพื่อใช้คู่กับหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 2 (หลักสูตรฯ 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. บริษัทสำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และคณะ. (2562). โครงการเป็นฐาน: แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์. *นิตยสาร สสวท, 219(47), 18-22*.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง*. <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา. (2563). *คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม*

1. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา. (2563). *คู่มือครู รายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม*

2. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุภาภรณ์ มณีประวัติ, วรณัฐ แหยมแสง, และ ภัทรวดี หาดแก้ว. (2562). การวินิจฉัยย้อนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 2 สหวิทยาเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับชาติและนานาชาติ* (น. 353-360).

อัมพร ม้าคอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Adler, J. (2017). Mathematics discourse in instruction (MDI): A discursive resource as boundary object across practices. In *Proceedings of the 13th international congress on mathematical education* (pp. 125-143). Springer, Cham.

Adler, J., & Ronda, E. (2014). An Analytic Framework for Describing Teachers' Mathematics Discourse in Instruction. *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.

Adler, J., & Ronda, E. (2015). A framework for describing mathematics discourse in instruction and interpreting differences in teaching. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19(3), 237-254. <https://doi.org/10.1080/10288457.2015.1089677>

Afamasaga-Fuata'i, K. (2009). Using concept maps and vee diagrams to analyse the "fractions" strand in primary mathematics. In *Concept Mapping in Mathematics* (pp. 59-86). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-89194-1_4

Altay, M. K., Yalvaç, B., & Yeltekin, E. (2017). 8th Grade Student's Skill of Connecting Mathematics to Real Life. *Journal of Education and Training Studies*, 5(10), 158-166. <https://doi.org/10.11114/jets.v5i10.2614>

Athuraliya, A. (2018). *How to Make a Concept Map | The Complete Guide to Concept Maps*. <https://www.linkedin.com/pulse/how-make-concept-map-complete-guide-maps-amanda-athuraliya>

Baki, A., Çatlıoğlu, H., Coştu, S., & Birgin, O. (2009). Conceptions of high school students about mathematical connections to the real-life. *Procedia-Social and*

Behavioral Sciences, 1(1), 1402-1407.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.247>

- Benson-O'Connor, C. D., McDaniel, C., & Carr, J. (2019). Bringing Math to Life: Provide Students Opportunities to Connect Their Lives to Math. *Networks: An Online Journal for Teacher Research*, 21(2), 3. <https://doi.org/10.4148/2470-6353.1299>
- Bernacki, M. L., & Walkington, C. A. (2014). The Impact of a Personalization Intervention for Mathematics on Learning and Non-Cognitive Factors. In *EDM (Workshops)*.
- Bii, K. J., Mukwa, W. C., & Too, J. (2019). Effect of Collaborative Concept Mapping Teaching Strategy on Students' Achievement and Attitudes Towards Mathematics in Selected Secondary Schools in Kenya. *European Journal of Education Studies*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3370017>
- Biza, I. (2021). The discursive footprint of learning across mathematical domains: The case of the tangent line. *The Journal of Mathematical Behavior*, 62, 100870.
- Boogaard, K. (2021). *How to make a concept map – with examples!*
<https://miro.com/blog/how-to-make-a-concept-map/>
- BrainPOP. ((n.d.)). *5 Easy Make-a-Map Strategies*.
<https://educators.brainpop.com/teaching-tip/tips-teaching-kids-make-concept-maps/>
- Brinkmann, A. (2003). Graphical knowledge display–mind mapping and concept mapping as efficient tools in mathematics education. *Mathematics Education Review*, 16(4), 35-48.
- Businkas, A. M. (2008). *Conversations about connections: How secondary mathematics teachers conceptualize and contend with mathematical connections* [Faculty of Education-Simon Fraser University].
- Cain, J. S. (2002). An evaluation of the connected mathematics project. *The Journal of Educational Research*, 95(4), 224-233.
<https://doi.org/10.1080/00220670209596595>
- Campbell, T. G. (2021). An examination of discourse analytic methods in the context of mathematical group work. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1944681>
- Cañas, A., Novak, J., & González, F. (2004). FROM THOUGHT TO CONCEPTUAL MAPS:

- CMAPTOOLS AS A WRITING SYSTEM. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*, 1, 273.
- Cañas, A., Novak, J., & Vanhear, J. (2012). Concept map-based knowledge assessment tasks and their scoring criteria: An overview.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Re-examining the foundations for effective use of concept maps. *Concept maps: Theory, methodology, technology*. In *Proceedings of the second international conference on concept mapping* (pp. 494-502).
- Canas, A. J., Novak, J. D., & Reiska, P. (2015). How good is my concept map? Am I a good Cmapper? *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 6-19.
- Cañas, A. J., Reiska, P., & Novak, J. D. (2016). Is my concept map large enough? In *International Conference on Concept Mapping* (pp. 128-143). Springer, Cham.
- Chiou, C. C. (2008). The effect of concept mapping on students' learning achievements and interests. *Innovations in Education and teaching International*, 45(4), 375-387. <https://doi.org/10.1080/14703290802377240>
- Clariana, D., & Taricani, E. M. (2010). The Consequenc. es of Increasing the Number of Terms Used to Score Open-ended Concept Maps. *International Journal of Instructional Media*, 37(2), 163-174.
- Cooper, J. (2014). Mathematical Discourse for Teaching: A Discursive Framework for Analyzing Professional Development. *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Coutinho, E. (2014). Concept maps: Evaluation models for educators. *Journal of Business and Management Sciences*, 2(5), 111-117. <https://doi.org/10.12691/jbms-2-5-4>
- Dolores-Flores, C., Rivera-López, M. I., & García-García, J. (2019). Exploring mathematical connections of pre-university students through tasks involving rates of change. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(3), 369-389. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1507050>
- Evitts, T. A. (2004). *Investigating the mathematical connections that preservice teachers use and develop while solving problems from reform curricula* The

Pennsylvania State University].

- Gainsburg, J. (2008). Real-world connections in secondary mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 199-219.
<https://doi.org/10.1007/s10857-007-9070-8>
- Garii, B., & Okumu, L. (2008). Mathematics and the world: what do teachers recognize as mathematics in real world practice? *The Mathematics Enthusiast*, 5(2), 291-304.
<https://doi.org/10.54870/1551-3440.1108>
- Gee, J. P. (2015). Discourse, small d, big D. *The international encyclopedia of language and social interaction*, 3, 1-5. <https://doi.org/10.1002/9781118611463/wbielsi016>
- Gowin, D. B., & Novak, J. D. (1984). Learning how to learn. USA: Cambridge University.
- Hau, S. A. (1993). *An analysis of the mathematical connections recognized by students in an elementary school teacher education program*. University of Georgia.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Handbook of research on mathematics teaching and learning. *Learning and teaching with understanding*, 65-97.
- Hung, P.-H., Hwang, G.-J., Su, I., & Lin, I.-H. (2012). A concept-map integrated dynamic assessment system for improving ecology observation competences in mobile learning activities. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 11(1), 10-19.
- Hwang, G. J., Chen, M. R. A., Sung, H. Y., & Lin, M. H. (2019). Effects of integrating a concept mapping-based summarization strategy into flipped learning on students' reading performances and perceptions in Chinese courses. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2703-2719.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12708>
- Kabael, T., & Baran, A. A. (2017). Mathematical Discourse of a Middle School and a Senior Prospective Mathematics Teacher. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 9(2). <https://doi.org/10.17569/tojq.266930>
- Kinchin, I. M. (2014). Concept mapping as a learning tool in higher education: A critical analysis of recent reviews. *The Journal of Continuing Higher Education*, 62(1), 39-49. <https://doi.org/10.1080/07377363.2014.872011>
- Kooloos, C., Oolbekkink-Marchand, H., Kaenders, R., & Heckman, G. (2020). Orchestrating

- mathematical classroom discourse about various solution methods: Case study of a teacher's development. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 41(2), 357-389.
<https://doi.org/10.1007/s13138-019-00150-2>
- Kosh, A. E. (2016). *The effects on mathematics performance of personalizing word problems to students' interests* The University of North Carolina at Chapel Hill].
- Le Roux, K. (2008). A critical discourse analysis of a real-world problem in mathematics: Looking for signs of change. *Language and Education*, 22(5), 307-326.
<https://doi.org/10.1080/09500780802152663>
- Leatham, K. R., Peterson, B. E., Merrill, L. M., Van Zoest, L. R., & Stockero, S. L. (2016). Imprecision in Classroom Mathematics Discourse. *North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*.
- Liu, S., Kang, L., Liu, Z., Fang, J., Yang, Z., Sun, J., Wang, M., & Hu, M. (2021). Computer-supported collaborative concept mapping: the impact of students' perceptions of collaboration on their knowledge understanding and behavioral patterns. *Interactive learning Environments*, 1-20.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1927115>
- Lugosi, E., & Uribe, G. (2022). Active learning strategies with positive effects on students' achievements in undergraduate mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 403-424.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1773555>
- Melaku, T. (2020). Implementation of active learning methods in mathematics classes of Woliso town primary schools, Ethiopia. *International Journal of Science and Technology Education Research*, 11(1), 1-13.
<https://doi.org/10.5897/IJSTER2019.0461>
- Morfidi, E., Mikropoulos, A., & Rogdaki, A. (2018). Using concept mapping to improve poor readers' understanding of expository text. *Education and Information Technologies*, 23(1), 271-286. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9600-7>
- Morton, M. ((n.d.)). *Concept Mapping Tools*. <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/teaching-resources/teaching-tips/teaching-tips-educational-technologies/all/concept-mapping-tools>
- Moschkovich, J. (2003). What Counts as Mathematical Discourse? *International Group*

for the Psychology of Mathematics Education, 3, 325-332.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston,VA.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of research in science teaching*, 27(10), 937-949.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660271003>
- Novak, J. D. (1995). Concept mapping to facilitate teaching and learning. *Prospects*, 25(1), 79-86. <https://doi.org/10.1007/BF02334286>
- Novak, J. D., Bob Gowin, D., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science education*, 67(5), 625-645.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2007). Theoretical origins of concept maps, how to construct them, and uses in education. *Reflecting education*, 3(1), 29-42.
- O'Sullivan, M. K., & Dallas, K. B. (2010). A collaborative approach to implementing 21st century skills in a high school senior research class. *Education Libraries*, 33(1), 3-9. <https://doi.org/10.26443/el.v33i1.284>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. Paris.
<https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>.
- OECD. (2021). *PISA 2021 Mathematics framework*.
<https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-mathematics-framework.pdf>
- Özgen, K. (2013). Mathematical connection skill in the context of problem solving: The case of pre-service teachers. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 8(3), 323-345. <https://doi.org/10.12739/NWSA.2013.8.3.1C0590>
- Pirasa, N. (2016). The Connection Competencies of Pre-Service Mathematics Teachers about Geometric Concepts to Daily-Life. *Universal Journal of Educational Research*, 4(12), 2840-2851. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.041218>
- Pozueta, E., & González, F. M. (2009). Evidence of Meaningful Learning in the Topic of 'Proportionality' in Second Grade Secondary Education. In *Concept Mapping in Mathematics* (pp. 117-135). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-89194-1_6
- Roddy, M. R. (1992). *Mathematics teachers' conceptions of "connections"*. University of

Washington.

- Schwendimann, B. A. (2015). Concept maps as versatile tools to integrate complex ideas: From kindergarten to higher and professional education. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*, 7(1), 73-99.
<https://doi.org/10.34105/j.kmel.2015.07.006>
- Sfard, A. (2000). Steering (dis) course between metaphors and rigor: Using focal analysis to investigate an emergence of mathematical objects. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 296-327. <https://doi.org/10.2307/749809>
- Sfard, A. (2001). There is more to discourse than meets the ears: Learning from mathematical communication things that we have not known before. *Educational Studies in Mathematics*, 46(1/3), 13-57.
<https://doi.org/10.1023/A:1014097416157>
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge university press.
- Shallcross, D. C. (2016). Concept maps for evaluating learning of sustainable development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 10(1), 160-177. <https://doi.org/10.1177/0973408215625551>
- Sien, V. Y. (2011). Teaching object-oriented modelling using concept maps. *Electronic Communications of the EASST*, 34.
- Simon, M., Saldanha, L., McClintock, E., Akar, G. K., Watanabe, T., & Zembat, I. O. (2010). A developing approach to studying students' learning through their mathematical activity. *Cognition and Instruction*, 28(1), 70-112.
<https://doi.org/10.1080/07370000903430566>
- Singletary, L. M. (2012). *Mathematical Connections Made in Practice: An Examination of Teachers' Beliefs and Practices* University of Georgia].
- Strautmane, M. (2012). Concept map-based knowledge assessment tasks and their scoring criteria: An overview. Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the fifth international conference on concept mapping,
- Toh, W. Y. K., Leong, Y. H., & Cheng, L. P. (2021). Designing Instructional Materials to Help Students Make Connections: A Case of a Singapore Secondary School Mathematics Teacher's Practice. In *Mathematics Instructional Practices in*

- Singapore Secondary Schools* (pp. 279-302). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-15-8956-0_14
- Toledo, Á. ((n.d.)). *CmapTools*. <https://cmaptools.en.uptodown.com/windows>
- Trochim, W. M. (1989). An introduction to concept mapping for planning and evaluation. *Evaluation and program planning*, 12(1), 1-16.
[https://doi.org/10.1016/0149-7189\(89\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0149-7189(89)90016-5)
- Trochim, W. M., & Linton, R. (1986). Conceptualization for planning and evaluation. *Evaluation and program planning*, 9(4), 289-308. [https://doi.org/10.1016/0149-7189\(86\)90044-3](https://doi.org/10.1016/0149-7189(86)90044-3)
- Trochim, W. M., & McLinden, D. (2017). Introduction to a special issue on concept mapping. *Evaluation and program planning*, 60, 166-175.
<https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2016.10.006>
- Vos, P. (2018). “How real people really need mathematics in the real world” — Authenticity in mathematics education. *Education Sciences*, 8(4), 195.
<https://doi.org/10.3390/educsci8040195>
- Wuolle, S. R. (2016). *How and why teachers use real world connections in the secondary mathematics classroom* Education: Faculty of Education].
- Yavuz Mumcu, H. (2018). Examining Mathematics Department Students' Views on the Use of Mathematics in Daily Life. *International Online Journal of Education and Teaching*, 5(1), 61-80.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



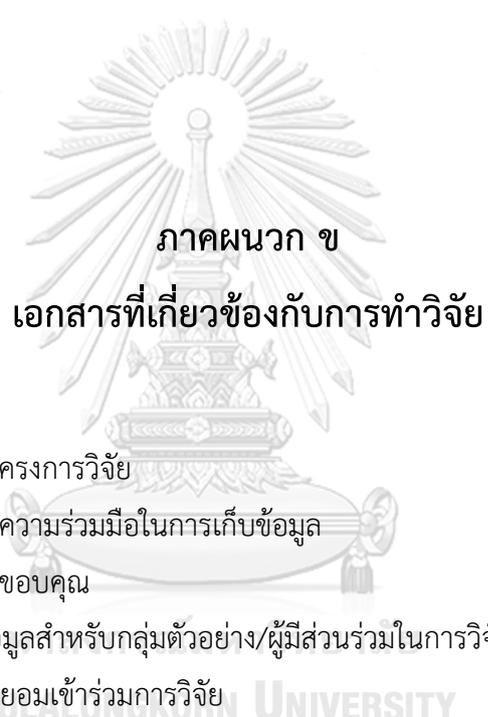
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแผนภาพมโนทัศน์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ตำแหน่ง/หน่วยงานที่สังกัด
รศ.ดร. กมลวรรณ ตั้งธนานนท์	การวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.ดร. วิชระศักดิ์ สุดหล้า	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อ.ดร. รัชพล พลรัตน์	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม)



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคู่มือครู

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	ตำแหน่ง/หน่วยงานที่สังกัด
ครูโกสินทร์ เชื้อประโรง	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัด สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.)
ครูวสนนท์ พงษ์สวัสดิ์	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกำเนิดวิทย์ จังหวัดระยอง สังกัด ศึกษาธิการจังหวัดระยอง
ครูชานนท์ พูลสุขเสริม	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนหนองฉางวิทยา จังหวัดอุทัยธานี สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ครูศิริลักษณ์ คุ้มเมือง	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ดรณสิกขาลัย โรงเรียนนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
ครูจำเริญ อนันตธรรมรส	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ครูสายสุณี สุทธิจักษ์	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนปทุมเทพวิทยาคาร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ครูทศทัศน์ บุญตา	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดคูบอน (วัฒนานันท์อุทิศ) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน



ภาคผนวก ข
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

- ใบรับรองโครงการวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
- หนังสือขอขอบคุณ
- เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330
 โทรศัพท์ : 0 2218 3210-11 E-mail: curec2.ch1@chula.ac.th

COA No. 252/2564

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 189/64 การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง: การสร้างแผนภาพมโนทัศน์และการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยหลัก นางสาวสุจิตรา ใจวอมราภรณ์

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิจารณาจริยธรรมการวิจัยโดยยึดหลัก ของ Declaration of Helsinki, the Belmont report, CIOMS guidelines และ The international conference on harmonization – Good clinical practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ
 (ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)
 ประธานคณะกรรมการ

ลงนาม นงนุช นฤปถา
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย แรงผลสัมฤทธิ์)
 กรรมการและเลขานุการ

รูปแบบการพิจารณาทบทวน: แบบลดขั้นตอน

วันที่รับรอง: 10 ตุลาคม 2564

วันหมดอายุ: 9 ตุลาคม 2565

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1. ข้อเสนอโครงการวิจัย
2. ประวัติและผลงานของผู้วิจัย
3. เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
4. หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย
5. แนวคำถามสำหรับการสัมภาษณ์ และแบบบันทึก



เลขที่โครงการ.....	189/64
วันที่รับรอง.....	10 ต.ค. 2564
วันหมดอายุ.....	- 9 ต.ค. 2565

เงื่อนไข

1. ผู้วิจัยรับทราบว่าเป็นการวิจัยจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น
5. หากเกิดเหตุกรณีไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-13) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นหลักฐานในการปิดโครงการ
8. โครงการวิจัยที่ได้รับการอนุมัติโครงการโดยการพิจารณาทบทวนแบบกรณีเว้น (Exemption review) ปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อ 1,6 และ 7 เท่านั้น

ที่ อว ๖๔.๖/๐๓๕๕

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน คุณครู

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวสุจิตรา โง้วอมราภรณ์ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการ
พัฒนาวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์
เรื่อง “การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง : การสร้างแผนภาพ
มโนทัศน์และการวิเคราะห์หาทฤษฎีทางคณิตศาสตร์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ และ
ศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม กับครุคณิตศาสตร์
ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัย
ดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๙-๔๙๒๙-๕๕๕๓ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: oilyshappy@gmail.com

ที่ อว ๖๔.๖/๐๓๖๒



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กทม. ๑๐๓๓๐

๒๐ มกราคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบขอบคุณ

เรียน คุณครู

ตามที่ท่านได้กรุณาให้ความร่วมมือในการทำวิจัยวิทยานิพนธ์กับนางสาวสุจิตรา ใจวอมราภรณ์
นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยา
การศึกษา เรื่อง “การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง: การสร้าง
แผนภาพมโนทัศน์และการวิเคราะห์ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ
และศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล ว่องวานิช เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา นั้น

คณะครุศาสตร์ โคร้ขอขอบคุณในความร่วมมือนอกจากท่านในครั้งนี้ทำให้ผลิตสามารถดำเนินงานวิจัย
ให้สำเร็จคล่องตามวัตถุประสงค์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และหวังว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดีในอนาคตต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวงงาม)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

คณะครุศาสตร์ กลุ่มภารกิจบริการการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและวิชาชีพ ฝ่ายวิชาการ
เบอร์โทรศัพท์ผู้วิจัย: ๐๙-๔๙๒๙-๕๕๕๓ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: oilyishappy@gmail.com

AF 04-07

เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง: การสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์และภาววิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

ชื่อผู้วิจัยหลัก นางสาวสุจิตรา โฉ้วอมรรณณ์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย 71 ซ.อนามัยงามเจริญ 5 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

โทรศัพท์มือถือ 09-4929-5553 อีเมล oilyishappy@gmail.com

1. ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ ท่านสามารถสอบถามได้ หากถ้อยความใดไม่ชัดเจน หรือขอข้อมูลเพิ่มเติมได้

2. โครงการวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวปฏิบัติในการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงของครูโดยการสร้างแผนภาพโน้ตทัศน์ (concept mapping) วิเคราะห์และสังเคราะห์เทคนิคการสื่อสารและตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนของครูเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนกับบริบทโลกแห่งความจริงโดยใช้การวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์ (mathematics discourse analysis) สร้างและพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริงและตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัยนี้คือ ครูสามารถนำสารสนเทศที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริงของครูคณิตศาสตร์ ไปพัฒนาการสอนของตนเอง อันจะส่งผลทำให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูสามารถนำคู่มือครูไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่างๆ ให้สอดคล้องกับโลกแห่งความจริงในบริบทเรื่องส่วนบุคคล เรื่องการประกอบอาชีพ เรื่องทางสังคมและเรื่องทางวิทยาศาสตร์ได้ และนักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง ระยะเวลาที่จะทำวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 5 เดือน จากเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565

3. ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เนื่องจากท่านเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาที่สนใจจะให้ข้อมูลในการนำไปพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง ในระยะการสำรวจข้อมูลเชิงคุณภาพ มีจำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 20 คน

4. หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยจะขอสัมภาษณ์ท่าน ในประเด็นเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง และการใช้ภาษาที่ท่านมักใช้ในการอธิบายหรือสื่อสารกับนักเรียน โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ ประมาณ 30-45 นาที ซึ่งมีคำถามทั้งหมดประมาณ 20 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ไปสร้างคู่มือครูฉบับร่าง เมื่อผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างคู่มือครูฉบับร่างเรียบร้อยแล้วจะนำคู่มือครูฉบับร่าง กลับมาให้



เลขที่โครงการ	189/64
วันที่รับรอง	10 ต.ค. 64
วันหมดอายุ	9 ต.ค. 65

AF 04-07

5. ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรักษาไว้เพื่อศึกษาต่อเพราะเป็นข้อมูลทางวิชาการที่มีค่า ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลเป็นความลับ โดยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวตนได้

6. ท่านอาจรู้สึกอึดอัด หรืออาจรู้สึกไม่สบายใจอยู่กับบางคำถาม ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่ตอบคำถามเหล่านั้นได้ รวมถึงท่านมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการนี้เมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อท่านแต่อย่างใด

7. ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นภาพรวม ผู้ที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลของท่านจะมีเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนเท่านั้น

8. การวิจัยครั้งนี้ท่านจะไม่เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ และท่านจะได้รับของที่ระลึกเป็นถุงผ้า 1 ใบ

9. หากท่านมีข้อสงสัยใด ๆ โปรดสอบถามเพิ่มเติม โดยติดต่อกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว เพื่อให้กลุ่มตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยพิจารณาว่ายังสมัครใจจะมีส่วนร่วมในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

10. หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ท่านสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และ ศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจามจุรี 1 ห้อง 114 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0 2218 3210-11 อีเมล curec2.ch1@chula.ac.th

.....
สุจิตรา ไช้วอมราภรณ์

(นางสาวสุจิตรา ไช้วอมราภรณ์)

ผู้วิจัย

.....14 / ๓.ค. / ๖4.....

.....
Anuj Okhla

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

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



เลขที่โครงการ	189/64
วันที่รับรอง	10 ต.ค. 64
วันหมดอายุ	9 ต.ค. 65

AF 05-07

หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

สถานที่

วันที่ เดือน พ.ศ.

เลขที่ ตัวอย่าง/ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามทำหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง: การสร้างแผนภาพ
มโนทัศน์และภาวิเคราะห์วาทกรรมทางคณิตศาสตร์

ชื่อผู้วิจัยหลัก นางสาวสุจิตรา ใจอ่อนวรภรณ์

ที่อยู่ติดต่อ 71.ช.อนามัยงามเจริญ 5 แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

โทรศัพท์มือถือ 09-4929-5553

อีเมล oilyishappy@gmail.com

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่
จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่าน
รายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย **จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้าจึง**สมัครใจ**เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม
ให้สัมภาษณ์ในประเด็นเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง และการใช้ภาษาที่ท่านใช้ในการ
การอธิบายหรือสื่อสารกับนักเรียน โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ ประมาณ 30-45 นาที ซึ่งมีคำถามทั้งหมดประมาณ 20 ข้อ
และยินยอมให้ความร่วมมือในการพิจารณาความเหมาะสมของคู่มือครูฉบับร่างที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ
เพิ่มเติม เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้าพเจ้ายินยอมให้เก็บรักษาข้อมูลไว้เพื่อเป็นประโยชน์ด้านการศึกษาและการอ้างอิง

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออก
จากการวิจัยจะไม่มีผลกระทบทางลบใด ๆ ต่อการทำงานและการประเมินผลงานของข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองและคำยืนยันว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติตามข้าพเจ้าตามเอกสารข้อมูลซึ่งเป็นคำชี้แจงผู้มีส่วนร่วม
ในการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอผลการวิจัยเป็นภาพรวม
เท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถ
ร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์และ
ศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาคารจามจุรี 1 ชั้น 1 ห้อง 114 แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์ 0 2218 6210-11 อีเมล curec2.ch1@chula.ac.th



เลขที่โครงการ	189/64
วันที่รับรอง	10 ต.ค. 64
วันหมดอายุ	9 ต.ค. 65

AF 05-07

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน นอกจากนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารข้อมูลซึ่งเป็นคำชี้แจง
ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และสำเนาหนังสือยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ ...*สุจิตรา ไช้ออมรากรณ์*.....

(นางสาวสุจิตรา ไช้ออมรากรณ์)

ผู้วิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ*Dr. Kanyakorn*.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐ์ ศรีเคลือบ)

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน



เลขที่โครงการ	189/64
วันที่รับรอง	10 ต.ค. 64
วันหมดอายุ	9 ต.ค. 65



**แบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียน
คณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

คำชี้แจง: โปรดพิจารณาว่าคู่มือครูเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติหรือไม่ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ตามความความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ร้อยละ 81-100 ในการนำไปปฏิบัติ หรือระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ร้อยละ 61-80 ในการนำไปปฏิบัติ หรือระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ร้อยละ 41-60 ในการนำไปปฏิบัติ หรือระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ร้อยละ 21-40 ในการนำไปปฏิบัติ หรือระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสม/ความเป็นไปได้ ร้อยละ 1-20 ในการนำไปปฏิบัติ หรือระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	1	2	3	4	5
	น้อยที่สุด ----> มากที่สุด				
ความเหมาะสมของคู่มือครู					
ท่านมีความคิดเห็นตามข้อรายการต่อไปนี้ในระดับใด					
ด้านการใช้ภาษาและการสื่อสาร					
1) คู่มือครูใช้ภาษาเหมาะสม กระชับและเข้าใจง่าย	1	2	3	4	5
2) การใช้ภาษาในตัวอย่างโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ สื่อสารได้ชัดเจนตรงตามจุดประสงค์	1	2	3	4	5
3) ภาษาที่ใช้สื่อถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบทโลกแห่งความจริง	1	2	3	4	5
ด้านเนื้อหา					
4) ตัวอย่างโจทย์ปัญหามีการเชื่อมโยงบริบทของโลกแห่งความจริงกับการนำไปใช้	1	2	3	4	5
5) ตัวอย่างกิจกรรมเน้นการเรียนรู้โดยการอภิปราย ลงมือปฏิบัติให้สอดคล้องกับบริบทโลกแห่งความจริงในบริบทที่หลากหลาย	1	2	3	4	5
6) คลังแหล่งการเรียนรู้ช่วยให้ครูเห็นตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่แตกต่างและหลากหลาย	1	2	3	4	5
7) ช่วยพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องของครูเกี่ยวกับการเชื่อมโยงบทเรียนคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความจริง	1	2	3	4	5
ด้านการใช้ประโยชน์					
8) สามารถนำไปประยุกต์กับการยกตัวอย่างโจทย์ในบทเรียนอื่นให้เข้ากับบริบทโลกแห่งความจริง	1	2	3	4	5



ผลการจับคู่โน้ตศัพท์ระหว่างแผนภาพมโนทัศน์สองแผนภาพ

เนื่องจากการจับคู่โน้ตศัพท์ระหว่างแผนภาพมโนทัศน์สามารถทำได้ครั้งละสองแผนภาพ ผู้วิจัยจึงแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ 1) แผนภาพมโนทัศน์ระหว่างหนังสือกับครู 2) แผนภาพมโนทัศน์ระหว่างหนังสือกับสรุปรวม และ 3) แผนภาพมโนทัศน์ระหว่างครูและสรุปรวม ผลการจับคู่โน้ตศัพท์พบว่า 1) กลุ่มหนังสือกับครูมีโน้ตศัพท์หลักทั้งหมด 363 ข้อความ และมโนทัศน์ย่อยทั้งหมด 374 ข้อความ ผลการจับคู่โน้ตศัพท์ระหว่างมโนทัศน์หลักของหนังสือกับครูจับคู่ได้ร้อยละ 36 ในขณะที่มโนทัศน์ย่อยของหนังสือกับครูจับคู่ได้ร้อยละ 34 2) กลุ่มหนังสือกับสรุปรวมมีโน้ตศัพท์หลักทั้งหมด 470 ข้อความ และมโนทัศน์ย่อยทั้งหมด 482 ข้อความ ผลการจับคู่โน้ตศัพท์ระหว่างมโนทัศน์หลักของหนังสือกับสรุปรวมจับคู่ได้ร้อยละ 55 ในขณะที่มโนทัศน์ย่อยของหนังสือกับสรุปรวมจับคู่ได้ร้อยละ 54 และ 3) กลุ่มครูกับสรุปรวมมีโน้ตศัพท์หลักทั้งหมด 470 ข้อความ และมโนทัศน์ย่อยทั้งหมด 482 ข้อความ ผลการจับคู่โน้ตศัพท์ระหว่างมโนทัศน์หลักของครูกับสรุปรวมจับคู่ได้ร้อยละ 72 ในขณะที่มโนทัศน์ย่อยของครูกับสรุปรวมจับคู่ได้ร้อยละ 68

ผลการจับคู่โน้ตศัพท์หลักและมโนทัศน์ย่อยของแผนภาพมโนทัศน์

กลุ่มการจับคู่	จำนวนข้อความทั้งหมด	มโนทัศน์หลัก			มโนทัศน์ย่อย
		มโนทัศน์	คำเต็ม	ส่วนหนึ่งของคำ	
1) หนังสือกับครู	- หลัก 363 ข้อความ	133 (36%)	121	12	
	- ย่อย 374 ข้อความ				130 (34%)
2) หนังสือกับสรุปรวม	- หลัก 470 ข้อความ	263 (55%)	247	16	
	- ย่อย 482 ข้อความ				261 (54%)
3) ครูกับสรุปรวม	- หลัก 470 ข้อความ	339 (72%)	332	7	
	- ย่อย 482 ข้อความ				332 (68%)

ตัวอย่างคำหรือวลีที่ใช้เพื่อการเชื่อมโยงมโนทัศน์ในแผนภาพมโนทัศน์

ในการวิเคราะห์แผนภาพมโนทัศน์ด้วยโปรแกรม CmapTools สามารถแสดงผลลักษณะโครงสร้างของการใช้คำหรือวลีที่ใช้ในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ซึ่งการสร้างแผนภาพมโนทัศน์ เป็นการกำหนดแนวความคิดเชิงโครงสร้างโดยการจัดกลุ่มมโนทัศน์และจัดลำดับของมโนทัศน์เพื่อพัฒนารอบแนวคิดของมโนทัศน์นั้น โดยมีการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ด้วยคำเชื่อมโยง (linking words) หรือวลีเชื่อมโยง (linking phrases) ทำหน้าที่เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์ย่อยซึ่งจะปรากฏในมโนทัศน์ที่เชื่อมต่อกัน การวิจัยครั้งนี้มีการแสดงผลการเชื่อมโยงคำหรือวลี 2 แบบคือ 1) การนับจำนวนคำหรือวลีใช้ในการเชื่อมโยงระหว่าง

มโนทัศน์ (links in) และ 2) การนับจำนวนมโนทัศน์ที่ถูกเชื่อมโยงออกไปด้วยคำหรือวลีเชื่อมโยงจากข้อ 1 (links out) ผู้วิจัยขอนำเสนอคำหรือวลีที่ใช้ในการเชื่อมโยงมโนทัศน์ต่าง ๆ ในภาพรวมโดยจำแนกตามแหล่งที่มาของแผนภาพมโนทัศน์ 4 แหล่ง ได้แก่ แผนภาพมโนทัศน์ของหนังสือ แผนภาพมโนทัศน์ของครู แผนภาพมโนทัศน์สรุปรวม แผนภาพมโนทัศน์ที่ปรับแก้ ผลการศึกษาพบว่า คำหรือวลีใช้ในการเชื่อมโยงส่วนใหญ่คือคำว่า เช่น ซึ่งเป็นคำที่แสดงตัวอย่างประกอบเพื่ออธิบายมโนทัศน์นั้น ๆ

ตัวอย่างคำหรือวลีที่ใช้ในการเชื่อมโยงจำแนกตามแหล่งที่มาของแผนภาพมโนทัศน์

คำหรือวลีเชื่อมโยง	หนังสือ	ครู	สรุปรวม	ปรับแก้
การสร้างบทเรียนจาก	-	-	-	3
ขาด	13	9	13	13
ขึ้นอยู่กับ	-	15	15	15
จำเป็นต้องมี	3	30	33	31
เช่น	154	194	283	303
โดย	8	15	15	15
ได้แก่	79	100	105	101
ทำให้เกิด	-	2	-	-
นำไปใช้เพื่อ	6	6	6	6
เน้น	12	44	45	29
แบ่งเป็น	4	19	19	19
ประกอบด้วย	19	18	21	25
เพื่อ	23	28	12	15
มี	42	32	32	32
ศึกษาเกี่ยวกับ	3	3	3	3
สามารถค้นหาได้จาก	20	10	38	29
สามารถจัดการเรียนการสอนโดยเลือกใช้	15	15	15	20
สิ่งที่ควรระวังคือ	2	-	2	2

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุจิตรา ใจว่อมราภรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	26 ธันวาคม 2529
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขามัธยมศึกษา(วิทยาศาสตร์) วิชาเอก คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	ครุคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย
รางวัลที่ได้รับ	- รางวัลการนำเสนอผลงานวิจัยยอดเยี่ยม ภาคโปสเตอร์ เรื่อง การศึกษา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยเทคนิค KWDL ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน วิทยาลัย ปีการศึกษา 2558 ในการประชุมวิชาการ “การวิจัยระบบ การศึกษาไทย” ครั้งที่ 1 วันที่ 24-25 พฤศจิกายน พ.ศ.2559 - นำเสนอผลงานวิจัยในชั้นเรียนเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ปี การศึกษา 2559 ในงานประชุมวิชาการ International Congress for School Effectiveness and Improvement (ICSEI) ICSEI 2018: “Deepening School Change for Scaling: Principles, Pathways and Partnerships” ระหว่างวันที่ 8-12 มกราคม พ.ศ. 2560 ณ ประเทศ สิงคโปร์