Chulalongkorn University
Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2021

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

สุธารัตน์ สมรรถการ
คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd

Part of the Curriculum and Instruction Commons

Recommended Citation

สมรรถการ, สุธารัตน์, "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" (2021). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 5659.
https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5659

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

น.ส.สุธารัตน์ สมรรถการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ON CONCEPTUAL CHANGE MODEL AND LESH'S TRANSLATION MODEL APPROACHES TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Sutharat Samattakarn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Curriculum and Instruction
Department of Curriculum and Instruction
FACULTY OF EDUCATION
Chulalongkorn University
Academic Year 2021
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โดย	น.ส.สุธารัตน์ สมรรถการ
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤดีรัตน์ ชุษณะโชติ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุพัตรา ผาติวิสันติ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุธารัตน์ สมรรถการ : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. (DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ONCONCEPTUAL CHANGE MODEL AND LESH'S TRANSLATION MODEL APPROACHESTO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.วิชัย เสวกงาม, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.อัมพร ม้าคนอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ 1) การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3) การศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น และ 4) การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนฉบับสมบูรณ์ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง 7 สัปดาห์ รวม 35 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีหลักการสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ 3) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น 4) การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ และ 5) การนำเสนอขั้นตอนวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกระตุ้นความสงสัย 2) การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ 3) การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย 4) การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ และ 5) การนำไปใช้

2. ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในภาพรวมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบ พบว่า การบอกลักษณะเฉพาะ การบอกคำจำกัดความ และการบอกตัวอย่าง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น

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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5984481227 : MAJOR CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD: CONCEPTUAL CHANGE MODEL APPROACH, LESH'S TRANSLATION MODEL APPROACH, MATHEMATICAL CONCEPT, DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL

Sutharat Samattakarn : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL BASED ONCONCEPTUAL CHANGE MODEL AND LESH'S TRANSLATION MODEL APPROACHESTO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPT OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. WICHAI SAWEKNGAM, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. AUMPORN MAKANONG, Ph.D.

This study was a research and development research. The main purpose of this study was to develop and study the effectiveness of an instructional model based on conceptual change model and Lech's translation model approaches to enhance mathematical concept of lower secondary school students. The research procedures were divided into 4 phases: 1) Studying the preliminary data for developing the instructional model; 2) Developing the instructional model; 3) Studying the effectiveness of instructional model, and 4) Proposing the completed instructional model. The participants were 40 students in Mattayomsuksa 3, selected by purposive sampling. The duration for implementing the instructional model was 7 weeks, 35 periods. The research instruments were Mathematics concept test. Data were analyzed using statistical mean, standard deviation, and t-test. The findings of this study revealed that:

1. The five principles of the instructional model are as follows: 1) Learning occurs when learners encounter problems or situations that can't be solved or explained by the student's concept. 2) Interaction with environment by observing, collecting data, or studying from various theories. 3) Presentation of mathematical knowledge using a variety of mathematical representational models and their relationship to that concept. 4) The students using the agent Mathematics to present mathematical knowledge, and 5) Presentation of the algorithm for finding the correct and appropriate answer. This instructional model consisted of 5 stages, as namely 1) Arousing suspicion; 2) Planning for conceptualization; 3) Using various representation for conceptualization; 4) Summarizing the meaning of a new concept, and 5) Implementation.

2.The effectiveness of the instructional model after implementation was found. The average score of Mathematics concept was higher than before the experiment at the .05 level of significance and the average score of Mathematics concept in characterization, definition, and giving examples were also higher than before the experiment at the .05 level of significance. In addition, Mathematical concept of the students had a positive change.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Curriculum and Instruction	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาจากอาจารย์ผู้มีจิตวิญญาณแห่งความเป็นครูสูงทั้งสองท่านนี้ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย เสวกงาม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำปรึกษา ชี้แนะ ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาริณี ตรีวรัญญู ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤดีรัตน์ ชุษณะโชติ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สุพัตรา ผาติวิสันติ์ กรรมการสอบภายนอกมหาวิทยาลัยที่กรุณาให้คำชี้แนะที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่องานวิทยานิพนธ์นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ให้ข้อมูลทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการพิจารณาให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ซึ่งผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาปรับปรุงแก้ไข จนทำให้การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นไปด้วยดีและบรรลุวัตถุประสงค์ รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ให้ทุนการศึกษาปริญญาดุษฎีบัณฑิต รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ ทดลองสอน และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน บุคลากร และอาจารย์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกท่านที่คอยสนับสนุน คอยให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้มาตลอด และขอบคุณนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดช่วงเวลาของการทดลอง

ขอขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กรุณาให้ “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รุ่นที่ 45

ขอขอบพระคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่มอบไมตรีจิตอันงดงามและล้ำค่า จนทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจและไม่ย่อท้อที่จะทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จ ขอขอบคุณเพื่อนพี่น้องสาขาวิชาหลักสูตรและการสอนทุกคนที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ ช่วยเหลือกันและกันเสมอมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อสมศักดิ์และคุณแม่รัตนา สมรรถการ ที่เป็นตัวอย่างของความพากเพียร อดทน และเป็นแรงบันดาลใจให้ลูกสำเร็จการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งครอบครัว พี่น้องที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจมาตลอด

สุธารัตน์ สมรรถการ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 8

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8

สมมติฐานการวิจัย 8

ขอบเขตของการวิจัย 11

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 12

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 15

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17

1. แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 18

1.1 ความเป็นมาของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 18

1.2 ความหมายของการปรับมโนทัศน์ 21

1.3 สิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์ 22

1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำไปสู่แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 24

1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 32

1.6 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 34

1.6.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของสตีแพนส์และชมิดท์ 34

1.6.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของเซอร์เบล 36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6.3 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของซาเดลา 37

1.6.4 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของไดค์สตราและคณะ..... 38

2. รูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model)..... 42

2.1 ความเป็นมาของรูปแบบการแปลงของเลช 44

2.2 ลักษณะของรูปแบบการแปลงของเลช 45

2.3 ประโยชน์ของการใช้รูปแบบการแปลงของเลชในการจัดการเรียนรู้ 47

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 51

3.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 51

3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 52

3.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 53

3.4 องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 55

3.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 56

3.6 แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 57

3.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์ 60

3.7.1 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์..... 61

3.7.2 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 62

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 64

4.1 งานวิจัยในประเทศ 64

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ 66

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 70

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 75

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับ มโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 80

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน..... 103

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4 ผลการวิจัย 121

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 122

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับ มโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่ 131

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 144

บรรณานุกรม 164

ภาคผนวก 159

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 160

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 162

ภาคผนวก ค เอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 185

ประวัติผู้เขียน 225

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ 41

ตารางที่ 2 แสดงการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชและหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช 49

ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 55

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 90

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ 94

ตารางที่ 6 การปรับปรุงจากข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ 97

ตารางที่ 7 ข้อค้นพบจากการทดลองนำร่องครั้งที่ 1 และแนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน 100

ตารางที่ 8 แสดงแบบแผนการทดลอง 103

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (องค์ประกอบที่ 1) 109

ตารางที่ 10 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 113

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ 114

ตารางที่ 12 แสดงแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 118

ตารางที่ 13 แสดงรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขหลังการทดลองใช้... 125

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\left(\bar{X}\right)$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t – test dependent) ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) 132

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\left(\bar{X}\right)$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t – test dependent) ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยจำแนกตามองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (จำนวนนักเรียน 40 คน)..... 133

ตารางที่ 16 แสดงการแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับ มโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชสำหรับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์.. 158

ตารางที่ 17 แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน 163

ตารางที่ 18 แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน 169

ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร 196

ตารางที่ 20 แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่องวงกลม 198

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่ 1 การปรับมโนทัศน์ตามโมเดลพุทธิพิสัย-จิตพิสัย ตามแนวคิดของ Gregoire (2003) 30

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการแปลงของเลช โดย Park (2013) 43

แผนภาพที่ 3 รูปแบบการแปลงของเลช โดย Cramer (2003) 46

แผนภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย 69

แผนภาพที่ 5 แสดงการดำเนินการวิจัย 72

แผนภาพที่ 6 กรอบแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 80

แผนภาพที่ 7 แสดงผลการสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 83

แผนภาพที่ 8 แสดงการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ 85

แผนภาพที่ 9 แสดงผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น 89

แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มโนทัศน์เดียว 129

แผนภาพที่ 11 ขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลายมโนทัศน์ 130

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผล ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560: 10) ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องการให้นักเรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้และสามารถแก้ปัญหาได้ (สิริพร ทิพย์คง, 2558: 5) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงมุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ ให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อาจเป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความเข้าใจของนักเรียน ดังที่ Ellis (2001) ได้อธิบายไว้ว่า โดยทั่วไปการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังเน้นที่การทำงานตามขั้นตอน หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ มากกว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากบริบทเดิมได้ นอกจากนี้ Hallett (2001) ยังได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า ความสำเร็จในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย หรือต้องใช้การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่อาจต้องการความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ มาประกอบการคิด และที่สำคัญปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ต้องการกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ หรือไม่มีขั้นตอนเฉพาะใด ๆ ในการแก้ปัญหา แต่ต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างสมเหตุสมผลประกอบกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 16)

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) เป็นความคิดสำคัญและความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากความรู้ การสังเกต อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่สัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน แยกแยะความแตกต่างของสิ่งที่ไม่สัมพันธ์กันออกจากกัน รวบรวมข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งสรุปความเข้าใจออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายความคิด ความเข้าใจเหล่านั้นด้วยภาษา ภาพ และสัญลักษณ์ สอดคล้องกับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอัมพร ม้าคนอง (2558) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มาหรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นจุดสำคัญจุดหนึ่งในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ทั้งนี้เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความรู้เฉพาะหรือแนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 16) ความสำเร็จของการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียนหรือไม่

อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาและผลการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง โดยผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556–2560 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศของนักเรียนอยู่ที่ 25.45 คะแนน, 24.45 คะแนน, 29.65 คะแนน, 29.31 คะแนน และ 26.30 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 50 โดยสอดคล้องกับผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) พบว่าสถิติคะแนนเฉลี่ย TIMSS วิชาคณิตศาสตร์ของไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องโดยปี ค.ศ. 2007, ปี ค.ศ. 2011 และปีค.ศ. 2015 ได้คะแนน 441 คะแนน, 427 คะแนน และ 431 คะแนน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2009, ปี ค.ศ. 2012 และ ปี ค.ศ. 2015 อยู่ที่ 419

คะแนน, 427 คะแนน และ 415 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD คือ 500 คะแนน

จากข้อมูลข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ทั้งเรื่องความรู้พื้นฐาน การนำความรู้ไปใช้งาน รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งพื้นฐานสำคัญที่จะต้องพัฒนาคือ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ หากว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีและถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยเช่นกัน

จากสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระการวัดและเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม เป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นปัญหาต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ประกอบกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 ท่าน มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า การจัดการเรียนการสอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระการวัดและเรขาคณิต เป็นเนื้อหาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างต่อเนื่อง โดยในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาที่อยู่ในสาระการวัดและเรขาคณิต คือ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม สะท้อนให้เห็นถึงแนวโน้มของปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ประสบความสำเร็จ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่แสดงว่าปัญหาที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประการหนึ่งคือ นักเรียนขาดมโนทัศน์ที่ดีทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ และการนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดิมไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาหรือมโนทัศน์ใหม่ ล้วนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (Cockburn and Littler, 2010: 23-29, บัญชา แสนทวี, 2556)

ดังนั้น เพื่อปรับปรุงให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นจึงต้องจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน นั่นคือพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งนักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้มากมาย แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับ

มโนทัศน์ (Conceptual Change Approach) เป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนจะต้องถูกแสดงออกมาก่อน และกิจกรรมการเรียนรู้จะถูกกำหนดบนพื้นฐานของความรู้เหล่านั้น (Stofflett, 1994) โพสเนอร์และคณะ (Posner and others, 1982: 211-227) ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ ในระยะที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ

แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ได้รับความนิยมในหลายประเทศ ผู้นำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระบุว่านักเรียนมีส่วนร่วมและกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น ได้รับความเข้าใจมโนทัศน์อย่างลึกซึ้ง ได้ปรับปรุงการใช้ทักษะและกระบวนการ และพัฒนาความสามารถในกระบวนการสืบเสาะ แม้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ดั้งเดิมถูกออกแบบเพื่อพัฒนาความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ แต่ปัจจุบันถูกนำมาใช้อย่างเป็นผลสำเร็จในทุกขอบเขตของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนวิชาอื่น ๆ (Stepans and Schmidt, 2009: 57) ยืนยันได้จากงานวิจัยของโคพารานและคณะ (Koparan and others, 2010: 3926-3931) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับผลของสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 เรื่อง เศษส่วน พบว่า สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความรู้ที่มีอยู่และค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เปรียบเทียบความคิดกับบุคคลอื่นและได้สะท้อนความคิดของตนเอง โดยองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นเป็นการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเศษส่วน จึงมีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ที่มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนน่าจะมีผลต่อการเพิ่มมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เช่นกัน

นอกจากนี้ ผลจากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์จะส่งผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ โดยจากการศึกษางานวิจัยของคอสทูและคณะ (Costu and others, 2007: 524-536) ซึ่งออกแบบ

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง การต้ม ของนักศึกษาปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา โดยดำเนินการทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การต้ม ของนักศึกษา แล้วนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษางานวิจัยของยูซุนทียากิและจีบัน (Uzuntiryaki and Geban, 2005: 311-339) ซึ่งทำการสำรวจผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ประกอบการสอนเขียนผังมโนทัศน์ที่มีต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เรื่อง สารละลาย และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ประกอบการสอนเขียนผังมโนทัศน์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ดีกว่าและมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักการศึกษาระบุว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของสิ่งที่กำลังศึกษา แสดงว่าถ้านักเรียนหรือนักศึกษามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในสิ่งที่กำลังศึกษาเพิ่มขึ้น ก็จะมีมโนทัศน์ในสิ่งดังกล่าวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์น่าจะมีผลต่อการเพิ่มมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนทำกิจกรรมคิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 22-23) การได้รับฟังจากผู้สอน และเห็นเพียงสื่อรูปธรรมที่ผู้สอนแสดงให้ดูแต่ไม่มีโอกาสได้คิดเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์ในชีวิตจริงมากนัก ไม่ได้พูด เขียน หรือวาดภาพด้วยตนเองเป็นประจำ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน ซึ่ง Lesh (2000) ได้กล่าวไว้ว่า การเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่าการที่ครูให้ความสำคัญต่อการจดจำสูตร กฎ วิธีการหาคำตอบ โดยละเลยให้นักเรียนรู้และมีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นมีที่มาอย่างไร หรือสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้อย่างไร นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการ

เรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรมีการสอนที่มีการใช้สื่อรูปธรรมที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเองร่วมด้วย นอกจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้ว นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh’s Translation Model) ซึ่งแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ Cramer & Kamowski (1995: 333) กล่าวว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชแล้วนักเรียนจะมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและทราบความเกี่ยวข้องของแต่ละวิธีที่แสดงออกไป สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Kinney (1997: abstract) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและรูปแบบการแปลงของเลช ที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนเรื่องความสัมพันธ์เชิงกราฟระหว่างฟังก์ชัน และอนุพันธ์ของฟังก์ชันในชั้นเรียนแคลคูลัสสำหรับนักเรียนที่ยังไม่แม่นยำ แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟพร้อมด้วยรูปแบบการแปลงของเลชมีการเรียนรู้เรื่องการแปลงฟังก์ชันเป็นอนุพันธ์ และอนุพันธ์เป็นฟังก์ชันมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟแต่ไม่ใช้รูปแบบการแปลงของเลชร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับฟังก์ชัน และอนุพันธ์ที่เหมาะสมกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นเราจึงควรที่จะนำรูปแบบการแปลงของเลชมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์รวมทั้งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การใช้รูปแบบการแปลงของเลชในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรม และกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดชั่วโมง ทำให้นักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมที่ครูกำหนดเพื่อจะได้สามารถแสดงความรู้เป็นแบบต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมเช่นนี้ ย่อมไม่เป็นการยากที่จะได้พัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนที่แต่เดิมนั้นไม่ค่อยได้มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนการสอน เพียงแต่เป็นผู้ฟังและดูเท่านั้น แต่เมื่อใช้รูปแบบการแปลงของเลชแล้วนักเรียนเหล่านี้ได้ใช้ประสาทสัมผัสทุกส่วนในการเรียนรู้สิ่งที่ครูเตรียมที่จะสอน สามารถตอบคำถาม และแสดงความคิดของตนเองออกมา สอดคล้องกับที่ Clement (2004: 99) ได้กล่าวไว้ว่า รูปแบบการแปลงของเลชสามารถทำให้นักเรียนมีความ

เพลิดเพลินในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีการใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สื่อรูปธรรมที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้รูปแบบการแปลงของเลชทำให้นักเรียนได้เปลี่ยนแบบการแสดงความรู้หนึ่งๆ จากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง ซึ่งการจะเปลี่ยนได้นักเรียนต้องมีความเข้าใจสิ่งที่กำลังเปลี่ยนนั้นจึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจความรู้นั้น ๆ อย่างชัดเจน แม่นยำ และเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อพบปัญหาต่าง ๆ ก็สามารถแก้ได้โดยใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ตนมีอยู่เป็นเครื่องมือนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช จึงเป็นแนวคิดหนึ่งที่น่าจะช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากความสำคัญและแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 17) นักวิชาการมากมายแสดงความคิดเห็นว่าผู้สอนจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าผู้สอนขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะเดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับผู้เรียนในการคิด การเรียนรู้ และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้ และจากแนวคิดทั้งหมดข้างต้นทำให้ผู้วิจัยเห็นว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่โดยใช้แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชเป็นส่วนเติมเต็มในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ ทั้งสองแนวคิดดังกล่าวมีความสอดรับกันและสามารถลดข้อจำกัดหรือช่องว่างที่แต่ละแนวคิดนั้นมีอยู่ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง มโนทัศน์เกี่ยวกับเรขาคณิต เนื่องจากเรขาคณิตเป็นเนื้อหาที่มีมโนทัศน์มากพอสมควรเหมาะกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแม้ว่าเรขาคณิตจะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยเรียนมาบ้างแล้วในระดับประถมศึกษา แต่จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมา เรขาคณิต เป็นเนื้อหา

หนึ่งที่นักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และในชีวิตประจำวันของมนุษย์ก็นำความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตไปใช้อย่างหลากหลาย ดังนั้นมนุษย์จึงควรมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรขาคณิตอย่างถูกต้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเรขาคณิตระดับสูงต่อไป (Back and Cromie, 1972: 1-20)

คำถามการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีหลักการและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนอย่างไร

2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช สามารถเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า โคพารานและคณะ (Koparan and others, 2010: 3926-3931) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การปรับมโนทัศน์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 เรื่อง เศษส่วน พบว่า สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความรู้ที่มีอยู่และค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เปรียบเทียบความคิดกับบุคคลอื่นและได้สะท้อนความคิดของตนเอง โดยผลสัมฤทธิ์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนได้มาจากการทดสอบการอธิบายความหมายของเศษส่วน ประเภทของเศษส่วนและเศษส่วนที่เท่ากัน การเรียงลำดับจำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วนและแสดงจำนวนเหล่านี้บนเส้นจำนวน การดำเนินการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนที่อยู่ในรูปเศษส่วน และอธิบายสมบัติของการดำเนินการเหล่านี้ เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังกล่าว พบว่าเป็นการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเศษส่วน จึงมีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ที่มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนน่าจะมีผลต่อการเพิ่มมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เช่นกัน

นอกจากนี้ผลจากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์จะส่งผลต่อการพัฒนามโนทัศน์ โดยจากการศึกษางานวิจัยของคอสทูและคณะ (Costu and others, 2007: 524-536) ซึ่งออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง การต้ม ของนักศึกษาปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา โดยดำเนินการทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การต้ม ของนักศึกษา แล้วนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการศึกษางานวิจัยของยูซุนทียากิและจีบัน (Uzuntiryaki and Geban, 2005: 311-339) ซึ่งทำการสำรวจผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ประกอบการสอนเขียนผังมโนทัศน์ที่มีต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เรื่อง สารละลาย และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 8 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ประกอบการสอนเขียนผังมโนทัศน์มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ดีกว่าและมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักการศึกษาระบุว่า ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เป็นความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของสิ่งที่กำลังศึกษา แสดงว่าถ้านักเรียนหรือนักศึกษามีความเข้าใจ

เชิงมโนทัศน์ในสิ่งที่กำลังศึกษาเพิ่มขึ้น ก็จะมีมโนทัศน์ในสิ่งดังกล่าวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นทำให้เชื่อได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์น่าจะมีผลต่อการเพิ่มมโนทัศน์

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า Lesh (1981: 245) ได้กล่าวไว้ว่า การแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่ง จะทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ฝังตรึงอยู่กับนักเรียน และ Cramer (2003: 1) ยังได้กล่าวอีกว่า การแปลงความรู้ภายในแบบเดียวกัน และการแปลงความรู้ระหว่างแบบต่าง ๆ ตามรูปแบบการแปลงของเลชนั้นช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย นั่นคือนักเรียนที่สร้างแนวคิดคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย หรือมีแนวคิดทางคณิตศาสตร์ฝังตรึงอยู่กับตนเองนั้น ย่อมสร้างทางเลือกได้มากที่สุดในการเผชิญสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ใด ๆ เชื่อตามการพิจารณาเหตุผลที่น่าเชื่อถือ มีความมั่นคง และทำให้ตนเองเข้าใจ

จากงานวิจัยของ Kinney (1997: abstract) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและรูปแบบการแปลงของเลช ที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนเรื่องความสัมพันธ์เชิงกราฟระหว่างฟังก์ชัน และอนุพันธ์ของฟังก์ชันในชั้นเรียนแคลคูลัสสำหรับนักเรียนที่ยังไม่แม่นยำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟพร้อมด้วยรูปแบบการแปลงของเลชมีการเรียนรู้เรื่องการแปลงฟังก์ชันเป็นอนุพันธ์ และอนุพันธ์เป็นฟังก์ชันมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟแต่ไม่ใช้รูปแบบการแปลงของเลชร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับฟังก์ชันและอนุพันธ์ที่เหมาะสมกว่ากลุ่มควบคุม ทำนองเดียวกับงานวิจัยของ Hail (2001: abstract) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้การนำเสนอหลาย ๆ แบบ ที่มีต่อความรู้ของนักเรียน และมโนทัศน์พีชคณิตขั้นพื้นฐาน ซึ่งการนำเสนอหลาย ๆ แบบประกอบด้วยการเขียนบนพื้นฐานประสบการณ์ ภาษาพูด การใช้สื่อจริงสัมผัสได้ กราฟ ตารางและสัญลักษณ์ทางการเขียน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่เรียนวิชาเตรียมพีชคณิตจำนวน 29 คน ซึ่งผู้ทดลองได้ใช้การนำเสนอหลาย ๆ แบบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตัวแปร สมการ และการแก้สมการ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางสัญลักษณ์ นอกจากนี้นักเรียนดังกล่าวได้ใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการอธิบายการดำเนินการทางสัญลักษณ์และจุดที่ดำเนินการผิด นอกจากนี้การใช้สื่อจริงสัมผัสได้ช่วยให้นักเรียนแก้สมการได้

นอกจากนี้ จากการศึกษางานวิจัยของชยานันต์ จิรสินกุลโรจน์ (2559) ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการแปลงของเลชด้วยตัวต่อเลโก้ (LEGO®) มี

ความเหมาะสมในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ 77.78/79.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 2) นักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง เศษส่วน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการแปลงของเลขด้วยตัวต่อเลโก้ (LEGO®) สูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการแปลงของเลขด้วยตัวต่อเลโก้ (LEGO®) กับหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปแล้ว 3 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข มีการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปในทางที่ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน ซึ่งในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นได้คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ (Manipulated variable) ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.

2560) และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนตัวอย่าง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และ เรื่องวงกลม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยเพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 20 คาบ (5 คาบ/สัปดาห์) และเรื่องวงกลม จำนวน 15 คาบ (5 คาบ/สัปดาห์) รวมทั้งสิ้น 35 คาบ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งอาจเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรมที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหานั้น และสามารถสรุปความคิดหรือความเข้าใจออกมาในเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม สมบัติหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งประกอบด้วย

1) การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ส่วนลักษณะที่ไม่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับการใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

2) การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์จากความรู้และความเข้าใจของตน

3) การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

ในงานวิจัยนี้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่อง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ และ เส้นขนาน และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม

2. แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ หมายถึง แนวคิดหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมซึ่งอาจคลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยมีหลักการดังนี้

1. กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อกำหนดมโนทัศน์ใหม่ให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงมโนทัศน์เดิมจากการสร้างเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมให้เป็นความรู้ใหม่

2. การที่ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการอธิบายได้

3. การนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

4. การที่ผู้เรียนสามารถสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ โดยผู้เรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่

3. แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช หมายถึง ลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และคล่องแคล่ว โดยมีหลักการดังนี้

1. การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น สามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2. มโนทัศน์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

3. ผู้เรียนควรได้รับรู้มโนทัศน์จากแบบการแสดงความรู้ที่หลากหลาย โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

4. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

4. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยนำแนวคิดและหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเองจากการปรับมโนทัศน์เดิมซึ่งอาจคลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น จนสามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ขั้นสูงต่อไปได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม การเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบ ตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผู้สอนสามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียน การสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีหลักการ ขั้นตอน บทบาทครู บทบาทนักเรียน อย่างชัดเจน สามารถนำไปใช้หรือนำไปประยุกต์ใช้ตามบริบทที่ต้องการได้

3. ผู้สนใจหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลจากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการวิจัยและเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. ข้อค้นพบที่ได้จากการวิจัยสามารถเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังนี้

1. แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.1 ความเป็นมาของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.2 ความหมายของการปรับมโนทัศน์

1.3 สิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์

1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำไปสู่แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.6 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

2. แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

2.1 ความเป็นมาของรูปแบบการแปลงของเลช

2.2 ลักษณะของรูปแบบการแปลงของเลช

2.3 ประโยชน์ของการใช้รูปแบบการแปลงของเลชในการจัดการเรียนรู้

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.4 องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.6 แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

การปรับมโนทัศน์ (conceptual change) เป็นแนวคิดที่ได้รับการกล่าวถึงอย่างมากในงานวิจัยทางการศึกษาในปัจจุบัน โดยเฉพาะงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ (Davis, 2001) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับมโนทัศน์ พบว่า มีการประยุกต์ใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ในสาขาวิชาอื่นด้วย เช่น วิชาคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยของ Merenluoto และ Lehtinen (2004) วิชาเศรษฐศาสตร์ในงานวิจัยของ Davies และ Mangan (2005) และวิชาวิธีการวิจัยทางการศึกษาในงานวิจัยของศิริวรรณ แก้วฟอง (2549)

การปรับมโนทัศน์ไม่เพียงแต่เหมาะสมกับการสอนเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้กับการพัฒนาวิชาชีพของครูและผู้บริหาร เช่น การพัฒนาครูตามแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ (constructivist approaches) เพราะครูจะต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาท ต้องเรียนรู้กลยุทธ์การสอน ต้องสร้างมโนทัศน์ใหม่ (reconceptualize) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงความคิดความเข้าใจหรือมโนทัศน์ (conception) เกี่ยวกับความหมายของการสอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกมากกว่าผู้จัดการเรียนรู้ และเปลี่ยนแปลงบทบาทจากผู้รอบรู้บนเวทีการสอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่อยู่เคียงข้างผู้เรียน ("sage on the stage" เป็น "guide on the side") นอกจากนี้ยังสามารถนำแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ไปประยุกต์ใช้กับการทำงานในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันและการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า (Davis, 2001)

1.1 ความเป็นมาของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

จากการศึกษางานวิจัยของนักวิจัยหลายท่าน (Davis, 2001: Duit & Treagust, 2003: Posner, 1970) เกี่ยวกับความเป็นมาของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ พบว่า ในระหว่าง 3 ทศวรรษที่ผ่านมา งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์และบทบาทในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูและนักเรียนเป็นประเด็นสำคัญที่สุดของงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา (Duit & Treagust, 2003) ซึ่งเป็นไปตามความเห็นของ Davis (2001) ที่ว่างานวิจัยเกี่ยวกับการปรับมโนทัศน์ส่วนใหญ่อยู่ในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปสาระโดยสังเขปดังนี้

นับตั้งแต่ทศวรรษ 1970 ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนในระดับเนื้อหา โดยศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนการเรียนที่มีต่อเนื้อหาวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น วงจรไฟฟ้า แรง พลังงาน การเผาไหม้ และวิวัฒนาการ ข้อค้นพบจากงานวิจัยจำนวนมากตลอดช่วง 3 ทศวรรษแสดงให้เห็นว่า ก่อนการเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนมีความรู้หรือความเชื่อก่อนการเรียน และมีมโนทัศน์และความนึกคิดที่เป็นรากลึกซึ้งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับมุมมองทางวิทยาศาสตร์ติดมาด้วย (Duit & Treagust, 2003)

กลางทศวรรษ 1980 มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนในระดับอภิมาน (meta-levels) ใช้ชื่อว่า การสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และให้ความสนใจต่อมุมมองของการเรียนรู้ ซึ่ง ยังมีข้อจำกัดและประสบการณ์ในการศึกษาเรื่องดังกล่าวอย่างชัดเจน สำหรับ

ทศวรรษ 1980 นี้มีการพัฒนางานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนก่อนการเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีจุดมุ่งหมายที่วิธีการปรับมโนทัศน์

งานวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนและการปรับมโนทัศน์ได้อาศัยกรอบทฤษฎีต่าง ๆ โดยในช่วงเริ่มแรกใช้แนวคิดของ Piaget ในการร่างทฤษฎีขั้นตอน (stage theory) และการสัมภาษณ์เชิงคลินิก (clinical interview) รวมทั้งกรอบพื้นฐานของทฤษฎีที่เกี่ยวกับจิตตปัญญา (cognitive psychology) ต่อมาใช้แนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ที่พัฒนาจากการกระบวนการทางปัญญา (cognitive approach) ต่าง ๆ กับจุดเน้นตามมุมมองของความรู้ที่ถูกสร้างขึ้น เช่น แนวคิดของ Piaget ที่อธิบายการเรียนรู้ว่า บุคคลแต่ละคนพยายามที่จะทำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) หรือที่เรียกว่า “schema” โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วยความหมาย หรือความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์นั้น ผู้เรียนสร้างความหมายโดยใช้เครื่องมือทางปัญญาของตน โครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด หากการใช้ความรู้เดิมของตนทำนายเหตุการณ์ได้ถูกต้อง จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลคงเดิม และมั่นคงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าการคาดคะเนไม่ถูกต้อง ผู้เรียนจะต้องประหลาดใจ สงสัย และคับข้องใจ หรือที่เรียกว่า เกิดสภาวะไม่สมดุล (disequilibrium) ขึ้น เมื่อเกิดความขัดแย้งขึ้น ผู้เรียนจะมีทางเลือก 3 ทาง คือ (1) ยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตน (2) ปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญา โดยพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายขึ้น หรือ (3) ไม่สนใจทำความเข้าใจ การปรับโครงสร้างทางปัญญาเป็นเรื่องเฉพาะตน แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ทำให้ผู้เรียนต้องมีการปรับให้สอดคล้องกับประสบการณ์

แนวคิดต่อมาคือ แนวคิดของ Kuhn เกี่ยวกับทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์ และแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้แบบลึกซึ้ง ด้วยข้อจำกัดของแนวคิดการสร้างสรรค์ความรู้ทำให้เกิดการรวมกันของนักสร้างสรรค์สังคมและทิศทางเชิงวัฒนธรรมสังคม ทำให้เกิดข้อเสนอแนะในการใช้กรอบมุมมองที่หลากหลายทางญาณวิทยาในการศึกษากระบวนการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ในช่วงต่อมา Posner (1970 อ้างถึงใน Duit & Treagust, 2003) ได้เสนอทฤษฎีการปรับมโนทัศน์โดยใช้ทฤษฎีประวัติศาสตร์และสังคมเชิงสร้างสรรค์ของ Kuhn และทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการของ Piaget ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตน และปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาให้เหมาะสม (assimilation and accommodation) มาเป็นฐานในการปรับมโนทัศน์ โดยเสนอว่าการปรับตัวยอมรับมโนทัศน์ใหม่นี้เสมือนการยอมรับรูปแบบเชิงวิทยาศาสตร์ใหม่ การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ประกอบด้วย 2 รูปแบบ คือ (1) การยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตน โดยการใช้มโนทัศน์เดิมที่มีอยู่จัดการกับข้อเท็จจริงใหม่ที่ได้รับ (assimilation) และ (2) การปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญาให้เหมาะสม

โดยพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ (accommodation) โดยการปรับมโนทัศน์เป็นการปฏิรูปมโนทัศน์เดิมที่บุคคลมีอยู่และยอมรับมโนทัศน์ใหม่ ซึ่งนำไปสู่การกำหนดกรอบความคิดของบุคคลเหล่านั้นเอง (Zirbel, 2004 ; She, 2004)

จากบทบรรณาธิการของ Sinatra และ Pintrich (2003 อ้างถึงใน Duit & Treagust, 2003) ที่เน้นบทบาทของความตั้งใจของผู้เรียนในการปรับเปลี่ยนความรู้ โดยนำแนวคิดเกี่ยวกับผู้เรียนที่มีความตั้งใจของ Bereiter และ Scardamalia (1989 อ้างถึงใน Duit & Treagust, 2003) และ Pintrich Marx และ Boyle (1993 อ้างถึงใน Duit & Treagust, 2003) ซึ่งเน้นการปรับมโนทัศน์ในการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ภายใต้การควบคุมของผู้เรียน โดยสะท้อนสภาวะสมัครใจหรือกรอบความคิดที่ฝังใจ (mind set) และการเชื่อมโยงระหว่างแรงจูงใจ ปัญญา และการเรียนรู้ นอกจากนี้ She (2004) ได้เสนอว่าทั้งญาณวิทยา (epistemology) และปรัชญาว่าด้วยลักษณะความจริง (ontology) มีส่วนส่งเสริมให้เกิดการปรับมโนทัศน์ โดยญาณวิทยาทำให้แต่ละคนมีเกณฑ์ตัดสินว่าสิ่งใดเป็นปรากฏการณ์และใช้พิจารณาปรากฏการณ์ทางกายภาพ ส่วนปรัชญาว่าด้วยลักษณะความจริงเป็นความเชื่อพื้นฐานเกี่ยวกับธรรมชาติของวัตถุ นอกจากนี้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ คือ ความเชื่อจูงใจ (motivational beliefs) เกี่ยวกับการเรียนรู้ ซึ่งสามารถนำไปสู่การเกิดหรือพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาในขั้นที่สูงต่อไปได้

เงื่อนไขสำคัญที่ช่วยในการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ คือ (1) ความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่บุคคลมีอยู่ (dissatisfaction) บุคคลจะไม่เปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของตนจนกว่าจะเชื่อว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนมีอยู่ไม่เพียงพอหรือผิดหลัก ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ (2) มโนทัศน์ใหม่ต้องสามารถเข้าใจง่าย (intelligibility) บุคคลที่จะปรับไปสู่มโนทัศน์ใหม่ต้องพบว่ามโนทัศน์ใหม่สามารถเข้าใจได้ง่ายและอธิบายมโนทัศน์ใหม่ได้ (3) มโนทัศน์ใหม่มีความเป็นไปได้ มีเหตุผล (plausibility) มโนทัศน์ใหม่ต้องมีความเป็นไปได้ สามารถแก้ปัญหาที่มีอยู่ สอดคล้องกับความรู้อื่น ๆ และ (4) มโนทัศน์ใหม่ต้องนำไปใช้ได้อย่างบรรลุผล (fruitfulness) บุคคลต้องพบว่ามโนทัศน์ใหม่ที่จะปรับใช้ได้ผลตามที่ต้องการ สามารถขยายไปสู่เหตุการณ์อื่น ๆ รวมถึงการตรวจสอบใหม่ ๆ ด้วย (Zirbel, 2004; She, 2004; Suping, 2003)

จากแนวคิดดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า บุคคลจะมีความรู้ ความนึกคิดหรือความเชื่อเดิมเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นมาก่อนซึ่งอาจเป็นทั้งมโนทัศน์ที่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนไปจากความจริง ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องและส่งผลต่อการปรับมโนทัศน์คือ แรงจูงใจ และการเรียนรู้ทางปัญญาของบุคคล โดยต้องเชื่อว่ามโนทัศน์เดิมของตนนั้นไม่ถูกต้อง และเป็นสิ่งที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ทั้งนี้มโนทัศน์ใหม่ที่ได้รับต้องเป็นสิ่งเข้าใจง่าย สามารถแก้ปัญหาที่มีอยู่ได้และสอดคล้องเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ รวมทั้งสามารถนำไปสู่ผลสำเร็จตามที่คาดหวังได้

1.2 ความหมายของการปรับมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์นั้นเป็นแนวคิดหนึ่งที่ส่งเสริมการพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียน ซึ่งคำสำคัญที่ควรพิจารณาคือ การปรับมโนทัศน์ (Conceptual Change) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการปรับมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

โพสเนอร์และคณะ (Posner and others, 1982) กล่าวโดยสรุปว่า การปรับมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่มโนทัศน์ภายในจิตใจของบุคคลเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มของมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง เมื่อนักเรียนไม่พอใจมโนทัศน์เดิม และมโนทัศน์ใหม่เข้าใจได้ง่าย น่าเชื่อถือ และมีประโยชน์มากกว่า ในมุมมองของนักเรียน

ไคและคณะ (Chi and others, 1994) กล่าวว่า การปรับมโนทัศน์ถูกใช้แสดงถึงรูปแบบของการเรียนรู้หนึ่ง เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้ข้อมูลใหม่และเกิดความขัดแย้งกับความรู้เดิม โดยจะถูกกำหนดให้จัดระบบของความรู้ที่มีอยู่ใหม่ เช่น การได้มาซึ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง ซึ่งจะเกิดความขัดแย้งกับมโนทัศน์ของแรงในชีวิตประจำวันที่เป็นสมบัติของวัตถุทางกายภาพ

ไคและรอสโค (Chi and Roscoe, 2002) เชื่อว่า การปรับมโนทัศน์เป็นการแก้ไขการเข้าใจผิด เริ่มด้วยมโนทัศน์ที่ยังไม่ได้แก้ไข นักเรียนจะต้องแยกแยะมโนทัศน์ที่ผิดพลาดของตนเอง และแก้ไขมโนทัศน์เหล่านั้น ซึ่งในมุมมองดังกล่าว การเข้าใจผิดหมายถึงการจัดหมวดหมู่ที่ผิดพลาดของมโนทัศน์ ดังนั้นการปรับมโนทัศน์จึงเป็นการกำหนดมโนทัศน์ใหม่ไปยังประเภทที่ถูกต้อง

ดีเซดซา (DiSessa, 2002: 238-290) ได้กล่าวว่า การปรับมโนทัศน์เป็นการจัดระบบใหม่ของความรู้ที่สลับซับซ้อนในความคิดของนักเรียน ในมุมมองนี้การปรับมโนทัศน์จะเกี่ยวกับการจัดระบบเชิงการรู้ของความรู้ที่ยังไม่ได้รับประสบการณ์ (Naïve Knowledge) ที่แยกย่อยอยู่

อิวาร์สัน (Ivarsson et al., 2002: 1-12) กล่าวไว้ว่า มโนทัศน์ที่ยังไม่ได้รับประสบการณ์ (Naive Conception) ไม่ได้ช่วยเหลือการปรับมโนทัศน์ เพราะการปรับมโนทัศน์เกิดจากเครื่องมือทางสติปัญญา ในมุมมองนี้การปรับมโนทัศน์เป็นผลจากการปรับเปลี่ยนแนวทางเมื่อนักเรียนใช้เครื่องมือในบริบทที่หลากหลาย

โวสเนียดัว (Vosniadou, 2002: 15) กล่าวว่า การปรับมโนทัศน์เป็นกระบวนการที่สามารถทำให้นักเรียนสร้างแบบจำลองสังเคราะห์ (Synthesize Models) ในความคิดของพวกเขา เริ่มต้นด้วยกรอบการอธิบาย (Explanatory Framework) ที่พวกเขามีอยู่ เป็นกระบวนการเข้าใจที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นซึ่งสามารถให้ผลในการพัฒนาแบบจำลองความคิด (Mental Models) โดยความรู้ที่มีอยู่ก่อนเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้

การปรับมโนทัศน์เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในหมู่นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ แม้ว่าจะยังคงมีมุมมองเกี่ยวกับการเกิดกระบวนการปรับมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน แต่ดูเหมือนว่าจะไม่มีข้อโต้แย้งเกี่ยวกับการเกิดกระบวนการปรับมโนทัศน์ เนื่องจากการปรับมโนทัศน์เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ในวิทยาศาสตร์ ในขณะที่นักทฤษฎียังคงถกเถียงถึงกระบวนการของการปรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มโนทัศน์ ครูสามารถปรับปรุงการปรับมโนทัศน์โดยการสร้างเงื่อนไขหรือภาวะที่ส่งเสริมการปรับมโนทัศน์ดังกล่าวได้ (Suping, 2003: online)

การปรับมโนทัศน์ เป็นคำที่ใช้แสดงลักษณะเฉพาะของสถานการณ์ที่ความรู้เดิมของผู้เรียนไม่สอดคล้องกับการสร้างมโนทัศน์ใหม่ และสถานการณ์ที่ผู้เรียนมักได้รับการโน้มน้าวให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ หรือเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Merenluoto & Lehtinen, 2004) การปรับมโนทัศน์เป็นกลไกที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย บุคคลจะมีการปรับมโนทัศน์เมื่อมีการถ่ายโอนสภาพของมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ของประเด็นหรือปรากฏการณ์ไปสู่สภาพของมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ซึ่งมีลักษณะเชิงสัมพัทธ์ในระหว่างกระบวนการของการพัฒนาทางปัญญา ซึ่งบุคคลจะมีการปรับการคิดซ้ำ ๆ เกี่ยวกับมโนทัศน์และโมเดลความคิด ตรงกับที่ Mayer (2000 อ้างถึงใน Fardanesh, 2006) กล่าวไว้ว่า การปรับมโนทัศน์เป็นกระบวนของการได้รับความเข้าใจที่ลึกซึ้งเชิงโครงสร้าง เป็นการเรียนรู้ที่ปรับให้เหมาะ เป็นความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เคยได้รับการเรียนรู้ และเป็นการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง หรือเป็นการสร้างความคิด

การปรับมโนทัศน์เป็นการเปลี่ยนแปลงในสิ่งที่แสดงว่าเป็นผลิตผลของปฏิสัมพันธ์ของโครงสร้างความคิดกับวัตถุหรือเหตุการณ์ภายนอก การปรับมโนทัศน์สร้างรากฐานของการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และเป็นหัวข้อของงานวิจัยจำนวนมากระหว่างนักมานุษยวิทยาและนักการศึกษา (Fardanesh, 2006)

จากการคำกล่าวเกี่ยวกับการปรับมโนทัศน์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การปรับมโนทัศน์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อกำหนดมโนทัศน์ใหม่ให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงมโนทัศน์เดิมจากการสร้างเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมให้เป็นความรู้ใหม่ เพื่อจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแนวคิด และเป็นการสร้างแบบจำลองสังเคราะห์ในความคิดของตน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 สิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงสิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์ ไว้ดังต่อไปนี้

โพสเนอร์และคณะ (Posner et al., 1982: 212) ได้เสอนสิ่งสำคัญสำหรับการปรับมโนทัศน์ คือ

1. ความไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ (Dissatisfaction) นักเรียนต้องตระหนักว่ามีบางอย่างไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่มีอยู่และวิธีการคิดที่พวกเขามีอยู่นั้นไม่สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ได้

2. มโนทัศน์ใหม่สามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) มโนทัศน์ใหม่ไม่เพียงแค่สร้างความเข้าใจ แต่นักเรียนจะต้องสามารถย้อนกลับไปให้เหตุผลในมโนทัศน์เดิมและเป็นไปตามหลักการ/ทฤษฎี โดยนักเรียนสามารถจะอธิบายมโนทัศน์นั้นให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนเข้าใจได้

3. มโนทัศน์ใหม่มีเหตุผลน่าเชื่อถือ (Plausibility) มโนทัศน์ใหม่จะต้องสร้างความเข้าใจมากกว่ามโนทัศน์เดิม จะต้องมีความสามารถในการใช้แก้ปัญหาได้ดีกว่า นักเรียนควรจะ

สามารถตัดสินใจด้วยตนเองได้ว่าทำอย่างไรมโนทัศน์ใหม่นี้จึงจะสอดคล้องกับแนวทางในการคิดของพวกเขา และสามารถนึกย้อนถึงสถานการณ์ที่มโนทัศน์ใหม่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

4. มโนทัศน์ใหม่มีประโยชน์ (Fruitfulness) มโนทัศน์ใหม่ควรจะสามารถทำได้มากกว่าเพียงแค่การแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่ โดยควรจะเปิดกว้างไปยังขอบเขตความรู้ใหม่ที่ต้องการสืบเสาะ

สเตสฟายลิดัวและฟอสเนียเดล (Stafylidou and Vosniadou, 2004: 503-518) ได้กล่าวถึงสิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์ ได้แก่

1. กระบวนการเข้าใจความรู้ไม่ได้เป็นกระบวนการเพิ่มพูนความรู้ในโครงสร้างมโนทัศน์ที่มีอยู่เสมอไป บางครั้งการเข้าใจสารสนเทศใหม่ต้องการการจัดระบบโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่ใหม่อย่างสุดขีด

2. การเรียนรู้ที่ต้องจัดระบบโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่ใหม่เป็นเรื่องยากและต้องอาศัยเวลามากกว่าการเพิ่มพูนความรู้ ยิ่งไปกว่านั้นในกระบวนการจัดระบบโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่ใหม่นั้นอาจจะสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้

3. ความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นแบบจำลองสังเคราะห์ที่แสดงถึงความพยายามของนักเรียนในการดูดซึมสารสนเทศใหม่ไปยังความรู้พื้นฐานเดิมที่พวกเขามีอยู่

สตีแพนส์และชมิดท์ (Stepans and Schmidt, 2009: 22) ได้กล่าวถึงสิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์ มี 4 ประการ ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ โดยจะต้องเผชิญหน้ากับปัญหาหรือสถานการณ์แปลก ๆ ซึ่งหาข้อสรุปไม่ได้ และคลายความเชื่อถือต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

2. มโนทัศน์ใหม่จะต้องเป็นมโนทัศน์ที่เข้าใจง่าย โดยนักเรียนจะต้องสามารถมองเห็นได้ว่ามโนทัศน์ก่อให้เกิดประสบการณ์เพียงพอสำหรับการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ อย่างไร

3. มโนทัศน์ใหม่จะต้องดูน่าเชื่อถือ อย่างน้อยมโนทัศน์ใหม่จะต้องสามารถนำไปแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนทัศน์ดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับความรู้ในสาขาอื่น ๆ อีกด้วย

4. มโนทัศน์ใหม่จะต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น มโนทัศน์ดังกล่าวจะต้องมีศักยภาพที่จะขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่น

สรุปได้ว่า สิ่งสำคัญในการปรับมโนทัศน์เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนต้องไม่พอใจในมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ นักเรียนเผชิญกับเหตุการณ์ที่แตกต่างกันซึ่งขัดแย้งกับมโนทัศน์เดิม ซึ่งจะก่อให้เกิดภาวะไม่สมดุล นักเรียนพยายามแก้ไขความขัดแย้งนั้น โดยการดูดซึมสารสนเทศใหม่ไปยังความรู้พื้นฐานเดิมที่พวกเขามีอยู่ ซึ่งมโนทัศน์ใหม่จะต้องเป็นมโนทัศน์ที่เข้าใจง่าย มีเหตุผลน่าเชื่อถือ และมีประโยชน์

1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำไปสู่แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

Gregoire (2003) สังเคราะห์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของครู เพื่อสร้างโมเดลเชิงทฤษฎีสำหรับอธิบายความเชื่อของครูเกี่ยวกับการสอนที่ต่อต้านการปฏิรูปซึ่งเป็นการท้าทายต่อความเชื่อที่ครูมีอยู่ พร้อมทั้งให้กรอบแนวคิดในการออกแบบวิธีการพัฒนาความเชื่อของครูและการสนับสนุนครูในการนำไปสู่การปฏิบัติ โมเดลที่ Gregoire พัฒนาขึ้น เรียกว่า การปรับมโนทัศน์ตามโมเดลพุทธิพิสัย-จิตพิสัย (Cognitive–Affective Model of Conceptual Change) เป็นโมเดลเชิงทฤษฎีที่บูรณาการข้อค้นพบที่สำคัญจากโมเดลทางด้านความรู้คิดเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนความเชื่อด้วยปัจจัยทางด้านแรงจูงใจและด้านจิตใจที่พบในทฤษฎีและงานวิจัยด้านจิตวิทยาสังคมและวิทยาศาสตร์ศึกษาจำนวน 5 ทฤษฎี ได้แก่ (1) ทฤษฎีความไม่สอดคล้องกลมกลืน (dissonance theory) (2) โมเดลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Model) (3) โมเดลทวิกระบวนการ (dual-process models) (4) โมเดลการสร้างความรู้ใหม่เชิงความรู้คิด (cognitive reconstruction of knowledge model: CRKM) และ (5) โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติและพฤติกรรมของ Fazio (Fazio’s model of the relationship between attitude and behavior) รายละเอียดแต่ละทฤษฎีหรือแนวคิดมีดังนี้

1. *ทฤษฎีความไม่สอดคล้องกลมกลืน (dissonance theory)* ทฤษฎีความไม่สอดคล้องทางความคิดของ Festinger (1957 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) มีพื้นฐานมาจากข้อสันนิษฐานของทฤษฎีความสอดคล้องทางปัญญา/ความรู้ความคิด (cognitive consistency theory) ที่ริเริ่มโดยงานวิจัยทางจิตวิทยาสังคมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ตามทฤษฎีความสอดคล้องทางความคิด บุคคลมีแนวโน้มต้องการความสมดุลระหว่างความคิด ทัศนคติ และความเชื่อ เมื่อส่วนประกอบดังกล่าวขาดความสมดุลหรือไม่ประสานกันจะเกิดแรงจูงใจในการฟื้นฟูเพื่อให้เกิดความสมดุลและการปรับเปลี่ยนทัศนคติ (Heider, 1946 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) ทฤษฎีของ Festinger ให้ความสำคัญต่อเงื่อนไขที่นำไปสู่ความคิดที่ไม่สมดุล องค์ประกอบทางความคิดอาจเป็นได้ทั้งแบบประสานสอดคล้อง และ แบบไม่เกี่ยวข้องกันหรือไม่สอดคล้องกัน ความไม่สอดคล้องกลมกลืนกันที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความไม่คงเส้นคงวาด้านเหตุผลที่เป็นสิ่งประกอบหรือสิ่งที่ทำให้ความคิด ความเชื่อ ทัศนคติของบุคคล สอดคล้องกัน หรือจากการมีสถานการณ์เฉพาะที่ขัดขวางความคาดหวังของบุคคล เมื่อสิ่งที่คาดหวังของบุคคลเกิดอุปสรรค จึงอาจเกิดความไม่สมดุลระหว่างความคิดที่คาดหวังไว้ ทัศนคติ และความเชื่อที่มีต่อสิ่งนั้น

Cooper และ Fazio (1984 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) ได้แก้ไขปรับปรุงโมเดลความไม่สอดคล้องทางความคิดของ Festinger บนพื้นฐานของการสังเคราะห์งานวิจัย ซึ่งพบว่า ความไม่สอดคล้องจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลเกิดความเข้าใจ โดยเป็นความเข้าใจต่อสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหรือเหตุการณ์ที่รู้ได้ล่วงหน้า Cooper และ Fazio กล่าวเพิ่มเติมว่า แรงจูงใจ จะเป็นสิ่งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ แรงจูงใจต่อการปรับเปลี่ยนจะช่วยทำให้สิ่งที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างความคิด ความเชื่อ และทัศนคติของบุคคลเกิดความสมดุล

การนำทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติสำหรับการเปลี่ยนแปลงครู คือ ความจำเป็นที่ต้องให้ครูมองการปฏิบัติในปัจจุบันว่าเป็นปัญหาก่อนที่การเปลี่ยนแปลงความเชื่อจะเกิดขึ้นตามมา นั่นคือทำให้ครูมีแรงจูงใจที่จะปรับเปลี่ยน (Wood, Cobb, and Yackel, 1990) การมองว่าการปฏิบัติเป็นปัญหา

อาจส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเชื่อโดยผ่านทั้งกลไกทางการจูงใจหรือทางความคิด หรือทั้งสองอย่าง โมเดลความไม่สอดคล้องทางความคิดที่แก้ไขปรับปรุงของ Cooper และ Fazio มีข้อจำกัดสองประการที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ในการปรับเปลี่ยนทัศนคติและความเชื่อของครู ประการแรกคือการสนับสนุนในเรื่องตรงข้ามกับทัศนคติไม่เป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงความเชื่อสุดท้ายในตัวครู และประการที่สอง โมเดลไม่ได้อธิบายการปรับเปลี่ยนความเชื่อและทัศนคติที่เกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขการไม่รังเกียจสิ่งที่ต้องการปรับเปลี่ยนหรือการต่อต้านจากครูหรือผู้เข้าร่วมกระบวนการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

2. *โมเดลการปรับมโนทัศน์ (conceptual change model)* โมเดลการปรับมโนทัศน์ (CCM) เกิดจากผลงานการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ความสำคัญต่อบทบาทของความรู้เดิมในการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน (Posner, Strike, Hewson, and Gertzog, 1982 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) การปรับระบบการสร้างมโนทัศน์ปัจจุบันของบุคคลต้องผ่านกระบวนการปรับให้เหมาะ โดยความคิดที่มีอยู่เดิมจะถูกแทนที่ด้วยความคิดที่สมบูรณ์กว่า แต่เมื่อบุคคลล้มเหลวในการปรับข้อมูลสารสนเทศใหม่ ก็จะเปลี่ยนมาเป็นการซึมซับความคิดความรู้เดิม ซึ่งการซึมซับความรู้เดิมจะเป็นการขัดขวางความรู้ใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดของ (Festinger, 1957 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) ที่ว่า ทัศนคติที่มีอยู่เดิมจะขัดขวางบุคคลจากการให้ความสนใจต่อข้อมูลสารสนเทศที่ไม่ตรงกับทัศนคติ เช่นเดียวกับความคิดของ Posner และคณะที่ให้ความเห็นว่าเงื่อนไขที่ส่งเสริมให้เกิดการปรับให้เหมาะคือความไม่พึงพอใจต่อความคิดเดิมรวมทั้งความคิดใหม่ต้องเป็นสิ่งที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและนำมาสู่การบรรลุผลการแก้ปัญหาด้วย

CCM มีข้อจำกัด 2 ประการ ประการแรก เป็นโมเดลที่เน้นการปรับเปลี่ยนด้านความรู้คิด (cognitive) มากกว่าการเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ซึ่งไม่สามารถอธิบายปัจจัยทางด้านแรงจูงใจและด้านจิตใจได้ (Patrick and Pintrich, 2001; Pintrich, 1999; Pintrich, Marx, and Boyle, 1993) ประการที่สอง กลไกการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์พิจารณาความไม่พึงพอใจเฉพาะจุดเริ่มต้นของกระบวนการเท่านั้น อย่างไรก็ตาม จุดแข็งที่สำคัญของ CCM คือ การอธิบายบทบาทของความรู้ความเชื่อที่มีอยู่เดิมในกระบวนการของการเปลี่ยนแปลงความเชื่อ และการระบุเงื่อนไขภายใต้การเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่ปรากฏ แนวทางหนึ่งที่จะพิชิตข้อจำกัดของทฤษฎีการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์คือการบูรณาการกับงานวิจัยทางด้านจิตวิทยาสังคมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความเชื่อและทัศนคติ

3. *โมเดลทวิกระบวนการ (dual-process models)* โมเดลทวิกระบวนการ เป็นโมเดลเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนทัศนคติในงานวิจัยทางจิตวิทยาสังคม โดยกล่าวถึงกลไกของการปรับเปลี่ยนทัศนคติและอิทธิพลทางด้านจิตใจและแรงจูงใจที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง โมเดลทวิกระบวนการมีเส้นทางในการจัดการกับข้อมูล 2 ลักษณะคือ เส้นทางหลัก (central route) และเส้นทางภายนอก (peripheral route) เมื่อมีการประมวลผลข้อความโดยผ่านเส้นทางหลัก บุคคลจะใช้กระบวนการเชิงระบบซึ่งเป็นกระบวนการเชิงลึกที่ใช้เหตุผล ใช้ความพยายาม และใช้ความรู้คิด

อย่างเต็มที่ ในทางตรงกันข้ามการประมวลผลผ่านเส้นทางภายนอก บุคคลจะพึ่งพาสิ่งช่วยค้นหาหรือช่วยให้เรียนรู้ที่สร้างจากประสบการณ์ที่ผ่านมา จุดเด่นประการหนึ่งของโมเดลทวิกระบวนการ คือ การระบุบทบาทของความรู้เดิมที่มีผลต่อกระบวนการด้านความรู้คิด การอธิบายบทบาทของแรงจูงใจในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์และกลไกของการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ผ่านการจัดการทางด้านสติปัญญา รวมทั้งให้แนวทางในการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างบุคคลในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์และการดำเนินการจัดการผ่านบทบาทที่ความสามารถและแรงจูงใจแสดงจุดเริ่มต้นความพอเพียง นอกจากนี้ยังเป็นโมเดลที่มีความเฉพาะเจาะจงและความชัดเจนเกี่ยวกับตัวทำนายและตัวส่งผ่านความแตกต่างในกระบวนการจัดการในระดับสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม โมเดลนี้มีข้อจำกัดที่ไม่ได้ให้รายละเอียดความสัมพันธ์ระหว่างผลและกระบวนการของการเปลี่ยนแปลง และยังขาดลักษณะกระบวนการเชิงพลวัต (Chaiken, 1980 อ้างถึงใน Gregoire, 2003)

4. *โมเดลการสร้างความรู้ขึ้นใหม่เชิงความรู้คิด (cognitive reconstruction of knowledge model: CRKM)* Dole และ Sinatra (1998) ได้พัฒนาโมเดลการสร้างความรู้ใหม่เชิงความรู้คิด (CRKM) ด้วยการบูรณาการ CCM และโมเดลทวิกระบวนการ เข้าด้วยกัน โดยใช้เงื่อนไขของ CCM ในเรื่องความสามารถเข้าใจได้ง่าย ความเป็นไปได้ ความมีเหตุผล และพิจารณาว่าสิ่งที่ต้องการปรับเปลี่ยนเป็นการบีบบังคับหรือไม่ และใช้จุดเด่นของโมเดลทวิกระบวนการ ในเรื่องที่มีการบรรยายรายละเอียดของกลไกการปรับเปลี่ยนความเชื่อ อย่างไรก็ตาม CRKM มีข้อจำกัดคือ ไม่มีการระบุผลลัพธ์ที่ได้ รวมทั้งไม่ได้อธิบายถึงระดับความเต็มใจที่จะปรับเปลี่ยนและไม่ได้ระบุว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลอย่างไรต่อกระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์

5. *โมเดลความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติและพฤติกรรมของ Fazio (Fazio's model of the relationship between attitude and behavior)* สำหรับโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างการปรับเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรม Fazio (1986 อ้างถึงใน Gregoire, 2003) ให้ความสำคัญต่อธรรมชาติของความรู้คิดและการตีความ โดยที่ทัศนคติส่งผลต่อการรับรู้และมีอิทธิพลต่อการตีความของบุคคล ในขณะที่การตีความของบุคคลได้รับอิทธิพลจากการตีความสถานการณ์ของผู้อื่น และมีอิทธิพลทางอ้อมต่อพฤติกรรมของบุคคล

โมเดลของ Fazio มีจุดเด่นกว่าโมเดลอื่นข้างต้นหลายประการ เช่น ใช้การรับรู้เป็นสื่อ (mediate) ในการตีความเหตุการณ์ของบุคคล มีการเน้นบทบาทของการประเมินสถานการณ์โดยอัตโนมัติซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการตีความเหตุการณ์ของบุคคล และอธิบายกระบวนการที่ความเชื่อของบุคคลได้รับการปรับโครงสร้างฐานรากขึ้นมาใหม่ (radical restructuring) นอกจากนี้โมเดลยังมีความชัดเจนในกระบวนการของการปรับมโนทัศน์

จากแนวคิดทั้ง 5 ประการข้างต้น Gregoire (2003) ได้นำมาบูรณาการเป็นโมเดลใหม่ ชื่อว่า การปรับมโนทัศน์ตามโมเดลพุทธิพิสัย-จิตพิสัย หรือ Cognitive-Affective Model of Conceptual Change-CAMCC ดังแสดงในแผนภาพที่ 1 ซึ่งอธิบายขั้นตอนการพัฒนามโนทัศน์ของบุคคลไปสู่การปรับมโนทัศน์ ดังนี้

กระบวนการเริ่มต้นจากการระบุสิ่งที่ต้องปรับต่อบุคคล และการที่บุคคลได้รับทราบข้อมูลว่ามีการปรับเกิดขึ้นกับตนเอง อาจตีความได้ใน 2 ลักษณะคือ (1) การปรับนั้นมีส่วนคุกคามต่อเอกลักษณ์ทางวิชาชีพ ไม่มีประโยชน์หรือควรแก่การเข้าไปเกี่ยวข้อง และ (2) การปรับที่เกิดขึ้นนั้นมีความเกี่ยวข้องหรือมีประโยชน์กับตนเอง ซึ่งทำให้ครูมีแรงจูงใจให้เกิดการปรับมโนทัศน์ในที่สุด

หลังจากนั้น มีการพิจารณาว่าเรื่องที่มีการปรับนั้นมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับตนเองหรือไม่ ซึ่งในที่นี้มีทางเลือกในโมเดลได้ 2 ลักษณะคือ (1) การปรับนั้นไม่มีความเกี่ยวข้องกับตนเอง จะเกิดขึ้นในกรณีที่บุคคลพิจารณาแล้วว่าตนเองไม่ได้เป็นกลุ่มหลัก (stake) ที่จะได้รับประโยชน์หรือผลกระทบจากการปรับนั้นก็จะมองการปรับเปลี่ยนที่เกิดขึ้นแบบเป็นกลางและทางบวกซึ่งแสดงอยู่ทางด้านขวาของภาพ โดยแสดงถึงสภาวะของการประเมิน/การตีความเชิงบวกแบบอ่อน (Benign-positive appraisal) ซึ่ง Gregoire ได้เสนอว่า บุคคลที่ทำการประเมินดังกล่าวโดยขาดแรงจูงใจสำคัญต่อการปรับมโนทัศน์อย่างเป็นระบบ จะเป็นการประเมินแบบอ่อน (benign) หรือเป็นกลาง อันจะส่งผลให้เกิดการปรับแบบใช้ประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา ไม่มีความรู้สึกว่าลำบากหรือความรู้สึกทางลบในการตอบรับการปรับ งานวิจัยที่เกี่ยวกับอารมณ์ทางบวกหรือการตีความต่อผลประเมินสิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนทางบวก พบว่า อารมณ์ทางบวกที่มีต่อสิ่งที่ประเมินนั้นมักจะมีผลในการจัดการแบบใช้ประสบการณ์หรือสัญชาตญาณของตนที่ยังไม่ถือว่าเป็นการจัดการเชิงระบบ กล่าวคือ อารมณ์ทางบวกหรือการตีความเชิงบวกต่อผลประเมินสิ่งที่ตนต้องปรับนั้น อาจลดความสามารถเชิงสติปัญญาในการจัดการกับสิ่งที่ต้องปรับ และอารมณ์ทางบวกอาจทำให้บางคนมีแรงจูงใจลดลงที่จะสนใจสิ่งที่ต้องปรับ หรือที่ไม่ดึงดูดใจต่อความกลัวที่ตนเองมี อารมณ์ทางบวกจะมีผลต่อการจัดการแบบใช้ประสบการณ์หรือสัญชาตญาณของตน นั่นหมายความว่าลักษณะที่ 1 (ตามแผนภูมิด้านขวามือ) หากครูตีความต่อผลประเมินเกี่ยวกับสิ่งที่ตนต้องปรับนั้นในลักษณะทางบวก เห็นว่าสิ่งที่ตนต้องปรับนั้นเป็นเรื่องไม่รุนแรง ไม่ส่งผลกระทบที่เสียหายต่อตน จึงขาดแรงจูงใจต่อการปรับมโนทัศน์ ในขณะที่ลักษณะที่ 2 (ตามแผนภูมิด้านซ้ายมือ) หากครูมีความรู้สึกหรืออารมณ์ทางลบต่อผลประเมินเกี่ยวกับสิ่งที่ตนต้องปรับ รู้สึกว่าหากตนไม่เปลี่ยนแปลงจะมีผลกระทบทางลบที่เสียหายตามมา ผลประเมินดึงดูดใจให้ต้องการปรับมโนทัศน์ของตนเอง กระบวนการปรับมโนทัศน์ใน 2 ลักษณะข้างต้นจะเป็นไปตามทางแยก 2 ข้างของแผนภูมิขั้นตอนของโมเดล CAMCC

หลักการเกี่ยวกับการชักจูงใน CAMCC ระบุว่าการจัดการแบบใช้ประสบการณ์หรือสัญชาตญาณของตนที่มีอยู่เดิมจะนำไปสู่ทางเลือกในการตัดสินใจโดยตรงในส่วนของผลที่เกิดในแผนภาพลำดับขั้นตอน โดยระดับที่ครูยอมรับการปรับนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อและประสบการณ์เดิม หากความเชื่อและประสบการณ์ดังกล่าวสนับสนุนสิ่งที่ต้องปรับ บุคคลจะยอมรับสิ่งที่ต้องปรับนั้นและสิ้นสุดลง และการปรับนั้นจะถูกยอมรับ คือเป็นไปตามลักษณะในแผนภูมิด้านซ้ายมือ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าแบบแผนทางความคิดของครู/บุคคลเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับการปรับมีลักษณะที่ไม่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง และถือว่าไม่เกิดการปรับมโนทัศน์ที่แท้จริง (Assimilation/Superficial belief change) นั่นคือยังมีการยึดติดกับความคิดเดิมในโครงสร้างทางปัญญาของตนหรือยังยึดติดกับ

ความรู้เดิมความเชื่อเดิมของตน นั่นคือถ้าความเชื่อและประสบการณ์เดิมขัดแย้งกับการปรับ บุคคลจะไม่ยอมรับการปรับนั้นส่งผลให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเชื่อ

สำหรับแผนภูมิด้านซ้ายมือ กระบวนการที่ต่อจากขั้นตอนนี้คือ การมีระดับแรงจูงใจที่จะปรับในอีกกรณีหนึ่ง เมื่อกลับมาที่จุดเริ่มต้นของแผนภาพลำดับขั้นตอนดังภาพ เมื่อบุคคลประเมินแล้วว่าการปรับนั้นมีความเกี่ยวข้องกับตนเอง บุคคลก็จะทำการประเมินอย่างเข้มข้นในลักษณะที่มีการถูกกระตุ้นกับสิ่งนี้ (stress appraisal) ว่าตนมีระดับของแรงจูงใจที่จะปรับมากน้อยเพียงใด ซึ่งมีแนวคิดที่กล่าวว่า สิ่งที่ถูกกระตุ้นนี้สามารถนำไปสู่การเรียนรู้และการปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญา/ความรู้ให้เหมาะสม โดยพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ โดยมีหลักฐานว่าความท้าทายเป็นประสบการณ์ที่เป็นอารมณ์พึงใจ และสัมพันธ์กับระดับของความพยายาม ความเชื่อมั่น ความมุ่งหมาย และความรับผิดชอบในตน นอกจากนี้ Lazarus และ Folkman ยังกล่าวว่า วิธีการหรือแนวทางหรือสิ่งที่จะกระตุ้นที่ส่งผลให้บุคคลเปลี่ยนแปลง ใน CAMCC ประกอบด้วย ลักษณะของบุคคล เช่น ความเชื่อในประสิทธิภาพ ความรู้ และลักษณะของสถานการณ์ เช่น เวลา การสนับสนุนอื่น ๆ ซึ่งจะสะท้อนในสองส่วนถัดไปในแผนภูมิลำดับขั้นตอนของโมเดล

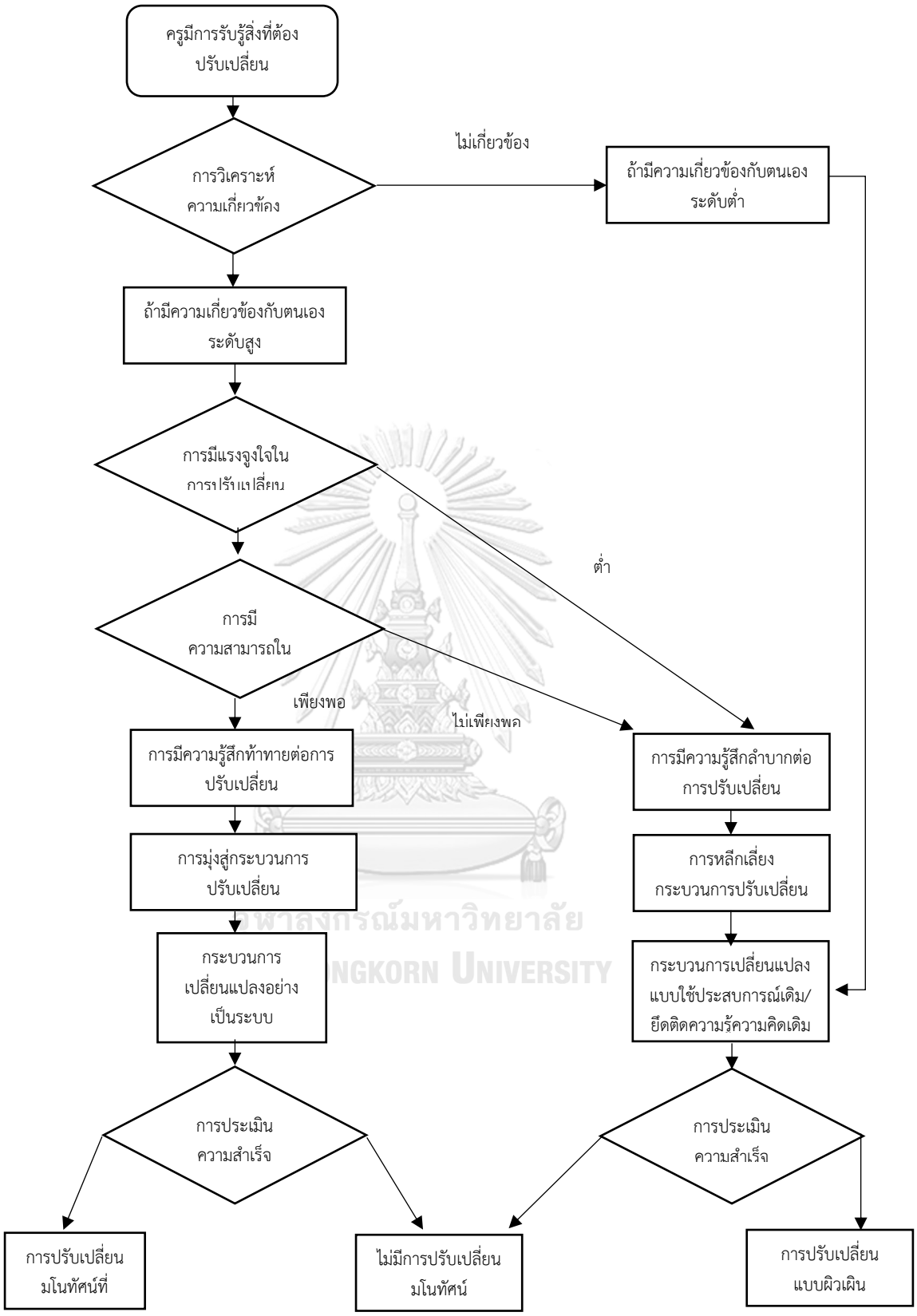
กระบวนการต่อมาเริ่มจากการพิจารณาความสามารถในการปรับ โดยสำหรับขั้นตอนนี้ความเชื่อในประสิทธิภาพของตน หรือความสามารถในการปรับมีความสำคัญในการนำไปสู่การประเมินว่าเป็นความท้าทายหรือเป็นภัยคุกคาม ความเชื่อในประสิทธิภาพของบุคคลเป็นความคาดหวังในสถานการณ์เฉพาะของบุคคลที่สามารถช่วยให้ได้เรียนรู้ ความเชื่อในประสิทธิภาพมีฐานจากมาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ คือ ประสบการณ์ความเชี่ยวชาญตามบทบัญญัติ/กฎหมาย การเชิญชวนทางวาจา สภาวะ ทางจิตวิทยาและอารมณ์ความรู้สึก มีหลักฐานว่าความมีประสิทธิภาพในตนที่สูงหรือเข้มแข็งเป็นตัวกันชนที่ต้านสิ่งที่ถูกกระตุ้นให้ปรับ แต่การมีประสิทธิภาพในตนต่ำจะรับรู้สถานการณ์ที่มีสิ่งกระตุ้นเป็นการคุกคามต่อตนเองเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การมีแรงจูงใจที่จะปรับขึ้นอยู่กับความเชื่อในประสิทธิภาพของตนเองว่ามีความสามารถในการปรับมากน้อยเพียงใด หากเชื่อว่าตนสามารถเปลี่ยนแปลงไปสู่สิ่งที่เป็นเป้าหมายได้ ก็จะเกิดแรงจูงใจต่อการปรับนั้น

สำหรับการมุ่งสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลง หากบุคคลมีความเชื่อที่เข้มแข็งในความสามารถที่จะดำเนินการไปสู่การปรับแล้ว บุคคลจะรับรู้สถานการณ์ของการปรับในลักษณะเป็นการท้าทาย แต่ถ้าบุคคลมีความเชื่อในประสิทธิภาพที่ไม่หนักแน่นแล้วโมเดลจะยืนยันว่าบุคคลรับรู้สถานการณ์ของสิ่งที่ต้องปรับนั้นว่าเป็นการคุกคาม และยอมรับเป้าหมายในการหลีกเลี่ยงการคุกคาม ซึ่งจะเข้าสู่กระบวนการทางด้านขวามือของแผนภูมิ (ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สมบูรณ์หรือมีการปรับอย่างผิวเผิน) ส่วนบุคคลที่มุ่งมั่นสู่การเปลี่ยนแปลงจะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นระบบ (ด้านซ้ายของแผนภูมิ)

กระบวนการต่อมาเป็นการประเมินผลสำเร็จของการปรับ บุคคลที่เข้าสู่กระบวนการปรับในสองลักษณะ ลักษณะแรก หากเข้าสู่กระบวนการปรับโดยใช้ประสบการณ์/สัญชาตญาณที่ผ่านมา

หรือความรู้ความคิดเดิม คือยังมีการยึดติดกับความคิดเดิมความรู้เดิมของตน เป็นไปได้ 2 กรณี คือ กรณีที่ประสบความสำเร็จจะถือว่า เป็นการปรับอย่างผิวเผิน และถ้าไม่ประสบความสำเร็จจะถือว่า ไม่มีการปรับความเชื่อ ส่วนลักษณะที่สอง หากเข้าสู่กระบวนการปรับเอย่างเป็นระบบ เป็นไปได้ใน 2 กรณี คือ กรณีที่ประสบความสำเร็จจะถือว่าเป็นการปรับมโนทัศน์ที่แท้จริง และถ้าไม่ประสบความสำเร็จจะถือว่า ไม่มีการปรับเปลี่ยนความเชื่อ สามารถสรุปแนวคิดของ Gregoire (2003) ดังแผนภาพที่ 1 ต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนภาพที่ 1 การปรับมโนทัศน์ตามโมเดลพุทธิพิสัย-จิตพิสัย ตามแนวคิดของ Gregoire (2003)

นอกจากนี้ Posner และคณะ (1992 อ้างถึงใน Ho, 2000) กล่าวถึง แรงจูงใจในการปรับมโนทัศน์ซึ่งเงื่อนไขของการปรับมโนทัศน์ใหม่ ได้แก่

(1) การมีความรู้สึกไม่พึงพอใจต่อมโนทัศน์ปัจจุบัน

(2) มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ง่าย

(3) มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นสิ่งที่มีความเป็นไปได้ มีเหตุผล

(4) มโนทัศน์ใหม่ต้องเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์

ซึ่งทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวข้างต้นมีความร่วมกันที่เด่นชัด ในเรื่องต่อไปนี้

1. กำหนดให้เกิดการเผชิญหน้า เป็นเงื่อนไขสำคัญที่ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงจากดุลยภาพกึ่งคงที่

2. สภาวะตึงเครียดเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้า ทำให้เกิดภาวะที่ไม่พึงพอใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการปรับมโนทัศน์

3. การที่บุคคลมีความตระหนักว่าสิ่งที่ต้องปรับเปลี่ยนนั้นมีคุณค่า ประโยชน์ และมีอิทธิพลต่อตนเองนั้น จะเป็นสิ่งจูงใจให้เกิดการปรับ

4. การเปลี่ยนความคิดเดิมของบุคคลไปสู่ความคิดที่สูงขึ้น ต้องใช้กระบวนการสร้างพันธสัญญาให้เกิดขึ้น เมื่อบุคคลมีความยึดมั่นในพันธสัญญาแล้ว จะทำให้การปรับเกิดขึ้นได้

ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงที่กล่าวข้างต้นมีความร่วมกันที่เด่นชัด โดยกำหนดให้การเผชิญหน้ากับสิ่งที่ต้องเปลี่ยนแปลง (confrontation) เป็นกุญแจในการเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ โดย Lewin ได้พูดถึงการปลุกเร้าอารมณ์ความรู้สึกเพื่อทำให้บุคคลเปลี่ยนจากสภาวะที่คงที่ไปสู่การเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับ Posner และคณะ รวมทั้ง Shaw และคณะ ที่ตั้งสมมุติฐานสภาวะทางจิตวิทยาของความรู้สึกไม่พึงพอใจต่อมโนทัศน์ที่มีอยู่หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นเงื่อนไขประการแรกสำหรับการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่การเผชิญหน้ากับสิ่งที่ต้องเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งสำคัญร่วมในทุกทฤษฎี แต่ในแต่ละทฤษฎีก็มีจุดเน้นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงเฉพาะ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรก เรียกว่า กลุ่มกระบวนการ ตามทฤษฎีของ Lewin และทฤษฎีของ Argyris และ Schon ซึ่งพยายามอธิบายกระบวนการของการเปลี่ยนแปลง เช่น การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้อย่างไร เกิดอะไรขึ้นกับบุคคลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น แรงอะไรที่ผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยทฤษฎีของ Lewin ให้มุมมองแบบกว้างของระยะสำคัญในกระบวนการเปลี่ยนแปลง คือ การเพิกถอน (unfreezing) การเคลื่อน (moving) และการปรับการยึดมั่น (refreezing) ส่วนแนวคิดของกลุ่มเงื่อนไข ตามทฤษฎีของ Posner และคณะ และ Shaw และคณะ ที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับเงื่อนไขหรือสิ่งจำเป็นสำหรับการเปลี่ยนแปลง เช่น อะไรทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ Posner และคณะ ได้กำหนดคำศัพท์เฉพาะเกี่ยวกับคุณภาพของมโนทัศน์ใหม่ที่มีศักยภาพในการแทนที่อันเก่า โดยมโนทัศน์ใหม่จะต้องมีลักษณะที่นำสู่การใช้ประโยชน์ และมีเหตุผลสอดคล้องกับความเป็นจริง ในขณะที่ Shaw และคณะ อธิบายในลักษณะรายละเอียดเหตุผลของอารมณ์เชิงจิตวิทยา (psychological disposition) ที่ต้องการของบุคคลในการผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลง

อย่างสำเร็จผล โดยขั้นตอนที่สำคัญประกอบด้วย การตระหนักถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลง (awareness of the need to change) การสร้างพันธสัญญาต่อการเปลี่ยนแปลง (commitment to change) วิสัยทัศน์ (vision)
และการวางโครงการเพื่อไปสู่วิสัยทัศน์ (projection into vision)

จากการศึกษากรณีตัวอย่างทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่นำไปสู่แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าการปรับมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบมโนทัศน์หนึ่งไปเป็นอีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบของมโนทัศน์ทั้งสองนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยมโนทัศน์ในแต่ระบบนั้นมีความเชื่อมโยงกันไม่ขัดแย้งในตัวเอง มีความมั่นคง และมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทน

1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ไว้ดังต่อไปนี้

โพสเนอร์และคณะ (Posner et al., 1982: 215) ได้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ ในระยะที่สองนักเรียนควรพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผล และมีประสิทธิภาพ

ฟอสเนียเดลและแวมวาเกาส์ซี (Vosniadou and Vamvakoussi, 2004a: 98) ซึ่งเป็นนักคณิตศาสตร์ได้พบว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์มีผลมากในวิชาคณิตศาสตร์ แต่มีนักการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เห็นไม่ตรงกับความคิดดังกล่าว เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์จะขึ้นอยู่กับการพิสูจน์จากหลักทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะแล้วไม่มีการทดลอง แต่ในความเป็นจริงนักเรียนกำลังเผชิญกับสถานการณ์ที่คล้าย ๆ กัน เมื่อพวกเขาเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เช่น จากกรณีที่นักเรียนพัฒนาฟิสิกส์บนพื้นฐานของประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน พวกเขายังได้พัฒนาคณิตศาสตร์ไปด้วย ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่สนับสนุนว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้

เรนส์ (Reins, 2006: 677) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ดังนี้

1. เป็นผู้จัดการชั้นเรียน หรือสร้างบรรยากาศของชั้นเรียน โดย
    - 1.1 กำหนดบริบทอย่างคร่าว ๆ สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอน
    - 1.2 ตั้งปัญหาที่มีความสำคัญและมีความหมาย
    - 1.3 สำรวจความคิดเห็นที่แตกต่างของนักเรียน โดยปราศจากการกดดัน
    - 1.4 แนะนำงานให้นักเรียนนำแนวคิดใหม่ที่ได้ไปประยุกต์ใช้

1.5 หาวิธีการเพื่อช่วยให้นักเรียนรู้สึกไม่พอใจกับความคิดของตนเอง ซึ่งการไม่พอใจความคิดของนักเรียนดังกล่าว สามารถถูกทำให้เกิดขึ้นผ่านการดำเนินการต่อไปนี้

1.5.1 การแสดงตัวอย่างที่ไม่เหมาะสม

1.5.2 ใช้ตัวอย่างหรือสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

1.5.3 ใช้กรณีที่แตกต่างหรือตรงกันข้าม

1.5.4 ใช้การพิสูจน์แบบนิรนัย

1.5.5 การแสดงรูป ตาราง กราฟ แผนผัง

1.5.6 การแสดงลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ของแนวคิด

1.5.7 การแสดงการนำไปใช้ที่ไม่ถูกต้อง

2. เป็นผู้มีส่วนร่วมที่กระตือรือร้น โดย

2.1 มั่นใจว่าความคิดเห็นของตนเองไม่ได้มีผลต่อกิจกรรมในชั้นเรียนมากที่สุด

2.2 ใช้การเรียนการสอนแบบค้นพบในกิจกรรม แต่ยังไม่ต้องใช้ความคิดเห็นของตนเอง

2.3 ตรวจสอบความคิดเห็นที่นำเสนอโดยนักเรียน

2.4 ตรวจสอบว่าความคิดเห็นของนักเรียนผิดอย่างไร

2.5 แสดงมุมมองของตนเองเป็นคำพูด

จากบทบาทของครูข้างต้น ลักษณะเฉพาะของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์ ควรเป็นดังนี้

1. เคารพในความรู้ความเข้าใจของนักเรียน
2. เคารพในความคิดของนักเรียน
3. พยายามเข้าใจมุมมองของนักเรียน
4. สนับสนุนสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย

จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ นอกจากบทบาทของครูแล้วควรพิจารณาถึงบทบาทของนักเรียนเช่นกัน ซึ่งพบว่าบทบาทของนักเรียนมีดังนี้

1. เข้าใจมโนทัศน์ที่ได้เรียน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เชื่อมั่นในความคิดของตนเอง
4. พิสูจน์ว่าข้อสรุปที่ได้จากกิจกรรมถูกต้อง
5. ยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่าง
6. ฟังและทำความเข้าใจความคิดเห็นที่แตกต่าง
7. พยายามเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8. สามารถไตร่ตรองความคิดเห็นที่แตกต่าง และเปลี่ยนแปลงความคิดของตนเอง เมื่อพบว่ามีความคิดเห็นอื่น ๆ ที่ดีกว่า

1.6 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์มีหลายรูปแบบ โดยมีนักการศึกษากล่างถึง ดังต่อไปนี้

1.6.1 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของสตีแพนส์และชมิดท์

จากแนวคิดของโพสเนอร์และคณะ สตีแพนส์นำมาพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และได้มีการนำเสนอรูปแบบนี้โดยสตีแพนส์และชมิดท์ (Stepans and Schmidt, 2009: 23) ประกอบด้วย 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นมอบหมายงาน (Commit to a Position or an Outcome)

1. ครูกำหนดคำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือเรื่องที่จะเรียน ซึ่งเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด ตระหนักถึงความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น

2. นักเรียนแสดงความคิดและความเชื่อออกมาด้วยการเขียนข้อคาดการณ์พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการสร้างข้อคาดการณ์ดังกล่าวจากประสบการณ์ของตนเองเป็นรายบุคคล

3. นักเรียนสามารถแสดงความคิดและความเชื่อของตนเองได้หลายแบบ เช่น การเขียน การวาดภาพหรือแผนผัง การอธิบายด้วยคำพูด

ขั้นที่ 2 ขั้นแสดงความเชื่อ (Expose Beliefs)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง โดยแบ่งปันและอภิปรายข้อคาดการณ์และเหตุผลในการสร้างข้อคาดการณ์จากขั้นที่ 1 แก่เพื่อนร่วมชั้น โดยเริ่มที่กลุ่มเล็กไปยังกลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อแสดงและอภิปรายข้อคาดการณ์พร้อมเหตุผลในการสร้างข้อคาดการณ์กับสมาชิกภายในกลุ่ม ครูสามารถแนะนำให้นักเรียนสร้างแผนผังของข้อคาดการณ์และเหตุผลในการสร้างข้อคาดการณ์ของกลุ่ม

2. ครูให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอข้อคาดการณ์และเหตุผลในการสร้างข้อคาดการณ์ที่ได้จากการอภิปรายภายในกลุ่มย่อย โดยครูจะไม่แสดงความคิดเห็นหรือให้ผลตอบกลับทั้งในทางบวกและลบ

3. ในขั้นนี้จะได้ข้อคาดการณ์จำนวนมาก ครูและนักเรียนต้องช่วยกันจำแนกข้อคาดการณ์ดังกล่าว เพื่อนำไปทดสอบในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นเผชิญหน้ากับความเชื่อ (Confront Beliefs)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนทดสอบข้อคาดการณ์ที่ได้จากขั้นที่ 2 ดังนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันออกแบบการทดสอบข้อคาดการณ์ เช่น การสำรวจ การทดลอง การสังเกต การรวบรวมข้อมูล การปรึกษาครู การใช้อินเตอร์เน็ต การใช้หนังสือ หรือแหล่งข้อมูลสิ่งพิมพ์อื่น ๆ การฟังบรรยาย เป็นต้น

2. นักเรียนดำเนินการทดสอบข้อคาดการณ์ตามวิธีการที่ออกแบบ และอภิปรายผลของการทดสอบภายในกลุ่มย่อยหรือทั้งชั้นก็ได้

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการทดสอบข้อคาดการณ์ ผลจากการทดสอบและอภิปรายจะนำไปใช้ในการสร้างความหมายของมโนทัศน์ในชั้นที่ 4

ขั้นที่ 4 ขั้นจัดมโนทัศน์ (Accommodate the Concept)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนแก้ไขหรือปรับข้อคาดการณ์ของตนเองเพื่อสร้างเป็นความหมายของมโนทัศน์หรือเรื่องที่เรียน ซึ่งเป็นการตอบคำถามหรือสถานการณ์ในขั้นที่ 1 แล้วแบ่งปันผลลัพธ์ที่ได้กับเพื่อนร่วมชั้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผล ดังนี้

1. ครูให้นักเรียนสร้างความหมายของมโนทัศน์หรือสิ่งที่เรียนจากการสังเกตและการอภิปรายผลของการทดสอบข้อคาดการณ์หลัก อาจจะดำเนินการเป็นกลุ่มย่อยหรือทั้งชั้นก็ได้

2. ครูสุ่มให้นักเรียนอภิปรายความหมายของมโนทัศน์และเหตุผลในการสรุปความหมายดังกล่าว โดยครูบันทึกการอภิปรายของนักเรียนแต่ละคนบนกระดาน

3. ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความเข้าใจในมโนทัศน์ให้มากยิ่งขึ้น เช่น การถามเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์มโนทัศน์ได้

ขั้นที่ 5 ขั้นขยายมโนทัศน์ (Extend the Concept)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นที่ 4 มีความชัดเจนขึ้น ดังนี้

1. ครูกำหนดคำถามหรือสถานการณ์ใหม่ ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้กับสถานการณ์ดังกล่าว

2. ครูให้นักเรียนเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้ไปสู่เนื้อหาวิชาอื่น ๆ และสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

3. นอกจากนี้ครูสามารถให้นักเรียนแบ่งปันประสบการณ์ในการได้ความหมายของมโนทัศน์ระบุหรืออธิบายข้อบกพร่องของวิธีการดังกล่าวแก่ชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 6 ขั้นนอกเหนือบทเรียน (Go Beyond)

ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เวลานักเรียนในการกระทำนอกเหนือขอบเขตของมโนทัศน์หรือเรื่องที่เรียน ดังนี้

1. ครูอาจตั้งคำถามหรือสถานการ์ใหม่นอกเหนือขอบเขตของมโนทัศน์ที่ได้ให้นักเรียนติดตามดำเนินการตอบคำถาม ซึ่งคำถามใหม่นี้อาจจะแสดงความไม่แน่ใจหรือความสับสนในมโนทัศน์ใหม่ที่ได้เรียน หรือ

2. ครูตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับเหตุผลของมโนทัศน์ที่ได้เรียน เช่น ครูให้นักเรียนเขียนพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือ

3. ครูตั้งคำถามที่ช่วยให้นักเรียนสานต่อความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของตนเอง เช่น คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการนำมโนทัศน์ไปประยุกต์ใช้ให้มากขึ้นกว่าขั้นขยายมโนทัศน์ หรือ

4. ครูตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับงานในชั้นเรียนว่าสัมพันธ์กับทฤษฎีในวิชาคณิตศาสตร์อย่างไร เช่น การให้นักเรียนสร้างการทดลองเพื่อทดสอบทฤษฎีการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการทดสอบทฤษฎีหรือความเข้าใจใหม่ ๆ

จุดเด่น

1. มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

2. สนับสนุนให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้นาน

จุดด้อย

ขาดขั้นตอนการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนว่าหลังจากปรับมโนทัศน์ยังคงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคงเหลืออยู่หรือไม่

1.6.2 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของเซอร์เบล

เซอร์เบล (Zirbel, 2005: 10) ได้ให้ข้อแนะนำว่า ในการสร้างมโนทัศน์ใหม่หรือการปรับมโนทัศน์เดิมที่ไม่เหมาะสม นักเรียนควรจะต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำให้นักเรียนติดมโนทัศน์ใหม่ (ทำให้นักเรียนยอมรับสารสนเทศ) โดยครูจะต้องแน่ใจว่าความคิดที่เฉพาะเจาะจงที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะให้นักเรียนสังเกตเห็น กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ความคิดใหม่จะต้องถูกตกแต่งให้เพียงพอที่จะได้รับการสังเกต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนจะต้องเริ่มต้นด้วยความประหลาดใจเพียงพอที่จะอยากรู้ให้มากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การแนะนำตัวเชื่อม (การดูดซึมสารสนเทศ) ความคิด/เนื้อหาจำเป็นต้องถูกนำเสนอในรูปแบบที่เข้าใจง่าย นักเรียนสามารถติดตามทุกส่วนของการอ้างเหตุผลอย่างชัดเจน อย่างน้อยที่สุดนักเรียนควรจะรู้สึกว่ามีบางสิ่งที่สร้างความเข้าใจ ความคิดที่เชื่อมโยงอย่างมี

ความหมายจะมีประโยชน์มาก เพราะว่าจะช่วยให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงอย่างมีความหมาย ครูที่ดีควรจะสามารถแนะนำวิธีการในการใช้สารสนเทศในแนวทางอื่น ๆ ให้แก่นักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การตั้งคำถามและการเผชิญหน้ากับนักเรียน (การปรับเปลี่ยนสารสนเทศ) ครูที่ดีจะต้องให้นักเรียนเผชิญกับคำถามว่าทำไมความเชื่อที่มีอยู่ก่อนของพวกเขาจึงใช้การไม่ได้อีกต่อไป สิ่งสำคัญที่สุดของจุดนี้คือนักเรียนคิดเสียงดังและกล่าวด้วยภาษาของตนเองอย่างชัดเจนถึงปัญหา ครูสามารถแนะนำนักเรียนให้เกิดความรู้สึกท้าทายด้วยคำถามที่ถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติและการสร้าง (การสร้างความคุ้นเคยกับสารสนเทศ) ครูที่ดีควรให้ตัวอย่างที่มีความหมายที่นอกเหนือจากการย้อนกลับไปที่ปัญหารูปแบบเดิม ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ความรู้ใหม่และทดลองใช้ความรู้ใหม่นั้น การแนะนำวิธีการถ่ายโยงมโนทัศน์ใหม่ที่ได้รับไปยังขอบเขตความรู้อื่นก็ควรจะทำด้วย เพราะจะทำให้นักเรียนได้สร้างการค้นพบด้วยตัวของนักเรียนเอง ครูที่ดีสามารถที่จะท้าทายให้นักเรียนไปไกลเกินกว่าขอบเขตอันจำกัดของพวกเขา

จุดเด่น

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ว่าครูจะสอนเนื้อหาใหม่อะไร
2. ตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนเผชิญหน้ากับปัญหา
3. มีการประยุกต์ความรู้ใหม่และทดลองใช้ความรู้ใหม่นั้น ๆ

จุดด้อย

ขาดขั้นตอนการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังจากใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.6.3 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของซาเดลา

ซาเดลา (Sadera, 2001: 93) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการปรับมโนทัศน์เป็นสำคัญ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมต่าง ๆ ของนักเรียนและวินิจฉัยในใความเชื่อต่าง ๆ เหล่านั้น โดยการเสนอความคิดใหม่ที่ท้าทายต่อความคิดต่าง ๆ ของนักเรียน จะทำให้นักเรียนเล็งเห็นความขัดแย้งหรือเกิดปัญหากับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของนักเรียนที่ได้รับการสอนในห้องเรียนตามปกติ

ขั้นตอนที่ 2 นำนักเรียนเข้าสู่ข้อมูลสารสนเทศใหม่ และให้ความสำคัญกับทรรศนะต่าง ๆ ของนักเรียน โดยสนับสนุนให้นักเรียนได้ระลึกถึงวิถีทางต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อนจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดภายในห้องเรียน

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนจำเป็นต้องลงมือปฏิบัติเพื่อทำการสำรวจความสัมพันธ์ของข้อมูลสารสนเทศ เพื่อการสร้างฐานความรู้ของแต่ละบุคคล โดยในขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้ค้นคว้าเพื่อที่ขจัดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ผ่านหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย หน้าที่เหล่านั้นจะนำนักเรียนไปสู่

ทรรศนะต่าง ๆ ที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น และปรับเปลี่ยนวิถีทางเฉพาะของการปฏิบัติการ เพื่อที่จะทดสอบวิถีทางในการขจัดความคลาดเคลื่อนเหล่านั้น

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากขั้นตอนที่ผ่านมา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างความเข้าใจที่แข็งแกร่งต่อความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในส่วนของความสำคัญ ความจำเป็น และความสัมพันธ์กันภายในทรรศนะที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเอง ซึ่งเป็นจุดที่สำคัญของกระบวนการปรับมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 5 การแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับความท้าทายจากมโนทัศน์ใหม่ต่าง ๆ โดยดำเนินการผ่านการโต้แย้งกันในห้องเรียนและการร่วมประชุมเพื่ออภิปรายร่วมกัน ขั้นตอนสุดท้ายนี้จะเป็นการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อตัดสินว่ามโนทัศน์ใหม่ของนักเรียนแต่ละบุคคลนั้นสามารถอยู่รอดได้ในกระบวนการปรับเปลี่ยนนี้หรือไม่

จุดเด่น

1. กระตุ้นประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดปัญหากับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม

2. ผู้เรียนค้นคว้าเพื่อขจัดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ผ่านหน้าที่ที่รับผิดชอบ

3. มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียน

จุดด้อย

ขาดการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนชองนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1.6.4 รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของไดค์สตราและคณะ

ไดรค์สตราและคณะ (Dykstra et al, 1992: 615) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ แต่ละลักษณะมีรายละเอียดดังนี้

1. การปรับปรุงความเข้าใจ (Differentiation) เป็นการปรับมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเมื่อมโนทัศน์ใหม่เกิดจากมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม โดยมีความสอดคล้องกันกับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมและได้เป็นมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การนำมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนเต็มบนเส้นจำนวน ภาพเศษส่วนที่มีส่วนทั้งหมด (The Whole) เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาวเท่ากับระยะหนึ่งหน่วยบนเส้นจำนวนและเศษส่วนที่เป็นบวกบนเส้นจำนวน มาขยายมโนทัศน์เกี่ยวกับเศษส่วนที่เป็นลบบนเส้นจำนวนได้อย่างถูกต้อง

2. การขยายชั้นความเข้าใจ (Class Extension) เป็นการปรับมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นโดยเปรียบเทียบความเหมือนหรือความแตกต่างกันกับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม ผลจากการเปรียบเทียบสามารถนำมาจัดกลุ่มเป็นมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์เดิมได้ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น การขยายชั้นความเข้าใจจาก “เศษส่วนจะต้องแบ่งแต่ละส่วนให้เท่า ๆ กัน” ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เป็นมโนทัศน์ใหม่ที่เกิดจากการเปรียบเทียบข้อแตกต่างจากมโนทัศน์เดิมคือ “ถ้าพื้นที่ในแต่ละส่วนแบ่งไม่เท่ากันจะไม่ถือว่าเป็นเศษส่วน และถ้าต้องการทำให้เป็นภาพที่แทนเศษส่วนจะต้องแบ่งพื้นที่ให้เท่ากัน”

3. การเปลี่ยนกรอบความเข้าใจ (Reconceptualization) เป็นการปรับมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในความสัมพันธ์กันระหว่างมโนทัศน์ย่อยของมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิม ตัวอย่างเช่น การปรับมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนคละที่เป็นลบ จากข้อสรุปว่า จำนวนคละที่เป็นลบประกอบด้วยจำนวนเต็มลบและเศษส่วนที่เป็นบวก ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่จากการสังเกตพบว่า จำนวนคละที่เป็นลบนั้นอยู่ทางซ้ายของ 0 บนเส้นจำนวน และจำนวนที่อยู่ทางซ้ายของ 0 บนเส้นจำนวนนั้นเป็นจำนวนที่เป็นลบ นักเรียนจึงเกิดการปรับมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนคละที่เป็นลบว่าจำนวนคละที่เป็นลบประกอบด้วยจำนวนเต็มที่เป็นลบและเศษส่วนที่เป็นลบ

จุดเด่น

1. เป็นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ใหม่ให้สอดคล้องกับมโนทัศน์เดิม
2. มีการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของมโนทัศน์เดิมกับมโนทัศน์ใหม่

จุดด้อย

ขาดขั้นตอนการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ของนักการศึกษาทั้งหมด ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการปะทะจริงทางความคิดจากการตั้งคำถาม/ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการกระตุ้นประสบการณ์เดิมจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมาให้ผู้วิจัยทราบ

ขั้นตอนที่ 2 แก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1) สร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ ผู้วิจัยทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิได้ เช่น การคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง การพิสูจน์ด้วยตนเอง หรือการสืบค้นข้อมูลจากข้อมูลทุติยภูมิ เช่น จากหนังสือ วารสาร จากอินเตอร์เน็ต

2) ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้เรียนนำเสนอวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเองกับเพื่อนในกลุ่ม เมื่อมีการแลกเปลี่ยนกันมากขึ้นผู้เรียนจะเห็นวิธีการแก้ปัญหาที่

หลากหลาย เห็นข้อบกพร่อง ได้ตรวจสอบคำตอบ และผู้เรียนจะค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

3) การเชื่อมโยงมโนทัศน์ใหม่ไปประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ ผู้วิจัยตั้งคำถาม/ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้ที่ได้มาปรับประยุกต์ใช้กับความรู้อื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่มีความคงทนยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและนำเสนอวิธีการในการแก้ปัญหาของตนเองเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคงเหลืออยู่เพียงใด

2) แนะนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่ถูกต้องเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องต่อไป

จากการศึกษาในหัวข้อ 1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์ และหัวข้อ 1.6 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ทำให้ผู้วิจัยได้เห็นบทบาทของครูและนักเรียนรวมทั้งแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องนำมาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต่อไป รวมทั้งนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่ 3

ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นทั้งหมด ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์เป็นแนวคิดหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญและหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

สาระสำคัญของแนวคิด รูปแบบการปรับมโนทัศน์	หลักการของแนวคิด รูปแบบการปรับมโนทัศน์
★ การปรับมโนทัศน์ เป็นกระบวนการที่มโนทัศน์ภายในจิตใจของบุคคลเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มของมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง	1. กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อกำหนดมโนทัศน์ใหม่ให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงมโนทัศน์เดิมจากการสร้างเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมให้เป็นความรู้ใหม่
★ การปรับมโนทัศน์ เป็นการเรียนรู้ข้อมูลใหม่และเกิดความขัดแย้งกับความรู้เดิม โดยจะถูกกำหนดให้จัดระบบของความรู้ที่มีอยู่ใหม่	2. การที่ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการอธิบายได้
★ การปรับมโนทัศน์ เป็นสถานการณ์ที่ความรู้เดิมของนักเรียนไม่สอดคล้องกับการสร้างมโนทัศน์ใหม่ และสถานการณ์ที่นักเรียนมักได้รับการโน้มน้าวให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ หรือเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยครูสามารถปรับปรุงการปรับมโนทัศน์โดยการสร้างเงื่อนไขหรือภาวะที่ส่งเสริมการปรับมโนทัศน์ดังกล่าวได้	3. การนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
★ การปรับมโนทัศน์ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบมโนทัศน์หนึ่งไปเป็นอีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบของมโนทัศน์ทั้งสองนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยมโนทัศน์ในแต่ระบบนั้นมีความเชื่อมโยงกันไม่ขัดแย้งในตัวเอง มีความมั่นคง และมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทน	4. การที่ผู้เรียนสามารถสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ โดยผู้เรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่

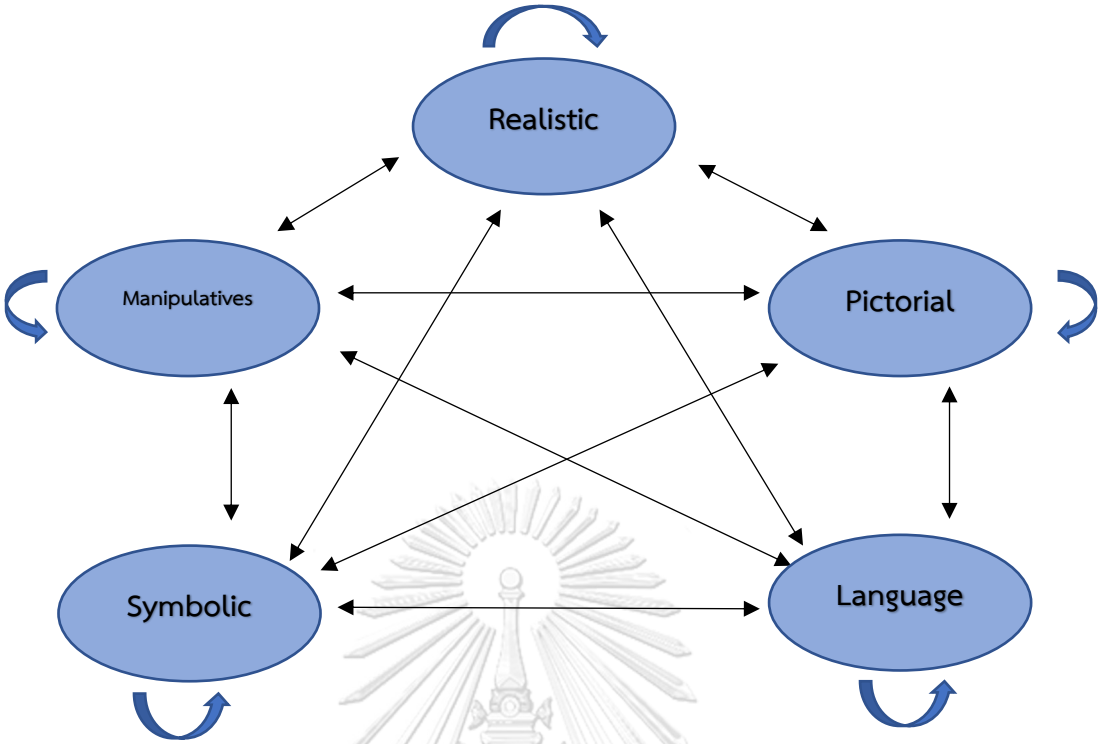
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. รูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model)

รูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ได้พัฒนาขึ้นมาจากแนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ด้านการทำความเข้าใจและการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ค้นพบจากการศึกษาของ Dienes (1960) ซึ่งได้รับแนวคิดมาจาก Piaget ที่ว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกิริยา พฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ จึงนำไปสู่แนวคิดที่ว่าเด็กที่มีอายุน้อยจะเรียนได้ดีจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (Ginsburg and Opper, 1969 อ้างใน อัมพร ม้าคนอง, 2546) โดย Piaget ได้เน้นว่าการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญาอย่างมาก นั่นคือการให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมีผลต่อการพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียน ทั้งนี้ Lesh (1979) ได้นำเสนอรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการนำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน รูปแบบดังกล่าวนี้เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายรูปแบบ รวมถึงเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบทั้งในและระหว่างกลุ่มของตัวแทนทางคณิตศาสตร์เหล่านั้น กล่าวคือผู้เรียนจะมีความเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หากผู้เรียนสามารถนำเสนอมโนทัศน์ด้วยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น สื่อรูปธรรม รูปภาพ ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง รวมถึงการอธิบายว่าตัวแทนทางคณิตศาสตร์แบบหนึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแทนทางคณิตศาสตร์แบบอื่น ๆ อย่างไร จะเห็นได้ว่ารูปแบบการแปลงของเลชสามารถนำมาใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้อย่างเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่มีอยู่ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้

ดังนั้นรูปแบบการแปลงของเลชจึงเป็นลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน และคล่องแคล่ว ซึ่งตัวแทนทั้งห้ารูปแบบนี้มีความสัมพันธ์กันดังแผนภาพที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภาพที่ 2 รูปแบบการแปลงของเลช โดย Park (2013)

ตามที่ Lesh ได้นำเสนอตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งห้ารูปแบบซึ่งเป็นรูปแบบที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ โดยแต่ละรูปแบบของตัวแทนทางคณิตศาสตร์มีลักษณะดังนี้ (Park, 2013)

1) ***สื่อรูปธรรม (Manipulatives)*** หมายถึง วัสดุหรืออุปกรณ์ที่สามารถนำมาให้ผู้เรียนได้สัมผัส สังเกต หรือสำรวจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งตัวแทนที่เป็นสื่อรูปธรรมนี้เป็นสิ่งที่ผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำมาใช้สื่อสาร หรือให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรมได้ (NCTM, 2000) เช่น การใช้แผ่นกระดาษรูปวงกลมสอนเรื่องเศษส่วน การใช้ลูกเต๋าสอนเรื่องลูกบาศก์หรือความน่าจะเป็น การใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมด้วยการให้ผู้เรียนได้สังเกต ตรวจสอบ หรือฝึกสร้างภาพทางเรขาคณิตที่มีความเป็นพลวัตจากโปรแกรมดังกล่าว เป็นต้น ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและชัดเจนมากขึ้น (Moyer, Bolyard, and Spikell, 2002)

2) ***ภาพ (Pictorial)*** หมายถึง รูปภาพ ภาพวาด กราฟ ตาราง แผนผัง แผนภูมิ หรือภาพในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งตัวแทนเชิงภาพเหล่านี้เป็นสิ่งที่ผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำมาใช้ในการแปลความตีความหมาย หรือนำเสนอเกี่ยวกับแนวคิด มโนทัศน์ หรือขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน และตรงกันได้รวดเร็วมากขึ้น

3) ***ภาษา (Language)*** หมายถึง ภาษาพูดและ/หรือภาษาเขียนที่ใช้ในการสื่อสารเพื่ออธิบายหรือขยายความเกี่ยวกับแนวคิด มโนทัศน์ หรือขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนสามารถพูดและเขียนสื่อสารความรู้หรือสิ่งที่ตนเองคิดด้วยภาษาของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ และร่วมกันสรุปความรู้นั้นไปสู่ภาษาที่เป็นทางการได้

4) ***สัญลักษณ์ (Symbolic)*** หมายถึง ตัวเลข ตัวอักษร หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนหรือการสื่อสารถึงแนวคิด มโนทัศน์ หรือขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น กฎ สูตร ประโยคสัญลักษณ์ เป็นต้น ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ดังกล่าวในการสื่อสาร อธิบาย ขยายความ หรือสรุปแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน

5) ***สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic)*** หมายถึง ปัญหา เรื่องราว เหตุการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง หรือประสบการณ์จริงที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนสามารถนำมาใช้เพื่ออธิบาย ขยายความ เชื่อมโยง และทำความเข้าใจว่าแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มามีความสัมพันธ์ สอดคล้อง หรือนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการแปลงของเลชเป็นแนวคิดที่ต้องการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งห้ารูปแบบ โดยรูปแบบทั้งห้านี้สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนแบบหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน ดังนั้นรูปแบบการแปลงของเลชจึงเป็นแนวคิดที่สามารถนำมาใช้เป็นกรอบในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น สามารถนำเสนอขั้นตอนวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 ความเป็นมาของรูปแบบการแปลงของเลช

รูปแบบการแปลงของเลชนี้พัฒนาขึ้นจากแนวคิดของบรูเนอร์ที่ว่า มนุษย์สามารถเรียน และคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้สามขั้น (Cramer, 2003: 1) คือ 1) ขั้นประสบการณ์ตรง และสัมผัสได้ (Enactive stage) ซึ่งเป็นการสัมผัสสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects or Manipulatives) 2) ขั้นการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม ฟิล์มที่เป็นสื่อทางสายตา (Visual Medium) และ 3) ขั้นการสร้างความสัมพันธ์ และสัญลักษณ์ (Symbolic Stage) ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สอง หรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้ ซึ่งนอกจากแนวคิดของบรูเนอร์แล้ว รูปแบบนี้ยังสอดคล้องกับทฤษฎีทางการศึกษาคณิตศาสตร์อื่น ๆ คือทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget’s Theory of Intellectual Development) และ ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes (Dienes’s Theory of Mathematics Learning)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (Piaget's Theory of Intellectual Development) ให้ข้อเท็จจริงที่ว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกิริยา พฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ นำไปสู่แนวคิดที่ว่า เด็กที่มีอายุน้อยจะเรียนได้ดีจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม (Ginsburg & Opper, 1969 อ้างถึงในอัมพร ม้าคนอง, 2546: 1) นั่นคือนักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพราะนักเรียนได้เห็นสื่อจริงซึ่งนักเรียนจะเข้าใจได้ดี โดยกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรมดังกล่าวสอดคล้องกับการสัมผัสสื่อจริงในรูปแบบการแปลงของเลช นอกจากนี้ Piaget ยังเน้นว่า การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญามากนั่นคือการให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอดคล้องกับ การแสดงภาษาเขียน และภาษาพูดมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญา

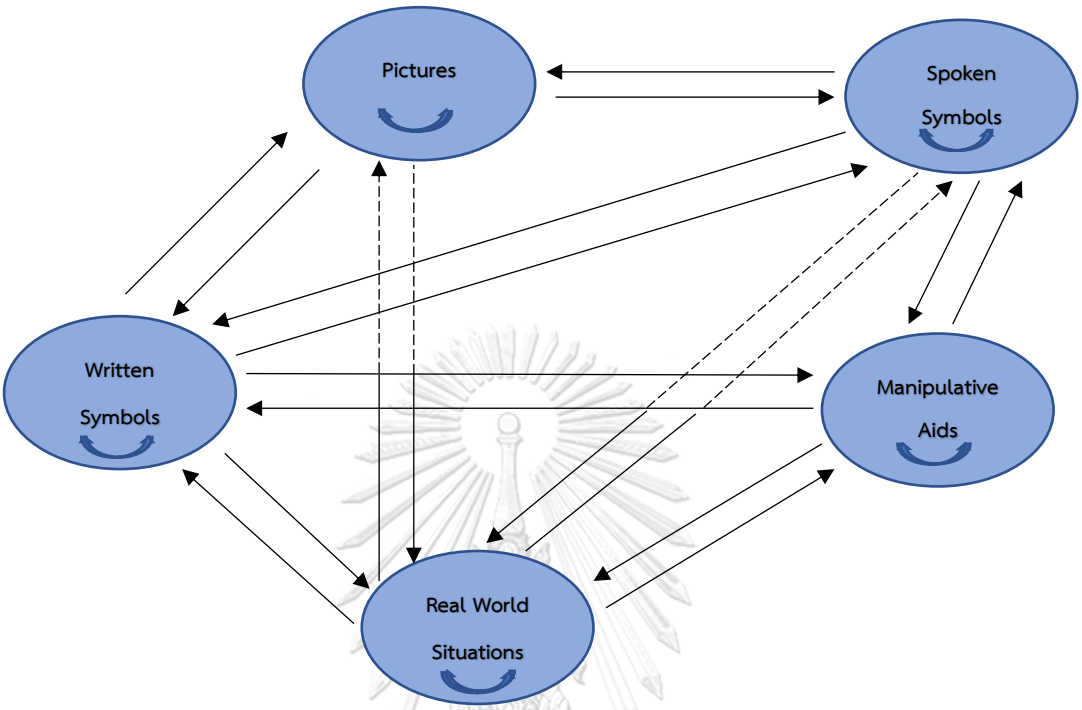
ทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes (Dienes's Theory of Mathematics Learning) ซึ่งมีกฎข้อหนึ่ง เรียกว่า กฎความหลากหลายของการรับรู้ (The Perceptual Variability Principle) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้มโนทัศน์จะมีประสิทธิภาพดีเมื่อผู้เรียนมีโอกาสรับรู้มโนทัศน์เดียวกันในหลายๆ รูปแบบ ผ่านบริบททางกายภาพ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของรูปแบบการแปลงของเลชดังจะกล่าวต่อไป

โดยสรุปแล้ว รูปแบบการแปลงของเลชมีที่มาจากการเพิ่มเติมขั้นการแสดงความรู้ตามแนวคิดของบรูเนอร์ที่มีเพียงขั้นประสบการณ์ตรง และสัมผัสได้ (Enactive stage หรือ concrete Objects หรือ Manipulatives) ขั้นการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) และขั้นการสร้างความสัมพันธ์ และสัญลักษณ์ (Symbolic Stage) โดยการเพิ่มขั้นการพูด (Spoken Symbols) และขั้นการใช้สถานการณ์จริง (Real World Situations) โดย Lesh เป็นผู้เสนอรูปแบบนี้ไว้ใน ค.ศ. 1979 (Post and Cramer, 1989: 221-231) ซึ่งการให้นักเรียนได้เห็นสื่อจริง การเขียน และการพูดเพื่ออภิปราย มีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญาตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget นอกจากนี้การเรียนความรู้หนึ่ง ๆ ในหลายรูปแบบยังเป็นไปตามกฎความหลากหลายของการรับรู้ของทฤษฎีการเรียนคณิตศาสตร์ของ Dienes

2.2 ลักษณะของรูปแบบการแปลงของเลช

รูปแบบการแปลงของเลช เป็นรูปแบบเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่เสนอว่าผู้เรียนสามารถเปลี่ยนวิธีแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์หนึ่งใน 5 แบบ ได้แก่ 1) การใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) 2) การใช้รูปภาพ (Pictures) 3) การใช้ภาษาเขียน (Written Symbols) 4) การใช้ภาษาพูด (Spoken Symbols) และ 5) การใช้สถานการณ์จริง (Real World Situations) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับสื่อที่เป็นทรงกระบอก (Manipulative Aids) แล้วนักเรียนสามารถวาดทรงกระบอกออกมาเป็นรูปภาพ (Pictures) ตลอดจนพูดเกี่ยวกับลักษณะของทรงกระบอกออกมาเป็นภาษาพูด (Spoken Symbols) และเขียนลักษณะของทรงกระบอกออกมาเป็นภาษาเขียน (Written Symbols) และยกตัวอย่างทรงกระบอกในชีวิตจริง (Real World

Situations) ได้ โดยการทราบว่า ท่อพีวีซี กระป๋องอาหารสำเร็จรูปต่างเป็นทรงกระบอก ซึ่งรูปแบบการแปลงของเลชแสดงได้ดังแผนภาพที่ 3



แผนภาพที่ 3 รูปแบบการแปลงของเลช โดย Cramer (2003)

ตามรูปแบบการแปลงของเลชข้างต้น ลูกศรหมายถึงการแปลงความรู้จากแบบใด ๆ ไปเป็นแบบที่หัวลูกศรได้ชี้ไปนั้น ดังนั้นจะเห็นว่าวิธีการแสดงความรู้ตามรูปแบบการแปลงของเลชอาจเป็นการแปลงความรู้จากแบบหนึ่งไปเป็นแบบอื่น ๆ หรือการแปลงความรู้ภายในแบบเดียวกันก็ได้ เช่น ความรู้เรื่องทรงกระบอกดังกล่าวข้างต้น การที่นักเรียนบอกได้ว่าทรงกระบอกในชีวิตจริง (Real World Situations) ได้แก่ ท่อพีวีซี และยังบอกได้อีกว่ากระป๋องอาหารสำเร็จรูปก็เป็นทรงกระบอกที่พบในชีวิตจริงเช่นกันนั้น แสดงว่า นักเรียนได้แปลงความรู้ภายในแบบเดียวกัน คือการใช้สถานการณ์จริง ไปสู่สถานการณ์จริงอีกแบบหนึ่ง (Real World Situations to Real World Situations)

โดยสรุปแล้วรูปแบบการแปลงของเลช มีลักษณะที่แสดงให้ทราบว่า เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนต้องสามารถเปลี่ยนวิธีแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์หนึ่งใน 5 แบบ ได้แก่ การใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) การใช้รูปภาพ (Pictures) การใช้ภาษาเขียน (Written Symbols) การใช้ภาษาพูด (Spoken Symbols) และการใช้สถานการณ์จริง (Real World Situations) ซึ่งผู้เรียนอาจเปลี่ยนความรู้จากแบบหนึ่งสู่อีกแบบหนึ่ง เช่น จากการใช้รูปภาพ เปลี่ยนเป็นการใช้ภาษาเขียน เป็นต้น หรือเปลี่ยนความรู้ภายในแบบเดียวกัน เช่น การใช้ภาษาเขียนเปลี่ยนเป็นการใช้ภาษาเขียนที่ต่างออกไป เป็นต้น

2.3 ประโยชน์ของการใช้รูปแบบการแปลงของเลชในการจัดการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบการแปลงของเลชเป็นกรอบแนวคิดได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ใน 5 แบบ ได้แก่ การใช้สื่อรูปธรรม (Manipulative Aids) การใช้รูปภาพ (Pictures) การใช้ภาษาเขียน (Written Symbols) การใช้ภาษาพูด (Spoken Symbols) และการใช้สถานการณ์จริง (Real World Situations) ซึ่งในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการแปลงของเลชนี้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ แบบ โดยการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมเช่นนี้มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก ดังมีนักการศึกษาได้กล่าวไว้ต่อไปนี้

"การพูด การฟัง การอ่าน และการเขียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ที่ชัดเจน และช่วยให้ครูทราบกระบวนการคิดของนักเรียนได้แจ่มชัดขึ้น การนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในหลาย ๆ แบบ เป็นการฝึกนักเรียนให้ใช้ภาษาสื่อสารคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ เพื่อเชื่อมโยงการแสดงความรู้ในแบบต่าง ๆ ซึ่งเมื่อนักเรียนแสดงความรู้ใน 5 แบบนี้แล้ว นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยที่รูปแบบการแปลงของเลชเป็นเครื่องมือในการพัฒนาการประเมินความสามารถต่าง ๆ ของนักเรียน และช่วยครูตัดสินใจเลือกชนิดกิจกรรมที่สนับสนุนหลักสูตรรวมทั้งการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์" (Wadlington et al., 1992; Cramer, 1995; Cramer, 2003)

จากประโยชน์ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีรูปแบบการแปลงของเลชเป็นกรอบแนวคิดนั้นมีประโยชน์ต่อนักเรียน โดยนักเรียนมีความรู้ที่ชัดเจนจนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งเมื่อนักเรียนมีความสามารถในการแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ แบบ นอกจากนี้นักเรียนยังได้สื่อสารภาษาทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ และยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการทราบว่านักเรียนมีแนวความคิดเป็นอย่างไร แล้วนำข้อมูลนั้นมาวางแผนการจัดการเรียนรู้และประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเสริมสร้างมโนทัศน์โดยการนำเรื่องการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน รูปแบบการแปลงของเลชจึงเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยมีจุดประสงค์เพื่อ (Cramer and Kamowski, 1995: 333)

1. เพื่อเน้นให้ผู้เรียนแปลงมโนภาพหรือความคิดทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

2. เพื่อใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เป็นทางการของนักเรียนเชื่อมต่อระหว่างมโนภาพที่แตกต่างกัน เช่น สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์นักเรียนต้องมีประสบการณ์ทั้ง 5 แบบและมีความสามารถที่จะมองเห็นความแตกต่างของ 5 แบบนี้ แนวทางการนำรูปแบบการแปลงของเลชไปใช้มีดังนี้ (Clement, 2004: 97-99)

1) สื่อรูปธรรม ควรมีการใช้สื่อรูปธรรมหลายรูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ เช่น การใช้เหรียญหรือการพับกระดาษเพื่อสื่อความหมายของ 1/2

2) ภาพ การใช้รูปภาพในที่นี้จะหมายถึงภาพทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในตำรา เช่น ภาพของรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม และภาพที่ใช้แทนการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น ครูและนักเรียนวาดภาพ 1/4 ของขนมเค้ก เป็นต้น การนำเสนอภาพอาจเป็นครู หรือเป็นงานที่ครูมอบหมายให้นักเรียนปฏิบัติเพื่อการนำไปสู่การอภิปราย

3) ภาษา เมื่อนักเรียนรายงานเกี่ยวกับการได้มาซึ่งคำตอบ หรือการแสดงเหตุผลในการทำงาน ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเขา ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ความคิดของเขาชัดเจนขึ้นจากการร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียน

4) สัญลักษณ์ หมายถึง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์หรือคำที่เกี่ยวข้องเช่น 1/4 หรือ one-fourth เป็นต้น การแนะนำนักเรียนให้รู้จักสัญลักษณ์ควรเกิดขึ้นหลังจากนักเรียนได้มีโอกาสสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์กับแบบอื่นเพื่อที่เขาสามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับแบบอื่น ๆ ได้

5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เช่น การนำเสนอเรื่องเศษส่วนสามารถเสนอได้ในหลายรูปแบบของสถานการณ์จริงเช่น อึ๊ดทานหนึ่งในสี่ของพิซซา ซึ่งสถานการณ์จริงที่นำมาใช้ควรอยู่ในบริบทที่ผู้เรียนสนใจ

จากการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชเป็นลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และคล่องแคล่วดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 แสดงการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชและหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

สาระสำคัญของแนวคิด รูปแบบการแปลงของเลช	หลักการของแนวคิด รูปแบบการแปลงของเลช
★ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ให้ข้อเท็จจริงที่ว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกิริยา พฤติกรรมของเด็กต่างจากผู้ใหญ่ นำไปสู่แนวคิดที่ว่า เด็กที่มีอายุน้อยจะเรียนได้ดีจากกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม ★ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพราะนักเรียนได้เห็นสื่อจริงซึ่งนักเรียนจะเข้าใจได้ดี โดยกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม	1. การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น สามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้
★ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญามากนั่นคือการให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นสอดคล้องกับ การแสดงภาษาเขียน และภาษาพูดมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญา	2. มโนทัศน์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
★ มนุษย์สามารถเรียนและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้สามขั้น คือ 1) ขั้นประสบการณ์ตรง และสัมผัสได้ซึ่งเป็นการสัมผัสสิ่งที่เป็นรูปธรรม 2) ขั้นการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น และ 3) ขั้นการสร้างความสัมพันธ์ และสัญลักษณ์ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในระดับที่สองหรือสิ่งที่สัมผัสในระดับที่หนึ่งได้	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงการสรุปสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชและหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

สาระสำคัญของแนวคิด รูปแบบการแปลงของเลช	หลักการของแนวคิด รูปแบบการแปลงของเลช
★ Lesh (1979) ได้นำเสนอรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ที่เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการนำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน รูปแบบดังกล่าวนี้เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายรูปแบบ รวมถึงเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบทั้งในและระหว่างกลุ่มของตัวแทนทางคณิตศาสตร์เหล่านั้น ★ การอธิบายว่าตัวแทนทางคณิตศาสตร์แบบหนึ่งมีความสัมพันธ์กับตัวแทนทางคณิตศาสตร์แบบอื่น ๆ อย่างไร จะเห็นได้ว่ารูปแบบการแปลงของเลชสามารถนำมาใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนได้อย่างเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่มีอยู่ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้	3. ผู้เรียนควรได้รับรู้มโนทัศน์จากแบบการแสดงความรู้ที่หลากหลาย โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์
★ รูปแบบการแปลงของเลชเป็นลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และคล่องแคล่ว	4. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ มีความหมายเดียวกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ โดยเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า Conceptus หรือ Conceive (Gunter Estes and Schwab, 1990: 103) โดยในภาษาไทยมีการใช้คำอื่น ๆ ที่มีความหมายเดียวกัน เช่น การคิดรวบยอด มโนมติ มโนภาพ สังกัป เป็นต้น ซึ่งความหมายของมโนทัศน์ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Gagne (1970:182) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจขั้นสุดท้ายในสิ่งใดสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคล โดยเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายเกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้นมาจัดกลุ่มเพื่อให้เกิดความคิด ความเข้าใจโดยสรุป

Feldman (1990: 259) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดกลุ่มวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลที่มีสมบัติคล้ายคลึงกันเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้มีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายและทำให้จำแนกสิ่งใหม่ให้อยู่ในรูปที่เข้าใจตามพื้นฐาน

ราชบัณฑิตยสถาน (2551: 83) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์หมายถึง ภาพตัวแทนหรือความคิดในสมองที่แทนสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งตัวแทนในสมองนั้นอาจประกอบไปด้วยคุณสมบัติที่เป็นลักษณะเฉพาะร่วมกันของสิ่งนั้น โดยในสิ่งหรือเรื่องเดียวกัน แต่ละบุคคลอาจมีมโนทัศน์ที่แตกต่างกันได้ตามลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งนั้น

จากความหมายของมโนทัศน์ตามที่นักศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่หลากหลายและการมองเห็นความแตกต่างของสิ่งนั้น ๆ เพื่อให้แยกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้

สำหรับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายต่าง ๆ ไว้ดังนี้

Cooney, Davis and Henderson (1975: 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และสามารถสรุปความเข้าใจนั้นออกมาในรูปของบทนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้นได้

Toumasis (1995: 98) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในขั้นสุดท้ายที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งที่สัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กันออกจากกันได้

Eggen and Kauchak (2006: 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากัน และเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน เป็นต้น

อัมพร ม้าคนอง (2558: 15) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) ว่า เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หมายถึงความคิดรวบยอดในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งอาจเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรมที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหานั้น และสามารถสรุปความคิดหรือความเข้าใจออกมาในเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม สมบัติหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้

3.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการสร้างองค์ความรู้และการเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจมโนทัศน์ใหม่ โดยอาจมีการเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานเดิมกับความรู้ใหม่ สร้างเป็นมโนทัศน์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Ausubel (1968: 505) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ ว่า มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต โดยบุคคลจะใช้มโนทัศน์เป็นตัวกรองให้เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ทั้งในด้านความคิด การตัดสินใจ การสื่อความหมายและการแก้ปัญหาต่าง ๆ

De Cecco (1968: 402-416) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ ว่า

1. มโนทัศน์เป็นสิ่งที่ทำให้ความซับซ้อนของสิ่งหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ลดลง มนุษย์สามารถใช้มโนทัศน์ของสิ่งหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาจัดประเภท เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจและการสื่อความหมายมากยิ่งขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ ซึ่งการรู้จักนี้คือการจัดประเภทสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้อยู่เป็นกลุ่ม ๆ เพื่อใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เมื่อผู้เรียนมีการเรียนรู้มโนทัศน์ของสิ่งใดหรือเรื่องใดแล้วก็จะสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนรู้ซ้ำ

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา กล่าวคือ มโนทัศน์ทำให้เราทราบว่าสิ่งของหรือเหตุการณ์แต่ละอย่างอยู่ในกลุ่มใด ซึ่งจะทำให้เกิดการนำไปตัดสินใจต่อ ดังนั้นการมีมโนทัศน์ในหลายเรื่องก็จะส่งผลให้รู้จักการแก้ปัญหาที่มากขึ้นด้วย

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เนื่องจากในการเรียนการสอนต้องมีการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน ซึ่งจำเป็นต้องมีมโนทัศน์ที่ตรงกันเพื่อให้สื่อความหมายกันได้ดีขึ้น

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 58-59) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญในการกำหนดความเป็นมนุษย์ เนื่องจากมโนทัศน์ท้าหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผลของมนุษย์ โดยสมองเป็นตัวกำหนดมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นกรอบคร่าว ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ ว่าคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง

อรยา อัญโย (2553: 37) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์จะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระบบความรู้ให้จำได้ง่าย จัดประเภท มองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นและนำไปประยุกต์ใช้ได้

สิรีรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา (2554: 44) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หากนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แล้ว จะช่วยให้นักเรียนสามารถค้นพบหลักการ สมบัติ และความรู้อื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ง่าย รวมทั้งสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลได้ดีขึ้น

อัมพร ม้าคนอง (2558: 15) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อความรู้ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความรู้เฉพาะหรือแนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรเน้นที่การทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เพื่อที่จะทำให้ผู้สอนได้ข้อมูลว่าผู้เรียนเข้าใจอะไรและไม่เข้าใจอะไร ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความเข้าใจและการพัฒนามโนทัศน์

จากความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด เป็นกรอบความคิดพื้นฐานที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และสิ่งต่าง ๆ ได้ ถ้าผู้เรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดีก็จะทำให้สามารถต่อยอดมโนทัศน์นั้นให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ และทำให้สามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อีกด้วย

3.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

Russell (1956: 124-125) จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับจำนวนตัวเลข การวัด ซึ่งเกิดขึ้นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์ในเรื่องเวลา (Concepts of time) เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางคืน กลางวัน และฤดูกาลต่าง ๆ

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ในเรื่องเวลาและมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดที่แน่นอนของเวลา มิติ น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่น ๆ

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concepts of the self) คือ การที่บุคคลมีความคิดว่าตัวเขาเป็นอะไร เป็นใคร เป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social concepts) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรม และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงออกมา

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic concepts) มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสวยงามและขึ้นกับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในการเขียน ดนตรี

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (Concepts of Humor) มีพัฒนาการอยู่ในขอบเขตของสังคม บางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบขันของสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขัน กับอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (Miscellaneous Concepts) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

De Cecco (1968: 391-393) จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunction Concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะเฉพาะตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไปมีส่วนร่วมกัน เป็นมโนทัศน์ที่เรียนได้ง่าย

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่เปิดโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสองสิ่งมารวมกัน เช่น คำว่า “กา” อาจหมายถึง นก หรือกาต้มน้ำ หรือเครื่องหมายกากบาทก็ได้ เป็นต้น

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relation Concepts) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของสิ่งหรือเหตุการณ์ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น ไม้ขีดสัมพันธ์กับบุหรี่ เพราะใช้ไม้ขีดไฟจุดบุหรี่ เป็นต้น

Gibson (1980: 276) จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete concepts) คือ ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่กลุ่มของวัตถุที่สามารถสังเกตได้ เช่น บ้าน หนังสือ เป็นต้นและเชื่อมโยงไปสู่คุณภาพของวัตถุได้ เช่น สี ขนาด รูปร่าง เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (Abstract concepts) คือความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่วัตถุที่สังเกตเห็นหรือคุณภาพของวัตถุได้โดยตรง

จากแนวคิดการจำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกไว้ สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์สามารถจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ตามแนวคิดและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยอาจพิจารณาลักษณะของมโนทัศน์ที่เป็นลักษณะเฉพาะ หรือลักษณะทั่วไป หรืออาจพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมกันของสิ่งหรือเหตุการณ์ที่ต้องการจำแนก

3.4 องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ เนื่องจากถ้าผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ไปให้เหตุผล ค้นพบหลักการ สมบัติ และความรู้อื่น ๆ พร้อมทั้งสามารถเข้าใจสิ่งแวดล้อมของมโนทัศน์นั้น ๆ ได้ ดังนั้นในการกิจกรรมจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนจำแนก แยกประเภท สรุป หรือจัดหมวดหมู่ ในลักษณะร่วมกันได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และสิ่งที่เกี่ยวข้องจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการ	ชื่อมโนทัศน์	ลักษณะที่จำเป็นของมโนทัศน์	ลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์	คุณค่าของลักษณะ	ตัวอย่างที่ใช่มโนทัศน์	ตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์	สรุปความหมายของมโนทัศน์
De Cecco (1968)		✓	✓				✓
Bruner (1978)		✓	✓				✓
Hulse (1980)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Bell (1981)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Joyce and Weil (1992)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Arends (1998)	✓	✓	✓				
Juhnke and Nowaczyk (1998)	✓	✓	✓		✓	✓	✓
นาเดีย (2555)		✓	✓				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางการสังเคราะห์องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดในเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งอาจเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือรูปธรรมที่เกิดจากการได้รับประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหานั้น และสามารถสรุปความคิดหรือความเข้าใจออกมาในเป็นทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม สมบัติหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งประกอบด้วย

1. การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ส่วนลักษณะที่ไม่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับการใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

2. การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์จากความรู้และความเข้าใจของตน

3. การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

3.5 กระบวนการสร้างมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การที่ผู้เรียนจะเกิดมโนทัศน์ได้มากหรือน้อย ต้องอาศัยกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ ดังนี้

Podell (1958: 1-20) ได้แบ่งกระบวนการสร้างมโนทัศน์ออกเป็น 2 กระบวนการ คือ

1. การมองลักษณะร่วม (Composite Photograph) คือการที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจลักษณะร่วมของวัตถุหรือเหตุการณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยการให้ผู้เรียนร่วมทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ต่าง ๆ และสามารถจดจำมโนทัศน์นี้ได้เมื่อพบในครั้งต่อไป

2. การทำกิจกรรมเพื่อค้นหามโนทัศน์ (Active Search) คือการที่ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหามโนทัศน์ โดยมีการคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ และทำการทดสอบการคาดการณ์

Lovell (1966: 12-13) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์มี 3 ขั้นตอน คือ การรับรู้ (Perception) การกลั่นความคิด (Abstraction) และการสรุป (Generalization) โดยกล่าวว่า การกลั่นความคิด (Abstraction) เป็นสิ่งที่สำคัญในการสร้างมโนทัศน์ คือเป็นการนำลักษณะสำคัญของสิ่งต่าง ๆ รวมกัน และยังกล่าวว่า ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ก็ต่อเมื่อ ผู้เรียนสามารถแยกแยะสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ และสรุปลักษณะร่วมนั้นให้ครอบคลุมได้

Ausubel (1968: 517) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งที่เหมือนกัน
3. ทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น
4. เลือกสมมติฐานที่ครอบคลุมสิ่งที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้
5. จัดลักษณะของสิ่งที่คัดเลือกได้จากสมมติฐาน มาเชื่อมโยงสัมพันธ์กับความคิดที่มีอยู่เดิมในโครงสร้างความคิด
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์
7. สรุปครอบคลุมลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ใหม่ ให้ครอบคลุมไปยังส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม
8. คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่

จากกระบวนการสร้างมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์เกิดขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยผ่านกระบวนการรับรู้การแยกแยะความต่างและการสรุปลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6 แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะที่เป็นนามธรรม มีความสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ผู้สอนจึงควรเรียนรู้แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้ที่สูงขึ้นและใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ ดังนี้

Lasley, Matczynski and Rowley (2002: 176-202) ได้เสนอแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ โดยกล่าวเป็นขั้นตอนของโมเดลประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผลิตข้อมูล (Data Generation) ในขั้นแรกต้องการให้นักเรียนตรวจสอบข้อมูล ซึ่งข้อมูลอาจมาจากครูหรือนักเรียน และข้อมูลต้องเพียงพอที่นักเรียนจะสามารถจัดกลุ่มแยกประเภทตามมโนทัศน์ได้

ขั้นที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) เป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะร่วมกันเป็นกลุ่มมโนทัศน์เดียวกัน ครูเป็นผู้ตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ในกลุ่มของข้อมูล

ขั้นที่ 3 การตั้งชื่อกลุ่ม (Labeling) เป็นการตั้งชื่อมโนทัศน์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งนักเรียนต้องสามารถอธิบายเหตุผลถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มได้

ขั้นที่ 4 การขยายความประเภทข้อมูล (Expanding Category) เป็นการสำรวจความหมายและความสัมพันธ์ของแต่ละกลุ่ม นักเรียนได้นำเสนอการจัดประเภท เพิ่มทักษะการคิดให้กับนักเรียน ครูต้องขยายความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนโดยการระบุข้อมูลเพิ่มเติม และโดยการวิเคราะห์เหตุผลของนักเรียนในการเพิ่มข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การสรุปปิด (Closure) ขั้นสุดท้าย เป็นการสรุปสิ่งที่เรียนรู้เพื่อดูพัฒนาการและความเข้าใจที่เกิดขึ้นของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ นักเรียนต้องจัดประเภทของข้อมูลให้อยู่ในรูปทั่วไปหรือลักษณะทั่วไป และอธิบายว่าแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอื่นอย่างไร

Charlesworth (2005: 29-34) ได้เสนอแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ให้ผู้เรียนโดยกล่าวเป็นขั้นตอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินสภาพผู้เรียนที่เป็นอยู่ (Assess) เป็นการประเมินเพื่อทราบความรู้ของผู้เรียน ซึ่งนำไปสู่วางแผนการจัดการเรียนการสอน

2. ตั้งวัตถุประสงค์ (Choose Objectives) เป็นขั้นที่ผู้สอนนำการประเมินสภาพผู้เรียนมาช่วยในการตั้งวัตถุประสงค์ โดยอย่างน้อยต้องตั้งเพื่อให้ผู้เรียนที่อ่อนสามารถเรียนรู้ได้เพิ่มขึ้นเท่ากับผู้เรียนที่เก่ง

3. วางแผนการจัดประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ (Plan Experience)

4. เลือกวัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน (Select Material)โดยสื่อจะต้องออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงมโนทัศน์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

5. สอนผู้เรียนตามแผนที่วางไว้ (Teach)

6. ประเมินผู้เรียน (Evaluate) เป็นการประเมินเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนในสิ่งที่สอนไป หากผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้วให้ทำในขั้นที่ 2 แต่ถ้ายังไม่เกิดการเรียนรู้ผู้สอนต้องกลับไปเริ่มต้นที่ขั้นที่ 1 อีกครั้ง

Cooney, Davis and Henderson (1983: 92 อ้างถึงใน วัชรสันต์ อินธิสาร, 2547:37–39) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้มูฟ (Moves) หมายถึงรูปแบบของภาษาที่ใช้ในการอธิบายหรือบอกความรู้ ซึ่งมีกระบวนการสอนอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การสอนมโนทัศน์ (Teaching) การนำเสนอมโนทัศน์ (Present) และการให้ความกระจ่างเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Clarify) ในการสอนจะแยกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ได้ดังนี้

1. การให้บทนิยาม (Defining) สำหรับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณลักษณะที่เด่นชัดจำเป็นต้องให้บทนิยามแต่ในมโนทัศน์ที่มีคุณลักษณะไม่ชัดเจนอาจจะไม่ต้องแสดงก็ได้

2. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่เพียงพอ (Stating a Sufficient Condition) การให้เงื่อนไขที่เพียงพอจะช่วยให้นักเรียนจะสามารถหาสิ่งที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ได้

3. การให้ตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์มากขึ้นและชัดเจนขึ้น แต่มโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากอาจจะไม่สามารถใช้ได้

4. การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Example With a Reason) การให้นักเรียนอธิบายว่าเหตุใดสิ่งที่ยกมาจึงเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์การให้เหตุผลเป็นเงื่อนไขที่เพียงพอ วิธีนี้เหมาะกับนักเรียนที่เรียนช้า

5. การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่าง (Comparing and Contrasting) ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่คุ้นเคยมาก่อนแล้วค่อย ๆ ให้สิ่งที่คุ้นเคยน้อยลงจนนักเรียนมองเห็นสิ่งที่คล้ายคลึงกันและแตกต่างกันแล้วนำคุณลักษณะนั้น มาเปรียบเทียบกัน

6. การยกตัวอย่างค้าน (Giving a Counter examples) ให้ตัวอย่างที่แสดงการพิสูจน์แย้งนัยทั่วไปที่ไม่ถูกต้อง ตัวอย่างค้านจะแสดงได้ในสองลักษณะคือ ยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

7. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็น (Stating a Necessary Condition) เป็นการให้นักเรียนทราบเงื่อนไขที่จำเป็นเพื่อจะท้าความเข้าใจในมโนทัศน์นั้น เช่น นักเรียนบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านสองด้านขนานกันจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานเป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจเงื่อนไขที่จำเป็นคือด้านที่อยู่ตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมนั้นจะต้องขนานกันด้วย

8. การกล่าวถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Stating a Necessary and Sufficient Condition) การให้นิยามของบางมโนทัศน์อาจจะต้องผ่านมโนทัศน์อื่น ๆ จึงจะชัดเจน จึงจำเป็นต้องกล่าวถึงเงื่อนไขนั้นให้เพียงพอ

9. การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง (Giving One Non example or More Non-examples) การเรียนรู้มโนทัศน์อาจจะต้องใช้การวิเคราะห์สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างควบคู่กันไปจนนักเรียนสรุปเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอได้ การยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์นั้นได้กระจ่างชัดขึ้น ควรใช้หลังจากให้บทนิยามแล้วหรือเมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่สับสนเกี่ยวกับเงื่อนไขที่จำเป็น

10. การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผล (Giving an Non-example With a Reason) การให้สิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่างพร้อมเหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่เป็นตัวอย่างจะช่วยให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงระหว่างเงื่อนไขที่จำเป็นกับสิ่งที่ไม่เป็นตัวอย่าง

11. การยกคุณลักษณะที่ไม่ใช่เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอ (Giving a Characteristic With Is Neither Necessary Nor Sufficient Condition) บางครั้งในการสอนผู้สอนจำเป็นต้องยกสิ่งที่เป็นคุณลักษณะของมโนทัศน์แทนการยกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง

Lasley and Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547: 64) ได้นำเสนอโมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) ซึ่งโมเดลนี้เป็นโมเดลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โมเดลประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ โดยข้อมูลอาจมาจากนักเรียน ผู้สอน หรือทั้งจากนักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งผู้สอนต้องทำหน้าที่วิเคราะห์ว่าข้อมูลที่ได้เป็นส่วนที่ต้องการในการนำไปสู่มโนทัศน์เพียงพอหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง โดยผู้สอนต้องเตือนให้นักเรียนนิยามหรืออธิบายให้ได้ว่าใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่มเพื่อที่จะแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทของข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่นักเรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่านักเรียนคิดอย่างไร ในกระบวนการจำแนกโดยให้นักเรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ผู้สอนและนักเรียนคนอื่น ๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องการอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริงและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูล ผู้สอนควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ผู้สอนอาจให้นักเรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ประเภทเดียวกันเกี่ยวข้องกันอย่างไรหรือให้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือสรุปความหมายของประเภทที่จัดและสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

จากแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้สามารถสรุปได้ว่า แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คือ ผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้มโนทัศน์ที่เหมาะสมในแต่ละมโนทัศน์ที่สอน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดหมวดหมู่ แยกประเภท สรุปมโนทัศน์ที่เรียน และสามารถเลือกตัวอย่างที่ใช่ และไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียนอยู่ได้ ซึ่งในการพัฒนามโนทัศน์ให้ผู้เรียนนั้น ควรพัฒนาการจากความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ตนรู้มาสู่มโนทัศน์ใหม่ในบทเรียนได้

3.7 แนวทางการวัดมโนทัศน์

ชนาธิป พรกุล (2554: 132-133) กล่าวว่า การวัดการเรียนรู้มโนทัศน์ มีวิธีวัดได้หลากหลายระดับ ตั้งแต่ระดับง่ายไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อน ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของครูว่าระดับใดเหมาะสมกับนักเรียนของตน การวัดผลมี 4 ระดับ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุลักษณะสำคัญ และไม่ใช่ลักษณะสำคัญ

2. ความสามารถในการจำแนกสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง

3. ความสามารถในการระบุกฎของมโนทัศน์

4. ความสามารถในการใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์อื่น

Nitko (2011: 227-229) ได้เสนอแนวทางในการวัดมโนทัศน์ของนักเรียน ดังนี้

1. การวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับรูปธรรม (concrete concept)

1.1 บอกชื่อของตัวอย่างที่กำหนดให้

1.2 แยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์

1.3 ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ได้ด้วย

1.4 ใช้มโนทัศน์ในการประเมินความเข้าใจที่สูงขึ้น เช่น ใช้มโนทัศน์เพื่อแก้ปัญหาเชื่อมโยงมโนทัศน์กับมโนทัศน์อื่น ๆ ใช้มโนทัศน์เพื่อเรียนรู้ข้อเท็จจริงหรือข้อมูลอื่น ๆ

2. การวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับนิยาม (defined concept)

2.1 บอกนิยามหรือคำจำกัดความ

2.2 ยกตัวอย่างอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์

2.3 แยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นมโนทัศน์ออกจากสิ่งที่ไม่เป็นมโนทัศน์

2.4 ระบุองค์ประกอบของมโนทัศน์และอธิบายความสัมพันธ์

Odum and Kelly (2001: 616-635) ได้เสนอแบบวัดมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากแบบวัดแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการตอบข้อนั้น ๆ

2. สร้างแบบวัดมโนทัศทัศน์แบบเลือกตอบโดยประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน (two-tier test) คือ

2.1 ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับเนื้อหา มีตัวเลือก 2-4 ตัวเลือก

2.2 ตอนที่ 2 เป็นส่วนสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 โดยมี 4 เหตุผลสนับสนุน

2.2.1 เหตุผลสนับสนุน 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ 4 มีลักษณะปลายเปิด

3.7.1 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มินท์ซิส แวนเดอร์ซี และ โนแวค (Mintzes, Joel J.; Wandersee, James H.; & Novak, Joseph D. 2000: 346) ได้เสนอวิธีการประเมินความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีแนวทาง หลักอยู่ 3 วิธี ดังนี้

1) การประเมินโดยการแก้ปัญหา (Assessment as problem-solving) เป็นการประเมินความเข้าใจและทักษะของนักเรียน เนื่องจากต้องใช้ความคิดและองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

2) การประเมินโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ (Assessment as concept mapping) เป็นการประเมินความเข้าใจในทฤษฎีและพื้นฐานการวิจัย (Research base) โดยการอธิบายมโนทัศน์ในรูปแบบของความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่น ๆ

3) การประเมินโดยการทำนาย (Assessment as prediction) เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misconceptions) หรือไม่ โดยการนำเสนอสถานการณ์ใหม่ให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ คีออกฮ์ และ เนเลอร์ (Keogh; & Naylor. 2012: Online) ได้เสนอแนวคิดในการประเมินความเข้าใจคลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ด้วยการใช้การ์ตูนมโนทัศน์ (Concept cartoons) ซึ่งเป็นภาพวาดเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยตัวละครในภาพจะแสดงความคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น แล้วให้นักเรียนเลือกว่าเห็นด้วยกับแนวคิดของตัวละครใดในภาพ เพราะเหตุใด และหากไม่เห็นด้วยกับแนวคิดเหล่านั้นเลย นักเรียนก็สามารถระบุแนวคิดของตนเองพร้อมบอกเหตุผล ทำให้ผู้สอนทราบได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนหรือไม่ และคลาดเคลื่อนอย่างไร

อับราฮัม และคณะ (Akgun. 2009: 29; citing Abraham; Williamson; & Westbrook. 1994. A Cross-age Study of the Understanding of Five Concepts. pp. 147-165) แบ่งความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของคนทั่วไปออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (Sound Understanding: SU) คำตอบทั้งหมดมีความถูกต้อง สมบูรณ์ สมเหตุสมผล
- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องบางส่วน (Partial Understanding: PU) คำตอบอย่างน้อยหนึ่งส่วนมีความถูกต้องแต่ไม่ทั้งหมด
- มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเฉพาะอย่าง (Specific Misconceptions: SM) คำตอบไม่สมเหตุสมผล หรือมีข้อมูลไม่ถูกต้อง
- มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding: NU) คำตอบไม่เกี่ยวข้อง ไม่ตรงประเด็น กำกวม ยากต่อการทำความเข้าใจ

3.7.2 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อผู้เรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มโนทัศน์แล้ว การวัดประเมินผลก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

เฟรย์เยอร์ เฟรดดิค และ คลอสไมเออร์ (Frayer, Fredick and Klausmier, 1969: 218-244) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหาเชิงคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด แล้วจึงออกข้อสอบให้ตรงกับมโนทัศน์ที่ได้วิเคราะห์ไว้

Wilson (1971: 645-670) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการวัดพฤติกรรมผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ระดับความเข้าใจ โดยวัดเป็นความสามารถในการสรุปความหมายของ

สิ่งที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นความเข้าใจของตนเอง สามารถนำข้อเท็จจริงของแต่ละเนื้อหามาสัมพันธ์กันได้

โสภณ บำรุงสงฆ์ และ สมหวัง ไตรต้นวงศ์ (2520: 222) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการวัดความคิดเชิงนามธรรมของผู้เรียน โดยวัดความเข้าใจในกฎเกณฑ์ ขั้นตอนและวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องได้ผลลัพธ์ของปัญหา ดังนั้น ลักษณะคำถามก็จะเป็นข้อสอบที่มีข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

สมนึก ภัททิยธนี (2547: 23) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา (Principle) เป็นหลักการของสิ่งที่เกิดหลายมโนทัศน์รวมกัน การขยาย (Generalized) เป็นการนำหลักการเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ และสรุปได้ความรู้ที่ต่างจากเดิม

2. ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง เป็นคำถามในลักษณะที่มีหลักการจากหลากหลายเนื้อหาที่สัมพันธ์กัน เพื่อให้ค้นหาทฤษฎีและโครงสร้างที่มีหลักการร่วมกัน

จากการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ สามารถสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความเข้าใจในข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเป็นการคิดเชิงนามธรรม และวัดความสามารถในการนำความเข้าใจนั้นไปใช้ของผู้เรียน ดังนั้น ข้อสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นข้อสอบที่มีข้อค้าถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์โดยไม่ต้องการผลลัพธ์ของปัญหานั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

โกวิทย์ ทองอยู่ (2533) ได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพแบบสอบเลือกตอบและแบบสอบโคลซในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบโคลซที่มีการตัดคำ 2 แบบ คือการตัดคำอย่างเป็นระบบซึ่งใช้การตัดคำทุกคำที่ 7 และตัดเฉพาะตัวเลขเป็นตัวแทนการตัดคำเฉพาะกับแบบสอบเลือกตอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความเที่ยงและความตรงของแบบสอบทั้ง 3 แบบ โดยหาความเที่ยงจากสูตรคูเดอร์ริชาร์ดสันที่ 20 แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติเอ็มและสถิติดับบลิว และหาค่าความตรงโดยสัมประสิทธิ์แบบเพียร์สัน ซึ่งจำแนกได้ตรงกันระหว่างคะแนนจากแบบสอบแต่ละรูปแบบกับแบบสอบประเมินคุณภาพวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบความแตกต่างด้วยไคสแคว์ร ผลการวิจัยปรากฏว่าแบบสอบโคลซที่ตัดคำอย่างเป็นระบบ (ทุกคำที่ 7) และตัดคำเฉพาะ (ตัวเลข) มีความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบเลือกตอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งแบบสอบเลือกตอบมีค่าความตรงสูงกว่าแบบสอบโคลซที่ตัดคำอย่างเป็นระบบ เมื่อใช้เฉพาะนักเรียนที่ทั้งครู และคะแนนจากแบบสอบประเมินคุณภาพวิชาคณิตศาสตร์จำแนกได้ตรงกันเป็นคะแนนเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแบบสอบโคลซที่ตัดคำอย่างเป็นระบบและตัดคำเฉพาะมีค่าความเที่ยงและค่าความตรงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพ็ญพรรณ กรึงไกร (2539) ได้พัฒนาแบบสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ของเขตการศึกษา 6 จำนวน 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชัยนาท จังหวัดสระบุรี จังหวัดสิงห์บุรีและจังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2538 โดยอิงทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 53 ข้อ และแบบสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30 ถึง 0.79 ค่าความยากอยู่ในช่วงระหว่าง -3.93 ถึง 4.00 และค่าโอกาสการเดาข้อสอบถูกอยู่ในช่วงระหว่าง 0.11 ถึง 0.31 สำหรับความเที่ยงตามแนวทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่าแบบสอบจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อใช้วัดกับผู้สอบที่มีความสามารถระดับ 3.00

จริยา เกตุเผือก (2539) ได้ศึกษาถึงผลการใช้รูปแบบ การสร้างมโนทัศน์ของจอยส์และเวลล์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง นำผลทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งมีคะแนนสอบปลายภาคเรียนวิชา ค 204 ปีการศึกษา 2538 เป็นตัวแปรร่วม ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิลาวัลย์ ลาภบุญเรือง (2543) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอนเพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเรื่องพันธะเคมี โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีของโพสเนอร์และ

คณะกับการจัดการเรียนการสอนวิธีทั่วไป โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 50 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 50 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนมโนทัศน์มากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบและคะแนนสอบหลังจัดการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บัญชา ธุวะคำ (2547) ได้ทำวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เปรียบเทียบความคงทนทางการเรียนรู้ และเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การหาร ระหว่างกลุ่มที่สอนโดยการสร้างมโนทัศน์ กับกลุ่มที่สอนแบบปกติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชุมชนบ้านไม้ลุงขนมิตรภาพที่ 169 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนโดยใช้รูปแบบการสร้างมโนทัศน์และแผนการสอนปกติโดยใช้รูปแบบกาสอนของ สสวท. เรื่องการหาร และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.85 และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสร้างโนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ มีความคงทนทางการเรียนรู้นานกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนโดยวิธีการสร้างมโนทัศน์และวิธีสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิต และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 5 สัปดาห์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้เรียนโดยใช้โปรแกรมThe Geometer’s Sketchpad ในการสร้างรูปในเนื้อหาเรื่อง วงกลม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีมโนทัศน์ทางเรขาคณิตหลังการเรียนโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรนาถ ธงงาม (2548) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลชที่มีต่อมโนทัศน์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดร้อยเอ็ด ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลชมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการแปลงของเลชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลชมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2554) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดย Prof. Hsiao-Ching She เพื่อใช้ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 77 คน เป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 37 คน พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทจะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายเท่ากับร้อยละ 67.00 อยู่ในระดับพอใช้คือน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 70 และพบว่ากลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องการรักษาดุลภาพของร่างกายสูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Baker (1994) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินนักเรียนในระดับเกรด 6 ใช้จำนวนเพื่อที่จะทดสอบถึงการเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างถูกเลือกจากการสุ่มแบบเจาะจงและการสุ่มแบบแบ่งชั้น โดยนักเรียนจะได้รับการประเมินเป็นรายบุคคลซึ่งจะมีการสัมภาษณ์การใช้จำนวนโดยที่นักเรียนแต่ละคนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ 7 ข้อ ซึ่งในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละข้อนั้นกลุ่มตัวอย่างจะถูกกระตุ้นโดยผู้วิจัย นักเรียนจะได้รับการประเมิน 4 ครั้ง ในการที่จะใช้วิธีผสมผสานซึ่งอาจจะเป็นการวาดรูปเล่าเรื่อง หรือให้ยกตัวอย่างสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับจำนวน ผลจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงนักเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดี ในเรื่องของความเข้าใจ กฎของการประมาณการใช้ระบบจำนวนและเศษส่วน รวมทั้งแสดงให้เห็นถึงความไม่เข้าใจความหมายของการคูณและวิธีการของการหาร สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้เสนอว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงจะมีการแสดงออกที่ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำ

Kinney (1997: abstract) ได้ศึกษาผลของการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและรูปแบบการแปลงของเลชที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนเรื่องความสัมพันธ์เชิงกราฟระหว่างฟังก์ชันและอนุพันธ์ของฟังก์ชันในการเรียนแคลคูลัสสำหรับนักเรียนที่ยังไม่แม่นยำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและรูปแบบการแปลงของเลชมีการเรียนรู้เรื่องการแปลงฟังก์ชันเป็นอนุพันธ์และอนุพันธ์เป็นฟังก์ชันมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟแต่ไม่ใช้รูปแบบการแปลงของเลช นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับฟังก์ชันและอนุพันธ์ที่เหมาะสมกว่ากลุ่มควบคุม

Bolte (1999) ได้ศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายในแผนผังมโนทัศน์ประเมินผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยในภาคตะวันตกเฉียงเหนือ

ของสหรัฐอเมริกา จำนวน 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มได้รับการสอนวิธีสร้างแผนผังมโนทัศน์แล้วประเมินผลการสร้างแผนผังมโนทัศน์ของนักศึกษาและให้นักศึกษาเขียนคำอธิบายเนื้อหาในแผนผังมโนทัศน์ด้วย การศึกษาครั้งนี้ดูจากผลของแผนผังมโนทัศน์ การออกแบบการวิจัยการประเมินเกี่ยวกับความรู้วิชาคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ของวิธีประเมินแบบประเพณีนิยมแผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายเป็นการช่วยเพิ่มความรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าแผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความในแผนผังมโนทัศน์ใช้ในการประเมินผลได้ดีและสามารถทำให้วิธีการช่วยสร้างองค์ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน และนอกจากนี้การใช้แผนผังมโนทัศน์และการเขียนอธิบายความเรียงในแผนผังมโนทัศน์ในการประเมินผล มีความสัมพันธ์กับคะแนนจากการทดสอบในชั้นเรียน (course exam) และผลการเรียน (final grade) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Hail (2001) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้การนำเสนอหลาย ๆ แบบที่มีต่อความรู้ของนักเรียนและมโนทัศน์พีชคณิตขั้นพื้นฐาน ซึ่งการนำเสนอหลาย ๆ แบบประกอบด้วยการเขียนบนพื้นฐานประสบการณ์ ภาษาพูด การใช้สื่อจริงสัมผัสได้ กราฟ ตารางและสัญลักษณ์ทางการเขียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาเตรียมพีชคณิต จำนวน 29 คน ซึ่งผู้ทดลองได้ใช้การนำเสนอหลาย ๆ แบบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจตัวแปร สมการ และการแก้สมการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางสัญลักษณ์ นักเรียนดังกล่าวได้ใช้กราฟและสื่อจริงที่สัมผัสได้ในการอธิบายการดำเนินการทางสัญลักษณ์และจุดที่ดำเนินการผิด นอกจากนี้การใช้สื่อจริงยังช่วยให้นักเรียนสามารถแก้สมการได้

Uzunitiyaki และ Geban (2005: 211-339) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการปรับมโนทัศน์ประกอบการเขียนผังมโนทัศน์เรื่องสารละลาย และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นเกรด 8 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์สูงกว่าและมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Costu และคณะ (2007: 524-536) ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์เพื่อพัฒนาความเข้าใจเรื่องการเดือดของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา โดยการทดสอบเพื่อหาความเข้าที่คลาดเคลื่อนเรื่องการต้มของนักศึกษา แล้วนำมาออกแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว พบว่ากิจกรรมการจัดการเรียนการสอนเพื่อการเปลี่ยนมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนองนักศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Al-Nemri (2011) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์ในการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาและทักษะกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรูปด้วยแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ของสเตแพนส์มีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและพัฒนาทักษะกระบวนการศึกษาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ แต่ก็ยังพบปัญหาว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีงานวิจัยที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการแปลงของเลชพบว่านักเรียนมองเห็นภาพของเนื้อหาต่าง ๆ เป็นรูปธรรมมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาและเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ดังแผนภาพที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

1. การปรับมโนทัศน์ เป็นกระบวนการที่มโนทัศน์ภายในจิตใจของบุคคลเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มของมโนทัศน์หนึ่งไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง

2. การปรับมโนทัศน์ เป็นการเรียนรู้ข้อมูลใหม่และเกิดความขัดแย้งกับความรู้เดิม โดยจะถูกกำหนดให้จัดระบบของความรู้ที่มีอยู่ใหม่

3. การปรับมโนทัศน์ เป็นสถานการณ์ที่ความรู้เดิมของนักเรียนไม่สอดคล้องกับการสร้างมโนทัศน์ใหม่และสถานการณ์ที่นักเรียนมักได้รับการโน้มน้าวให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ หรือเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยครูสามารถปรับปรุงการปรับมโนทัศน์โดยการสร้างเงื่อนไขหรือภาวะที่ส่งเสริมการปรับมโนทัศน์ดังกล่าวได้

4. การปรับมโนทัศน์ เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระบบมโนทัศน์หนึ่งไปเป็นอีกระบบหนึ่ง โดยที่ระบบของมโนทัศน์ทั้งสองนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ โดยมโนทัศน์ในแต่ระบบนั้นมีความเชื่อมโยงกัน ไม่ขัดแย้งในตัวเอง มีความมั่นคง และมีสัญลักษณ์ที่ใช้แทน

สาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

1. นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ที่คุ้นเคยเพราะนักเรียนได้เห็นสื่อจริง ซึ่งนักเรียนจะเข้าใจได้ดี โดยกิจกรรมที่ใช้สื่อรูปธรรม

2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญามากนั่นคือ การให้ผู้เรียนได้คิด พูด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอดคล้องกับ การแสดงภาษาเขียนและภาษาพูดมีบทบาทต่อการพัฒนาสติปัญญา

3. เป็นแนวคิดเกี่ยวกับการนำเสนอแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ไว้อย่างชัดเจน รูปแบบดังกล่าวนี้เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่มีหลากหลายรูปแบบ รวมถึงเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบทั้งในและระหว่างกลุ่มของตัวแทนทางคณิตศาสตร์เหล่านั้น

4. กรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบ
ต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลง

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แผนภาพที่ 4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีการดำเนินงาน 4 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

2.2 กำหนดหลักการและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

2.3 จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

2.4 ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1 สรุปข้อค้นพบจากผลการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

4.2 จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับสมบูรณ์

การดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น แสดงไว้ดังแผนภาพที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 5 แสดงการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.1 ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

↓

ข้อความรู้เกี่ยวกับปัญหามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ข้อความรู้เกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

↓

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข
2.2 กำหนดหลักการและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข
2.3 จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน
2.4 ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน

↓

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลข เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น *<u>ฉบับร่าง</u>*

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
3. แนวทางการจัดการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน
5. การวัดและประเมินผล

↓

แผนภาพที่ 5 (ต่อ) แสดงการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

กำหนดแบบแผนการทดลอง โดยใช้การวิจัยแบบเชิงทดลองขั้นต้น

E O_1 X O_2

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สร้างแผนการเรียนการสอน และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยออกแบบตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ฉบับ

1) แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 (ใช้ทดสอบก่อนเรียน)

2) แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 (ใช้ทดสอบหลังเรียน)

กลุ่มทดลอง

ก่อนเรียน วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยแบบวัดที่พัฒนาขึ้น (ชุดที่ 1)

ระหว่างเรียนสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยในระหว่างการจัดการเรียนการสอนมีการเก็บข้อมูลพัฒนาการมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ผู้วิจัยสังเกตและจดบันทึกข้อบกพร่องในระหว่างการจัดการเรียนการสอน เพื่อนำไปปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น)

ระหว่างเรียนสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยในระหว่างการจัดการเรียนการสอนมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

หลังเรียน ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 2)

วิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังทดลอง โดยใช้สถิติ $\bar{x}$, S.D. และ t-test

2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ $\bar{x}$, S.D. และ t-test

3) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

แผนภาพที่ 5 (ต่อ) แสดงการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลข เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น *ฉบับสมบูรณ์*

4.1 สรุปข้อค้นพบจากผลการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

4.2 จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น *ฉบับสมบูรณ์*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในการดำเนินการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีรายละเอียด ดังนี้

ระยะที่ 1 (R1) การศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การดำเนินการในระยะนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาและข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัย รวมทั้งสัมภาษณ์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 คน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปเป็นปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ในหัวข้อปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการรวบรวมปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริง

1.1.2 รวบรวมข้อมูลปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสัมภาษณ์และสำรวจความคิดเห็นของผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.1.3 ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แล้วสรุปปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ 3 ประการ ดังนี้

1) โดยทั่วไปการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังเน้นที่การทำงานตามขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ มากกว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน การยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ไม่สอดคล้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากบริบทเดิมได้ นอกจากนี้ Hallett (2001) ยังได้กล่าวไว้ในทำนองเดียวกันว่า ความสำเร็จในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย หรือต้องใช้การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ นักเรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่อาจต้องการความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ มาประกอบการคิด และที่สำคัญปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ต้องการกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ หรือไม่มีขั้นตอนเฉพาะใด ๆ ในการแก้ปัญหาแต่ต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างสมเหตุสมผลประกอบกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 16)

2) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาและผลการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง โดยผลการทดสอบทางการศึกษา

ระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556–2560 คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประเทศของนักเรียนอยู่ที่ 25.45 คะแนน, 24.45 คะแนน, 29.65 คะแนน, 29.31 คะแนน และ 26.30 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 50 โดยสอดคล้องกับผลการประเมินโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) พบว่าสถิติคะแนนเฉลี่ย TIMSS วิชาคณิตศาสตร์ของไทยมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องโดยปี ค.ศ. 2007, ปี ค.ศ. 2011 และปีค.ศ. 2015 ได้คะแนน 441 คะแนน, 427 คะแนน และ 431 คะแนน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment: PISA) ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในปี ค.ศ. 2009, ปี ค.ศ. 2012 และ ปี ค.ศ. 2015 อยู่ที่ 419 คะแนน, 427 คะแนน และ 415 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD คือ 500 คะแนน นั่นหมายความว่า นักเรียนไทยยังมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ทั้งเรื่องความรู้พื้นฐาน การนำความรู้ไปใช้งาน รวมถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งพื้นฐานสำคัญที่จะต้องพัฒนาคือ ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ความสำเร็จทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นขึ้นอยู่กับความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องในสิ่งที่ได้เรียนรู้ หากว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีและถูกต้องแล้ว ก็จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีด้วยเช่นกัน

3) การวิเคราะห์ว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไรบ้าง และคลาดเคลื่อนอย่างไรจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการตระหนักไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนเหล่านั้นอีก โดย Suping (2003) กล่าวว่า การที่นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื้อหาใหม่และเป็นอุปสรรคในการทบทวนความรู้เดิม นอกจากนั้นยังเป็นประโยชน์ในการหาแนวทางเพื่อแก้ไขความคลาดเคลื่อนนั้นให้หมดไปซึ่งจะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวิเคราะห์ถึงสาเหตุว่าเป็นเพราะเหตุใดนักเรียนจึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเป็นเพราะความประมาท ความสับสนในแนวคิด หรือความบกพร่องในการเปลี่ยนจากการคิดเชิงวัตถุไปสู่การคิดที่มุ่งเน้นกระบวนการ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Li (2003) ที่ว่า การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และทำให้ครูเข้าใจความคิดของนักเรียนในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ ตลอดจนกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เหล่านี้มีความสำคัญมากในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะต้องมีการแนะแนวทางในการช่วยให้นักเรียนหลีกเลี่ยงปัญหาและสามารถอธิบายได้ว่าเพราะสาเหตุใดนักเรียนจึงไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ นักวิจัยยืนยันว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ

นักเรียนที่ได้แสดงออกมาทำให้เราทราบว่า การเรียนรู้ของนักเรียนกำลังจะเริ่มขึ้น (Drews. 2005 : 19) นอกจากนี้โมว์โชวิทซ์-ฮาดาร์และคณะ (Movshovitz-hadar et al. 1987 : 3-14) เสนอแนะว่า เราสามารถวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ 6 ด้าน และมีด้านย่อย ๆ อีก เพื่อให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจน เหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้นของนักเรียน และบริบทของชั้นเรียน แต่ละด้านเป็นดังนี้ ด้านการใช้ข้อมูลผิด (Misused Data) ด้านการตีความด้านภาษา (Misinterpreted Language) ด้านการอ้างอิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ (Logically Invalid Inference) ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ (Distorted Theorem or Definition) ด้านขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา (Unverified Solution) ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ (Technical Error) และแอชล็อค (Ashlock. 2010 :311-314) กล่าวว่า การที่จะพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูจำเป็นที่ต้องรู้ว่านักเรียนที่ตนกำลังสอนนั้นมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในด้านใด และมีลักษณะอย่างไร เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นข้อมูลในการวางแผน พัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อป้องกันแก้ไขและหลีกเลี่ยงไม่ให้มโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ตลอดจนเป็นการวางพื้นฐานทางด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงจะจัดกลุ่มของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาเดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เรื่อง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ และ เส้นขนาน เพื่อจะได้ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยจะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จะเป็นพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม

1.1.4 ผู้วิจัยนำผลการศึกษาสภาพปัญหามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น มาวิเคราะห์ร่วมกับการศึกษาความหมายและองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แล้วสรุปได้ดังนี้

1) ผู้วิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมาย ทฤษฎีบท กฎ สูตร ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และสมบัติต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์วัดจากคะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2) องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนจะเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ จะต้องมีความรู้ ต้องมีประสบการณ์ ได้เห็นของจริง ได้เห็นตัวอย่าง เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนมีความรู้และประสบการณ์มาก มโนทัศน์ก็กว้างขวาง การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเพราะจะทำให้นักเรียนสามารถจัดระบบความรู้ไว้อย่างเป็นระบบระเบียบ ทำให้จดจำได้ง่าย และสามารถหยิบฉวยความรู้เหล่านั้นไปใช้เป็นประโยชน์ได้ การสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกับ

ผู้อื่นก็เป็นไปด้วยดี เพราะมีมโนทัศน์ในเรื่องต่าง ๆ สอดคล้องกัน โดยองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1) การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ส่วนลักษณะที่ไม่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับการใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

2) การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ จากความรู้และความเข้าใจของตน

3) การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การดำเนินการในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากหนังสือ บทความและงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งสรุปแนวคิดสำคัญได้ดังนี้

นักการศึกษาได้พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้มากมาย แนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ (Conceptual Change Approach) เป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนจะต้องถูกแสดงออกมาก่อน และกิจกรรมการเรียนรู้จะถูกกำหนดบนพื้นฐานของความรู้เหล่านั้น (Stofflett, 1994) โพสเนอร์และคณะ (Posner and others, 1982: 211-227) ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ ในระยะที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ

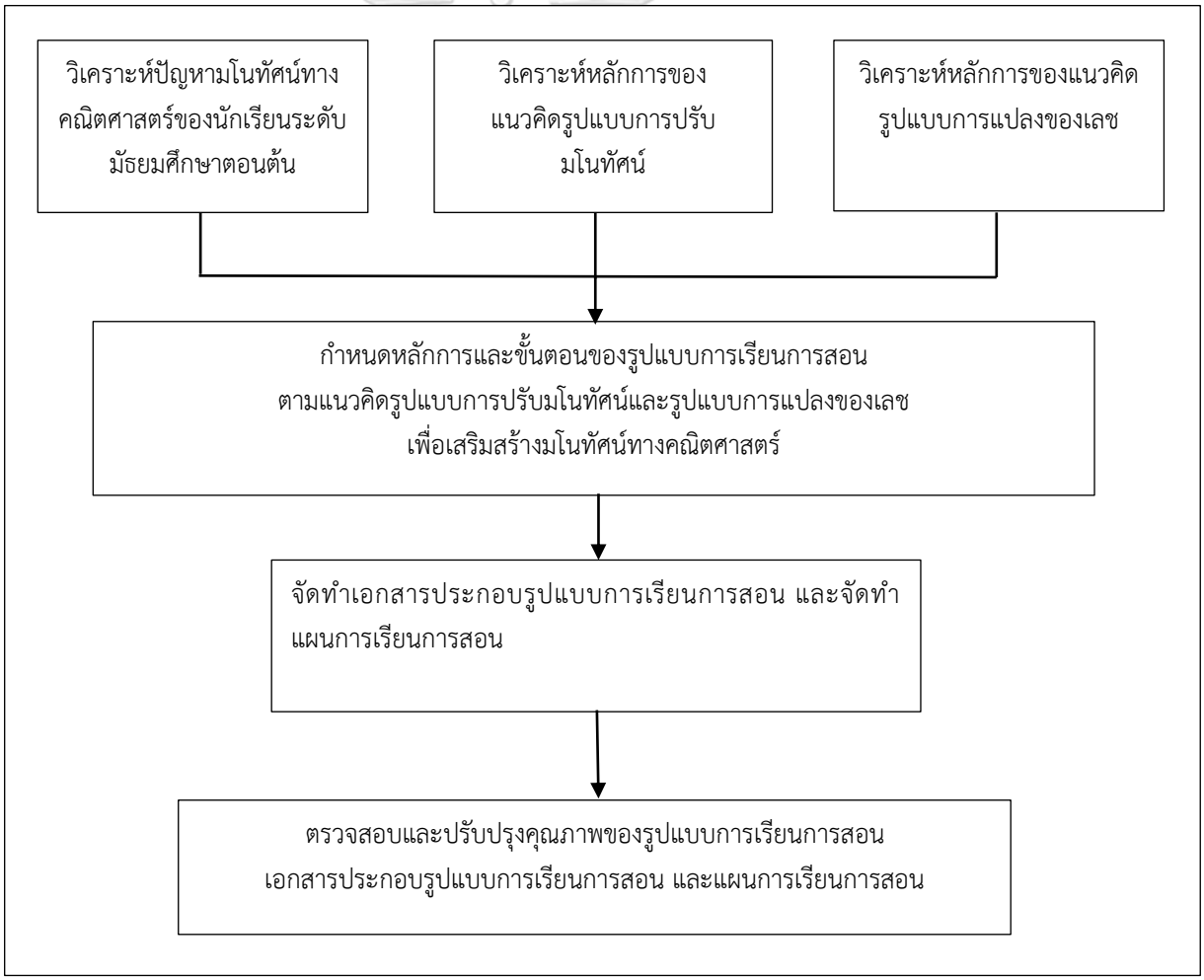
การจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรม

หรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2558: 22-23) การได้รับฟังจากผู้สอน และเห็นเพียงสื่อรูปธรรมที่ผู้สอนแสดงให้ดู แต่ไม่มีโอกาสได้คิดเชื่อมโยงความรู้กับเหตุการณ์ในชีวิตจริงมากนัก ไม่ได้พูด เขียน หรือวาดภาพด้วยตนเองเป็นประจำ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ตามวัตถุประสงค์ของผู้สอน ซึ่ง Lesh (2000) ได้กล่าวไว้ว่า การเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่าการที่ครูให้ความสำคัญต่อการจดจำสูตร กฎ วิธีการหาคำตอบ โดยละเลยให้นักเรียนรู้และมีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นมีที่มาอย่างไร หรือสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้อย่างไร นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรมีการสอนที่มีการใช้สื่อรูปธรรมที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเองร่วมด้วย นอกจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้ว นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh’s Translation Model) ซึ่งแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังที่ Cramer & Kamowski (1995: 333) กล่าวว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชแล้วนักเรียนจะมีความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและทราบความเกี่ยวข้องของแต่ละวิธีที่แสดงออกไป Clement (2004: 99) กล่าวว่ารูปแบบการแปลงของเลช สามารถทำให้นักเรียนมีความเพลิดเพลินในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีการใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สื่อรูปธรรมที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ระยะที่ 2 (D1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ในระยะที่ 2 ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลจากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และสาระสำคัญของ 2 แนวคิด มากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ดังแผนภาพที่ 6

แผนภาพที่ 6 กรอบแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน



2.1 ศึกษาและวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยผู้วิจัยศึกษาจากหนังสือ บทความ และรายงานการวิจัย จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์สาระสำคัญของแนวคิด และสรุปแนวคิดสำคัญได้ดังนี้

2.1.1 แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์

เป็นแนวคิดหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมซึ่งอาจคลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยมีหลักการดังนี้

1. กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อกำหนดมโนทัศน์ใหม่ให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงมโนทัศน์เดิมจากการสร้างเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมให้เป็นความรู้ใหม่

2. การที่ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจได้มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการอธิบายได้

3. การนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

4. การที่ผู้เรียนสามารถสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ โดยผู้เรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่

2.1.2 แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช

เป็นลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และคล่องแคล่ว โดยสามารถสรุปหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ได้ดังนี้

1. การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น

สามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2. มโนทัศน์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

3. ผู้เรียนควรได้รับรู้มโนทัศน์จากแบบการแสดงความรู้ที่หลากหลาย โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

4. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

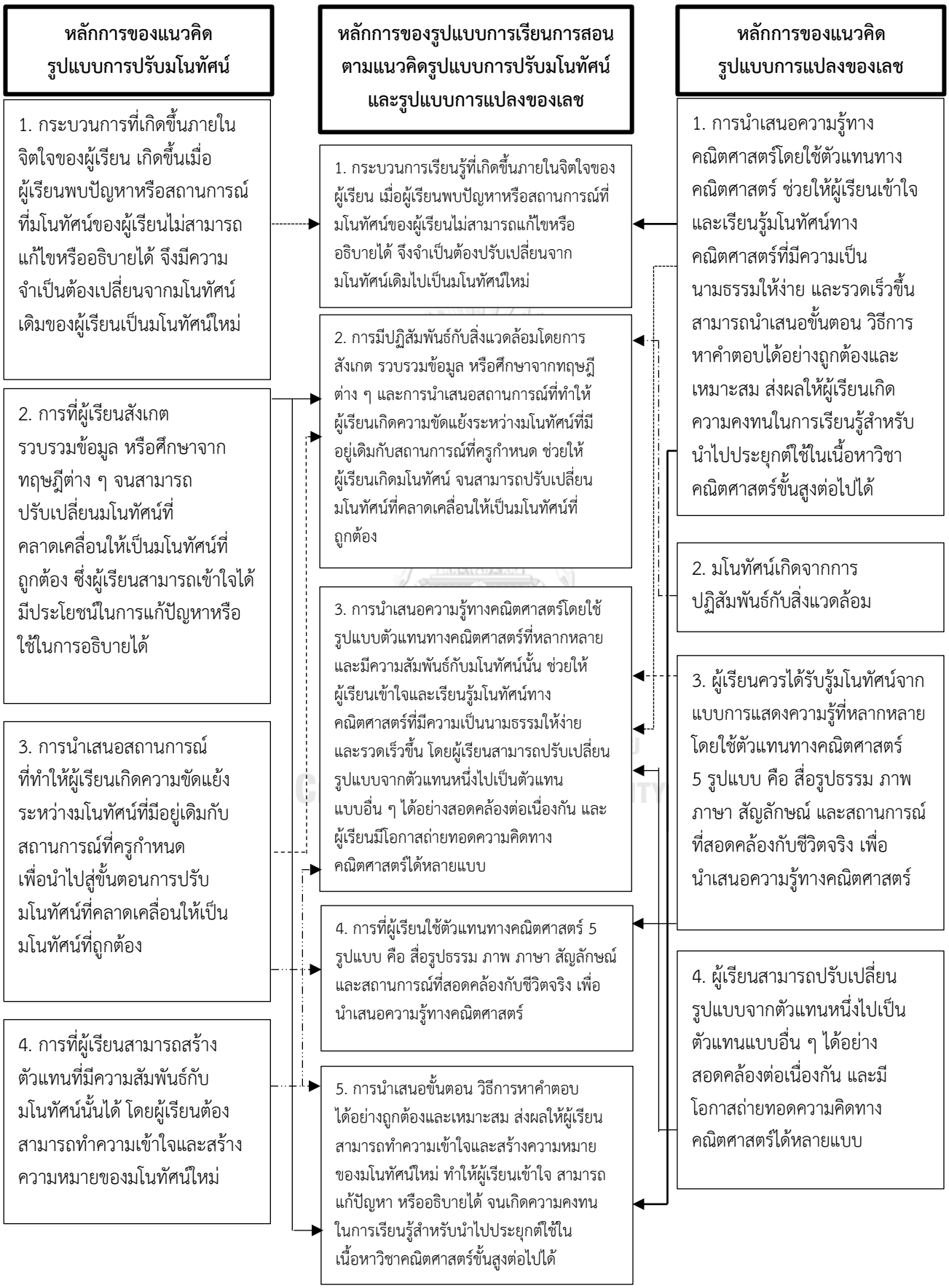
2.2 กำหนดหลักการและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

การดำเนินการกำหนดหลักการและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 สร้างหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการกำหนดแนวทางในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมากำหนดเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ดังแผนภาพที่ 7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 7 แสดงผลการสังเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน



จากการสังเคราะห์หลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช สามารถสรุปหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชได้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3. การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

4. การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2.2.2 กำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำหลักการของรูปแบบที่ได้จากข้อ 2.2.1 มาสังเคราะห์เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชได้ดังแผนภาพที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 8 แสดงการสังเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

1. กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของนักเรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2. การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3. การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยนักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และนักเรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

4. การที่นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้นักเรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

แนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

1. นำเสนอสถานการณ์ หรือตั้งคำถาม ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ จนนักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่

2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับครู เพื่อน สิ่งแวดล้อม สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

3. นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

5. ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และนักเรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ จนเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ได้

6. ส่งเสริมให้นักเรียนถ่ายทอดข้อความรู้ที่เป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของนักเรียน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบในการสื่อสารแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้บคคลอื่นรับร้อย่างถกต้อง ครอบคลม ชัดเจน และเข้าใจง่าย

7. นักเรียนสามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2.2.3 กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยสังเคราะห์และวิเคราะห์ความเชื่อมโยงจากแนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้นักเรียนมีความขัดแย้งทางความคิด เกิดความสงสัย ร่วมแสดงความคิดเห็นตามมุมมองและความคิดของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ดังนี้

1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยนักเรียนสังเกต คิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

1.2 นักเรียนแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน อาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย และอาจมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอว่ามีข้อขัดแย้งหรือไม่ อย่างไร

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลในการปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้น ดังนี้

2.1 ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่าเกิดความขัดแย้งอย่างไรบ้างระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ เพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอและช่วยกันสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม

2.2 นักเรียนวางแผนค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อพิจารณาคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตรวจสอบข้อมูลและแผนด้วยตนเอง หรือแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับเพื่อน ๆ โดยอาจทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย โดยครูคอยเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้

2.3 นักเรียนทบทวนข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า รวบรวมข้อมูลและจัดเรียงข้อมูลตามประสบการณ์ความรู้ของตนเอง จากนั้นนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับ

ประสบการณ์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล โดยครูคอยช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์เดิมที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ดังนี้

3.1 ครูนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนฝึกการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายนั้น ประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น โดยนักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน

3.2 นักเรียนถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยครูช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายเหล่านั้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่และออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ดังนี้

4.1 นักเรียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง

4.2 นักเรียนเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน พร้อมทั้งจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ และออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ โดยครูตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์พื่อให้นักเรียนนำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

โดยผู้วิจัยแสดงผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังแผนภาพที่ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนภาพที่ 9 แสดงผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

แนวทางการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

1. นำเสนอสถานการณ์ หรือตั้งคำถาม ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ จนนักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่

2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับครู เพื่อน สิ่งแวดล้อม สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

3. นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมให้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

5. ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และนักเรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ จนเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ได้

6. ส่งเสริมให้นักเรียนถ่ายทอดข้อความรู้ที่เป็นหลักการทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของนักเรียน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างแบบในการสื่อสารแสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้บุคคลอื่นรับรู้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม ชัดเจน และเข้าใจง่าย

7. นักเรียนสามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหาหรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย

เป็นขั้นตอนของการนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทาคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

1.1 การนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม

1.2 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์

เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

2.1 การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม 2.2 การวางแผนค้นคว้าข้อมูล

2.3 การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย

เป็นขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน

จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้

สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้

เป็นขั้นตอนการนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.4 วิเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน ผู้วิจัยวิเคราะห์บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย	ขั้นตอนที่ 1.1 การนำเสนอสถานการณ์หรือ ตั้งคำถาม	- เตรียมสถานการณ์ หรือ คำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ - นำเสนอสถานการณ์หรือ ตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น	- สังเกต คิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ - ร่วมแสดงความคิดเห็นในมุมมองต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ - คิดคำถาม ตั้งข้อสังเกตหรือข้อสงสัย หรือเสนอแนะความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ
	ขั้นตอนที่ 1.2 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้	- ตัดสินใจเลือกหรือเสนอแนะวิธีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเลือกวิธีการนำเสนอความคิดด้วยตนเอง - คอยตรวจตราให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการบอกเล่าประสบการณ์ความรู้หรือ ความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ	- แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและ เพื่อน ๆ ในชั้นเรียน อาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย และอาจมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน - เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอว่ามีข้อขัดแย้งหรือไม่ อย่างไร - เปรียบเทียบข้อมูล ประสบการณ์ความรู้ของตนเองกับเพื่อนคนอื่น - ตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์	ขั้นตอนที่ 2.1 การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม	- ตั้งคำถามกับนักเรียนว่าเกิดความขัดแย้งอย่างไรบ้างระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ	- คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ - สรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ขั้นตอนที่ 2.2 การวางแผนค้นคว้าข้อมูล	- จัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้	- ตรวจสอบข้อสงสัยหรือประเด็นความขัดแย้งต่าง ๆ ที่ต้องการค้นคว้า - สำรวจข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ - พิจารณาคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - ตรวจสอบข้อมูลและแผนด้วยตนเองหรือแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับเพื่อน ๆ โดยอาจทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย
	ขั้นตอนที่ 2.3 การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด	- ช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียนตามความจำเป็น	- ทบทวนข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า - รวบรวมข้อมูลและจัดเรียงข้อมูลตามประสบการณ์ความรู้ของตนเอง - แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย	ขั้นตอนที่ 3.1 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	- นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	- ฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น - ปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน - มีบทบาทมากขึ้นในระยะหลัง ๆ โดยเป็นผู้นำเสนอตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ขั้นตอนที่ 3.2 การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์	- ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	- ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง - ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่	ขั้นตอนที่ 4.1 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่	- ตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ใหม่	- สรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง
	ขั้นตอนที่ 4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง	- ตรวจสอบความถูกต้อง - เสนอข้อบกพร่อง	- เลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกระชับ ชัดเจน - จัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ - ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้		- เตรียมปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา	- วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา - มีบทบาทมากขึ้นในระยะหลัง ๆ โดยนำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาตามแผนและตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.5 กำหนดการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

ผู้วิจัยมีแนวทางการวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยใช้เครื่องมือและวิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย ได้แก่ การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์หรือการซักถาม การเขียนตอบในใบกิจกรรม ผู้วิจัยวัดและประเมินผลผู้เรียนในแต่ละช่วงเวลาของการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิด แสดงความคิดเห็น อภิปราย ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

2.3 จัดทำเอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำเอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.3.1 คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน และแนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ (รายละเอียดในภาคผนวก ค) ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้สอนหรือผู้ที่สนใจมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามขั้นตอน และบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่กำหนด ประกอบด้วย

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน
5. บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน
6. การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน
7. แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

2.3.2 แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ที่นำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ได้ทราบถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ แผนระยะยาว 1 แผน เป็นการวางแผนการจัดการเรียนการสอนตั้งแต่แรกจนกระทั่งสิ้นสุดการจัดการเรียนการสอนของรายวิชา เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 คาบ คาบเรียนละ 45 นาที และมีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 17 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ที่จำแนกตามเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบที่สอน ดังแสดงในตารางที่ 19 และตารางที่ 20 (ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคผนวก ค) โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อประกอบการเรียนการสอนหรือแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดการกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	จำนวนคาบ	จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่องที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร		
1.1 พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	4	2
1.2 พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	4	2
1.3 พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	4	2
1.4 พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	4	2
1.5 พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	4	2
เรื่องที่ 2 วงกลม		
2.1 วงกลม	3	1
2.2 มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	4	2
2.3 คอร์ด	4	2
2.4 เส้นสัมผัสวงกลม	4	2
รวม	**35 คาบ**	**17 แผน**

2.4 ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน เอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน (ฉบับร่าง) และการปรับปรุงแก้ไข

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

2.4.1 นำรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ (ฉบับร่าง) เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.4.2 นำเอกสารที่ผ่านการเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในข้อ 2.4.1 เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน เลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 3 คน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน (รายชื่อในภาคผนวก ก) โดยประเมินผ่านแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบประเมินความถูกต้อง เหมาะสม และส่วนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 1 แบบประเมินความถูกต้อง เหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน (รายละเอียดดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด) จนถึง 5 คะแนน (รายละเอียดดังกล่าวมีความถูกต้องและเหมาะสมในระดับมากที่สุด) ประเมินเป็นรายข้อแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (บุญชม ศรีสะอาด, 2560) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดคะแนนเฉลี่ยของผลของการประเมิน คือ คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้ ไม่ต้องปรับปรุง แต่ถ้าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 3.50 ต้องปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ส่วนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นแบบประเมินแบบตรวจสอบรายการตามเกณฑ์การประเมิน มีลักษณะเป็นมาตรประมาณ 3 ระดับ ได้แก่ ถูกต้องเหมาะสม ไม่แน่ใจ ไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นปลายเปิด

+1 หมายถึง ข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีที่ระบุไว้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจหรือไม่สามารถสรุปได้ว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีที่ระบุไว้หรือไม่

-1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีที่ระบุไว้

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) ดังนี้

สูตร $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

2.4.3 ผู้วิจัยนำผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ส่วน มาวิเคราะห์คะแนนความถูกต้อง เหมาะสม และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนและเอกสารประกอบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่มีความเห็นว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีความครอบคลุมแนวคิดรูปแบบการปรับ มโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลตรงตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังนี้

1) คะแนนเฉลี่ยของรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด $(\bar{x} = 4.66,\ S.D. = 0.51)$ เมื่อจำแนกรายองค์ประกอบ พบว่า ทุกองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยความถูกต้อง เหมาะสม ระหว่าง 4.40 – 4.80 คะแนน โดยองค์ประกอบที่คะแนนเฉลี่ยมีความถูกต้องเหมาะสมน้อยที่สุด ได้แก่ การวัดและประเมินผล $(\bar{x} = 4.40,\ S.D. = 0.55)$ และองค์ประกอบที่คะแนนเฉลี่ยมีความถูกต้อง เหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน $(\bar{x} = 4.80,\ S.D. = 0.45)$

2) ค่าดัชนีความสอดคล้องของคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ประเด็นที่สอดคล้องมีค่า IOC มากกว่า 0.5 คือ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ และเอกสารประกอบรูปแบบการเรียนการสอน นำไปทดลองใช้ได้ โดยมีช่วงเท่ากับ 0.60 – 1.00 ผู้วิจัยได้ปรับแก้ไขรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.4.4 ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันในการปรับปรุง การเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการทดลองเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนการเรียนการสอน บทบาทของครู บทบาทของนักเรียน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 การปรับปรุงจากข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติมจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไข
1) ด้านความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน - การบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีการอธิบายค่อนข้างละเอียด และมีเนื้อหาค่อนข้างมาก ควรสรุปให้มีใจความที่กระชับและชัดเจน มีการระบุถึงเหตุผลความสำคัญและจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีความสอดคล้องกัน การเรียบเรียงความเป็นมาของรูปแบบเรียนการสอนมีความต่อเนื่อง เหมาะสม ทำให้เห็นภาพรวมและจุดเน้นของรูปแบบการเรียนการสอน และมีความเป็นไปได้ของการนำแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ - ควรมีการยกตัวอย่างลักษณะของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อนและนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้น และเห็นถึงความเป็นไปได้ในการปรับปรุง	ผู้วิจัยปรับการเขียนความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยสรุปให้มีใจความที่กระชับและชัดเจน และนำเสนอปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน พร้อมยกตัวอย่างลักษณะของมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่คลาดเคลื่อน
2) ด้านแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน แนวคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม สอดคล้องกับสภาพปัญหา อธิบายและวิเคราะห์หลักการของแนวคิดที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบและชัดเจน	ผู้วิจัยเข้าใจแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และวิเคราะห์หลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชได้ชัดเจนมากขึ้น
3) ด้านองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน - หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมีความชัดเจน ทำให้เห็นจุดเน้นของรูปแบบการเรียนการสอน และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน มีการวิเคราะห์และบูรณาการของแนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้อย่างครอบคลุมและเป็นระบบ - วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนมีความชัดเจน สามารถสะท้อนสิ่งที่มุ่งหวังและต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียน	ผู้วิจัยเพิ่มเติมในส่วนของการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนให้ชัดเจน โดยกำหนดเป็น - ก่อนการทดลอง เป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินว่าก่อนการใช้รูปแบบ

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไข
และมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน และวัตถุประสงค์มีความสำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ - ขั้นตอนของการเรียนการสอนมีความเหมาะสมและสอดคล้องกันอย่างต่อเนื่อง สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง กิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสม ซึ่งการสอนตามขั้นตอนการเรียนการสอนสามารถทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น - แนวทางในการวัดและประเมินผลยังไม่ชัดเจนว่าจะทำอย่างไร เห็นชัดเจนเพียงแต่บทบาทของครูและบทบาทของนักเรียน	นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ - ระหว่างการทดลอง โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเอกสารแบบฝึกประจำหน่วยการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับดูการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม การเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ - หลังการทดลอง เป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินว่าก่อนการใช้รูปแบบนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม	การปรับปรุงแก้ไข
4) ประเด็นอื่น ๆ - ในการนิยามคำจำกัดความของแนวคิด ควรนิยามให้สะท้อนแนวคิดในเชิงนำไปปฏิบัติ หรือนิยามเชิงปฏิบัติการ และสอดคล้องกับความต้องการของงานวิจัยที่ผู้วิจัยต้องการทำ	ผู้วิจัยปรับคำนิยามคำจำกัดความของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ให้เป็นแนวคิดในเชิงนำไปปฏิบัติได้
- ปรับภาษาในหลักการ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนให้มีความกระชับและชัดเจน ระบุจุดเน้นที่สำคัญในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน	ผู้วิจัยปรับภาษาตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
- ควรทำใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้จดบันทึกขณะทำกิจกรรมในห้องเรียน การเข้ากิจกรรมกลุ่ม	ผู้วิจัยทำใบกิจกรรมเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.4.5 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง โดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 2 แผน ตามขั้นตอนของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้จากการทดลองสอนไปปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผลการทดลองใช้นำร่องได้ข้อสังเกตในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

ผลการทดลองนำร่องครั้งที่ 1 พบว่า ผู้เรียนจะแสดงความรู้ที่มีอยู่เดิมออกมาก่อนและพบว่าความรู้เดิมนั้นไม่สามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้ ผู้วิจัยจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ซึ่งผู้เรียนไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเองได้ ผู้วิจัยได้สรุปข้อค้นพบและแนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ข้อค้นพบจากการทดลองนำร่องครั้งที่ 1 และแนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

ข้อค้นพบจากการทดลองนำร่องครั้งที่ 1	แนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน
1) ด้านภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้	
- นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมที่จัดไว้ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดเล็กน้อย เนื่องจากนักเรียนขาดทักษะในการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเอง	- ในการนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปทดลองใช้จริง ครูต้องให้คำชี้แนะในบางส่วน เพื่อให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนหลากหลายแบบได้
- แผนการจัดการเรียนรู้ที่ระบุไว้ว่าใช้แผนการจัดการเรียนการสอน 2 คาบ คาบละ 45 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่แทบจะพอดีกับการจัดกิจกรรม ซึ่งทำให้การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนต้องแข่งกับเวลามากเกินไป และมีบางช่วงของขั้นตอน เช่น ขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป	- ครูควรพิจารณาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเฉพาะสาระสำคัญของการจัดการเรียนการสอน ลดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความกระชับมากขึ้น
- พฤติกรรมของนักเรียนบางคน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยพูดแลกเปลี่ยนความคิด คอยดูจากคนที่ทำเสร็จก่อน ส่วนนักเรียนที่กล้าแสดงออกจะตั้งใจเรียน กล้าซักถาม หรือแสดงความคิดเห็นกับครูและเพื่อน ๆ	- ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนตอบคำถาม หรือพูดแลกเปลี่ยนความคิด โดยใช้การเรียกชื่อนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้ครบทุกคน
- ในการทำใบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเขียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง พบว่า นักเรียนไม่สามารถระบุข้อมูลในสิ่งที่ต้องการได้ หรือไม่เขียนข้อมูลลงในใบกิจกรรม	- ครูควรเพิ่มเวลาให้กับนักเรียนมากขึ้นในการเขียนและทำใบกิจกรรมเพื่อแสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และครูต้องให้แนวทางในการทำใบกิจกรรม แนวทางในการเขียนตอบคำถามต่าง ๆ ในใบกิจกรรม พร้อมทั้งยกตัวอย่างสิ่งที่ใช่และใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อค้นพบจากการทดลองนำร่องครั้งที่ 1	แนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน
2) ด้านขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน	
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ นักเรียนจะยังไม่ตอบคำถาม ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และหากเป็นคำถามปลายเปิด นักเรียนจะใช้เวลาตอบคำถามนาน	ครูปรับคำถามให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามสิ่งที่กระตุ้นความสงสัยให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถามที่คำตอบไม่มีถูกหรือผิดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอสถานการณ์ หรือคำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ นักเรียนใช้เวลานานเกินไปกว่าจะพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ ซึ่งนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ตนเองเกิดมโนทัศน์ได้	ครูให้นักเรียนได้ฝึกสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ จากนั้นครูจัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้และฝึกให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิดของตนเอง โดยครูช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียน
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย นักเรียนไม่รู้ว่าจะนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลายได้อย่างไรบ้าง เพราะไม่แน่ใจว่าตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ และจะนำมาปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องได้อย่างไร	ครูอธิบายและยกตัวอย่างการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อค้นพบจากการทดลองนำร่องครั้งที่ 1	แนวทางปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ นักเรียนยังไม่สามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม และยังไม่สามารถสรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์	ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ใหม่และนำเสนอข้อบกพร่องเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม พร้อมทั้งสามารถสรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่เหลือเวลาน้อยเนื่องจากใช้เวลาใน 4 ขั้น มาก ซึ่งพบว่านักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร	ครูควรบริหารเวลาให้เหมาะสม และคำนึงถึงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรม ซึ่งครูควรใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและช่วยกันหาว่าสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร

หลังจากนำข้อค้นพบจากผลการทดลองนำร่องครั้งที่ 1 ไปปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ในการทดลองนำร่องครั้งที่ 2 ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบ ดังนี้

ผลการทดลองนำร่องครั้งที่ 2 พบว่า ผู้เรียนสามารถให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน เพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง สามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่ผู้เรียนยังไม่ได้นำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสุ่มถามคำถามเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

ระยะที่ 3 (R2) การประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

การดำเนินการในระยะที่ 3 เป็นการพัฒนาเครื่องมือเพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 เตรียมการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.1.1 การกำหนดแบบแผนการทดลอง

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre–experimental Research) และใช้แบบแผนแบบดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest Posttest Design) แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงแบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อนการทดลอง	ตัวแปรต้น	การวัดหลังการทดลอง
E	O_1	X	O_2

E คือ กลุ่มทดลอง

O_1 คือ ผลที่วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ก่อนการทดลอง

O_2 คือ ผลที่วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้หลังการทดลอง

X คือ ตัวแปรต้น

โดยที่ ตัวแปรจัดกระทำ คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผลที่วัดได้ก่อนการทดลอง คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ผลที่วัดได้หลังการทดลอง คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

1) เลือกโรงเรียน ผู้วิจัยเลือกโรงเรียนโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์ในการพิจารณาคือ เป็นโรงเรียนสหศึกษา มีการจัดนักเรียนในแต่ละห้องเรียนแบบคละความสามารถ นักเรียนมาจากพื้นฐานครอบครัวที่มีฐานะหลากหลาย และผู้ปกครองประกอบอาชีพแตกต่างกัน จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนแห่งนี้จะมีห้องเรียนแผนการเรียนปกติในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 ห้องเรียน แต่ละห้องเรียนมีนักเรียนประมาณ 40 คน โดยมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียนที่มีทั้งนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในห้องเรียนเดียวกัน

2) เลือกห้องเรียน ผู้วิจัยจะนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทดสอบปลายภาคเรียนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 6 ห้องเรียน มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกันจำนวน 1 ห้องเรียน

การพิทักษ์สิทธิ์ของตัวอย่างวิจัย

1. ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์ของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง เนื้อหาอยู่ในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และไม่นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบเพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาตัดสินผลการเรียน (ไม่คิดเกรด)

2. ตัวอย่างวิจัยซึ่งเป็นนักเรียน เป็นผู้ตัดสินใจด้วยตนเองร่วมกับผู้ปกครองในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช และให้ลงนามร่วมกันระหว่างนักเรียนกับผู้ปกครองในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และแจ้งให้ทราบว่าเมื่อเข้าร่วมโครงการวิจัยแล้ว หากตัวอย่างต้องการออกจากการวิจัย สามารถกระทำได้ตลอดเวลา โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อตัวอย่าง

3. ขั้นตอนเก็บข้อมูล มีการชี้แจงตามขั้นตอน ประกอบด้วย ทำหนังสือแจ้งทุกภาคส่วน ได้แก่ ผู้บริหาร ฝ่ายวิชาการของโรงเรียน ผู้ปกครอง และนักเรียน ว่าผู้วิจัยจะดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะเวลาใด และทำอะไรบ้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. การชี้แจงผู้ปกครองและนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยให้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยแจ้งให้ทราบถึงการเก็บรักษาข้อมูลที่ได้จากการสอบเป็นความลับ ผลที่ได้นำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ผลจากการวิจัยจะนำเสนอเป็นผลวิจัยในภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลส่วนใดในรายงานการวิจัยที่จะนำไปสู่การระบุตัวตนของนักเรียน หรือบุคคลใดที่เกี่ยวข้อง และหากนักเรียนรู้สึกไม่สบายใจ หรืออึดอัดใจในการทำแบบทดสอบ สามารถถอนตัวออกจากการเก็บข้อมูลนี้ได้ โดยนักเรียนจะไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ ทั้งสิ้น

5. ข้อมูลทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการวิจัย ไม่ว่าจะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับนักเรียน หรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง จะถือเป็นความลับ และทำลายข้อมูลหลังสิ้นสุดการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก

หากในระหว่างทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช นักเรียนมีความประสงค์ที่จะออกจากการวิจัยไม่ว่าด้วยเหตุผลใดก็ตาม นักเรียนสามารถออกจากการวิจัยได้โดยไม่มีผลกระทบต่อนักเรียนแต่อย่างใด โดยผู้วิจัยจะทำการคัดเลือกนักเรียนเพื่อเข้ามาทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้อีกครั้ง

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนที่เลือก เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

3) เลือกเนื้อหาในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการทดลองสอน ได้เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 เรื่อง รวม 35 คาบ คาบละ 45 นาที เป็นเวลา 7 สัปดาห์ (5 คาบ/สัปดาห์) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจำนวนคาบเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหาของรายวิชา ดังนี้

เรื่องที่ 1 พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวนคาบที่ใช้ 20 คาบ

เรื่องที่ 2 วงกลม จำนวนคาบที่ใช้ 15 คาบ

เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาทั้ง 2 เรื่องนี้ เนื่องจากเป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเกี่ยวกับสถานการณ์ในสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะได้ศึกษาและสำรวจลักษณะต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้นักเรียนเห็นที่มาและความสัมพันธ์ของสูตรการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ นอกจากนี้ในชีวิตประจำวันมีบางสถานการณ์ที่ต้องอาศัยสมบัติของวงกลมมาใช้แก้ปัญหา การเรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติของวงกลมจึงมีความสำคัญกับนักเรียน ทั้งยังจะได้ฝึกฝนการนำสมบัติทางเรขาคณิต เช่น ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมคล้ายและทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมมาใช้ในการอธิบายให้เหตุผลเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีบทหรือข้อความเกี่ยวกับวงกลมที่กำหนดให้ได้อย่างสมเหตุสมผล และนักเรียนก็จำเป็นที่จะต้องมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาทั้ง 2 เรื่องนี้ อย่างถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสม

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนคาบ ตัวชี้วัด และเนื้อหาของรายวิชา ได้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 17 แผน รวม 35 คาบ แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 5

4) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ออกแบบตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและข้อสังเกตที่ได้จากการทดลองนำร่อง ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนการสอน 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาความถูกต้องแล้วปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอนที่ผ่านการพิจารณาและปรับปรุงไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3.2.2 พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจะขอให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 3 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน และตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบอัตนัยแบบตอบสั้นและตอบยาวเพื่ออธิบายเหตุผลของการเลือกตอบในตอนที่ 1 และมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนคือข้อละ 12 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนตามแต่ละองค์ประกอบ องค์ประกอบละ 4 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 9 แบบทดสอบทั้งฉบับใช้เวลาในการสอบ 70 นาที ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบทดสอบนี้ในช่วงสัปดาห์แรกของเดือนที่สองของการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยมีแบบทดสอบ 2 ชุด คือ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีโครงสร้างเดียวกัน เนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียน

ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ เส้นขนาน ส่วนเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียน ประกอบด้วย พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม เนื่องจากการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ใช่การวัดความจำ ดังนั้น เนื้อหาและระยะเวลาจึงไม่ส่งผลต่อการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 17 แผน ใช้เวลา 7 สัปดาห์ โดยเริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่สองของเดือนที่สองของการเปิดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เนื่องด้วยเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม จะเรียนในช่วงเดือนที่ 2 – 3 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบโดยศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208) แล้วนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากตำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน โดยเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียน ประกอบด้วย รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ เส้นขนาน ส่วนเนื้อหาของแบบทดสอบหลังเรียน ประกอบด้วย พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม

2) ศึกษาองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม พื้นฐานทางเรขาคณิต ความเท่ากันทุกประการ และ เส้นขนานพื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนที่เลือก

3) สร้างตารางแสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ปรากฏในภาคผนวก ตารางที่ 17 และ ตารางที่ 18

4) กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ ภมรเมษย์ เลาหวิรุฬห์กุล (2558: 86-87) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (องค์ประกอบที่ 1)

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์	4	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น
	0	- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (องค์ประกอบที่ 2)

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์	4	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- อธิบาย แต่ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน
	0	- ไม่อธิบาย ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 9 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (องค์ประกอบที่ 3)

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์	4	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน - ไม่ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น
	0	- ไม่คัดเลือก ไม่จำแนก ไม่แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น - ไม่ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5) สร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และ หลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน

6) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และ หลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน และเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ ความชัดเจนของภาษา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และ หลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน จากนั้นนำผลการประเมินมาวิเคราะห์ค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ซึ่งได้คะแนนความสอดคล้อง เท่ากับ 0.92 และคะแนนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิอีก 1 ท่าน (inter-rater reliability) เท่ากับ 0.87 จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 10 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
1. ด้านภาษาของข้อคำถาม	- ควรปรับปรุงภาษาของคำถามและตัวเลือกในบางข้อ เพราะอ่านแล้วเข้าใจยาก อาจทำให้นักเรียนทำผิดเพราะไม่เข้าใจภาษามากกว่าที่จะผิดเพราะนักเรียนไม่มีมโนทัศน์
2. ด้านความเหมาะสมของตัวเลือก	- ควรปรับปรุงตัวเลือก ไม่ควรมีตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” และ “ไม่มีข้อถูก” มากเกินไป - ควรปรับปรุงตัวเลือกในบางข้อให้สอดคล้องกับคำถาม
3. ด้านความเหมาะสมของข้อคำถาม	- ข้อคำถามบางข้อง่ายเกินไป อาจจะทำให้ไม่มีอำนาจจำแนก - จำนวนข้อมากเกินไป ไม่เหมาะสมกับเวลาในการสอบ จึงควรปรับให้จำนวนข้อน้อยลง จาก 30 ข้อ เป็น 20 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 70 นาที เพราะมีข้อสอบทั้งปรนัยและอัตนัย เพื่อให้นักเรียนเลือกตอบและเขียนเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้น ซึ่งค่อนข้างใช้เวลาในการคิดวิเคราะห์ และสรุปคำตอบเป็นมโนทัศน์ใหม่

7) ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนน และปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับแบบทดสอบอัตนัย แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 11

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน
องค์ประกอบที่ 1 การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์	
- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	4
- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน	3
- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน	2
- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น	1
- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น	0
รวมคะแนนการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ 4 คะแนน	
องค์ประกอบที่ 2 การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์	
- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตนได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	4
- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตนได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน	3
- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตนได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน	2
- อธิบาย แต่ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน	1
- ไม่อธิบาย ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน	0
รวมคะแนนการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ 4 คะแนน	

ตารางที่ 11 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น	คะแนน
องค์ประกอบที่ 3 การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์	
- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน สามารถยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	4
- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ครบถ้วน สามารถยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน	3
- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน สามารถยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน	2
- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน ไม่สามารถยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น	1
- ไม่คัดเลือก ไม่จำแนก ไม่แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ไม่สามารถยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น	0
รวมคะแนนการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ 4 คะแนน	

CHULALONGKORN UNIVERSITY

8) ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับสัดส่วนน้ำหนักของคะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน เห็นด้วยกับการกำหนดสัดส่วนน้ำหนักของคะแนนขององค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าควรกำหนดคะแนนให้เท่ากันทั้งสามองค์ประกอบ เนื่องจากทุกองค์ประกอบแสดงถึงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนต้องมีครบทุกองค์ประกอบ จึงจะแสดงว่านักเรียนคนนั้นมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง นอกจากนี้ในส่วนของแบบทดสอบปรนัย ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้องจะได้ข้อละ 3 คะแนน แต่ถ้าตอบไม่ถูกต้องจะได้ข้อละ 0 คะแนน

9) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 40 คน ที่เรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ผ่านมาแล้วในปีการศึกษา 2562

10) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และ หลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน มาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาวิเคราะห์ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และ ซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ซึ่งมีเกณฑ์ว่าค่าความยากง่าย (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป และได้ผลการวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีค่าความเที่ยง 0.76 ค่าความยากง่าย (p) 0.25 – 0.62 และค่าอำนาจจำแนก (r) 0.26 – 0.66

11) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และ หลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและครอบคลุมตามสาระการเรียนรู้ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลา 7 สัปดาห์ รวม 35 คาบ คาบละ 50 นาที เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองคือ พื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

3.3.1 การเตรียมการก่อนการดำเนินการทดลอง

1) ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

2) ผู้วิจัยเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

3) ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4) ประสานความร่วมมือในการกำหนดตารางสอน และขอบเขตเนื้อหาในการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนกับรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ และหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.3.2 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการทดสอบปลายภาคเรียนของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 6 ห้องเรียน มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วเลือกจำนวน 1 ห้องเรียนเพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เพื่อจะได้ตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลขที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยจะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จะเป็นพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม

3.3.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มทดลองที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลขที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.3.4 ระหว่างดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเอกสารแบบฝึกประจำหน่วยการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับดูการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพในการนำมาอธิบายการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

3.3.5 หลังการทดลอง เมื่อผู้วิจัยดำเนินการทดลองเสร็จสิ้น ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มทดลอง ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล	เครื่องมือ
1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช	- เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนและหลังทดลอง โดยใช้สถิติ $\bar{x}$, S.D. และ t-test	- แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีโครงสร้างเดียวกัน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช	- ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	- ใช้การเก็บรวบรวมชิ้นงานและผลงานของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน จากใบกิจกรรมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เอกสารแบบฝึกประจำหน่วยการเรียน และการสังเกตในห้องเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ดำเนินการโดยวิเคราะห์ค่าคะแนนจากผลการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยดำเนินการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้วยสถิติทดสอบที (t-test dependent) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดำเนินการโดยการสรุปและวิเคราะห์เนื้อหาจากการแสดงวิธีทำและคำตอบในใบงานและแบบฝึกหัดของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปจัดหมวดหมู่ และนำเสนอในลักษณะการพรรณนาความ เพื่อนำมาใช้ในการอธิบายประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนรวมทั้งหมด 7 สัปดาห์นั้นแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก สัปดาห์ที่ 1 – 2 เป็นการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชรวมทั้งมีการปรับรูปแบบการเรียนการสอนด้วย และระยะที่สองคือ สัปดาห์ที่ 3 – 7 เป็นระยะที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชที่ปรับแล้ว โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) อ่านข้อมูลในใบงานและแบบฝึกหัดของนักเรียน

2) นำข้อมูลจากใบงานและแบบฝึกหัด มาจัดไว้เป็นหมวดหมู่ ดังนี้

- ข้อมูลที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

- ข้อมูลที่แสดงถึงข้อดี ข้อด้อย ปัญหาหรืออุปสรรคของกิจกรรมการเรียนการสอน

3) พิจารณาข้อมูลส่วนต่าง ๆ ในข้อ 2) ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่สัมพันธ์กับการมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วสรุปผลจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระยะที่ 4 (D2) การนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

4.1 สรุปข้อค้นพบจากผลการทดลองใช้และปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ทั้งข้อมูลการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ข้อมูลการปรับมโนทัศน์ของผู้เรียนขณะทดลอง และข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนมาปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.2 จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ฉบับสมบูรณ์

หลังจากที่ผู้วิจัยปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนการสอน และรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงรูปแบบ การเรียนการสอนตามข้อค้นพบที่ได้จากการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองสอนจริง ผู้วิจัยได้จัดทำรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์ โดยนำเสนอรายละเอียดได้ในบทที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ตอนตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น นำเสนอตามองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน
4. การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

ผลการวิจัยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และตามข้อค้นพบที่ได้จากการนำไปทดลอง นำร่อง และทดลองสอนจริง ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามองค์ประกอบของรู้แบบการเรียนการสอน มี 4 ประการ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน 3) ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และ 4) การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนนี้เกิดจากการบูรณาการหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ร่วมกับหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ซึ่งหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมี 5 ประการ ดังนี้

1) กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทน แบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

4) การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

5) การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถ

แก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมากำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ และขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

1.1 การนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม โดยครูเตรียมสถานการณ์ หรือคำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ และนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

1.2 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ โดยนักเรียนแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้น ได้แก่

2.1 การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบหาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ และสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม

2.2 การวางแผนค้นคว้าข้อมูล โดยครูจัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้

2.3 การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด โดยครูช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

3.1 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3.2 การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

4.1 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง

4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน แสดงดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครู และบทบาทของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขหลังการทดลองใช้

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น	ขั้นตอนที่ 1.1 การนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม	1. เตรียมสถานการณ์ หรือ คำถามทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ 2. นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น	1. สังเกต คิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ 2. ร่วมแสดงความคิดเห็นในมุมมองต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ 3. คิดคำถาม ตั้งข้อสังเกตหรือข้อสงสัย หรือเสนอแนะความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ
	ขั้นตอนที่ 1.2 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้	1. ตัดสินใจเลือกหรือเสนอแนะวิธีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเลือกวิธีการนำเสนอความคิดด้วยตนเอง 2. คอยตรวจตราให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการบอกเล่าประสบการณ์ความรู้หรือความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ	1. แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน อาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย และอาจมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน 2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอว่ามีข้อขัดแย้งหรือไม่ อย่างไร 3. เปรียบเทียบข้อมูลประสบการณ์ความรู้ของตนเองกับเพื่อนคนอื่น 4. ตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ขั้นตอนที่ 2.1 การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม	1. ตั้งคำถามกับนักเรียนว่าเกิดความขัดแย้งอย่างไรบ้างระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ	1. คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ 2. สรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิม ที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	ขั้นตอนที่ 2.2 การวางแผนค้นคว้าข้อมูล	1. จัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้	1. ตรวจสอบข้อสงสัยหรือประเด็นความขัดแย้งต่าง ๆ ที่ต้องการค้นคว้า 2. สำรวจข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ 3. พิจารณาคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 4. ตรวจสอบข้อมูลและแผนด้วยตนเอง หรือแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับเพื่อน ๆ โดยอาจทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย
	ขั้นตอนที่ 2.3 การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด	1. ช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียนตามความจำเป็น	1. ทบทวนข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า 2. รวบรวมข้อมูลและจัดเรียงข้อมูลตามประสบการณ์ความรู้ของตนเอง 3. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

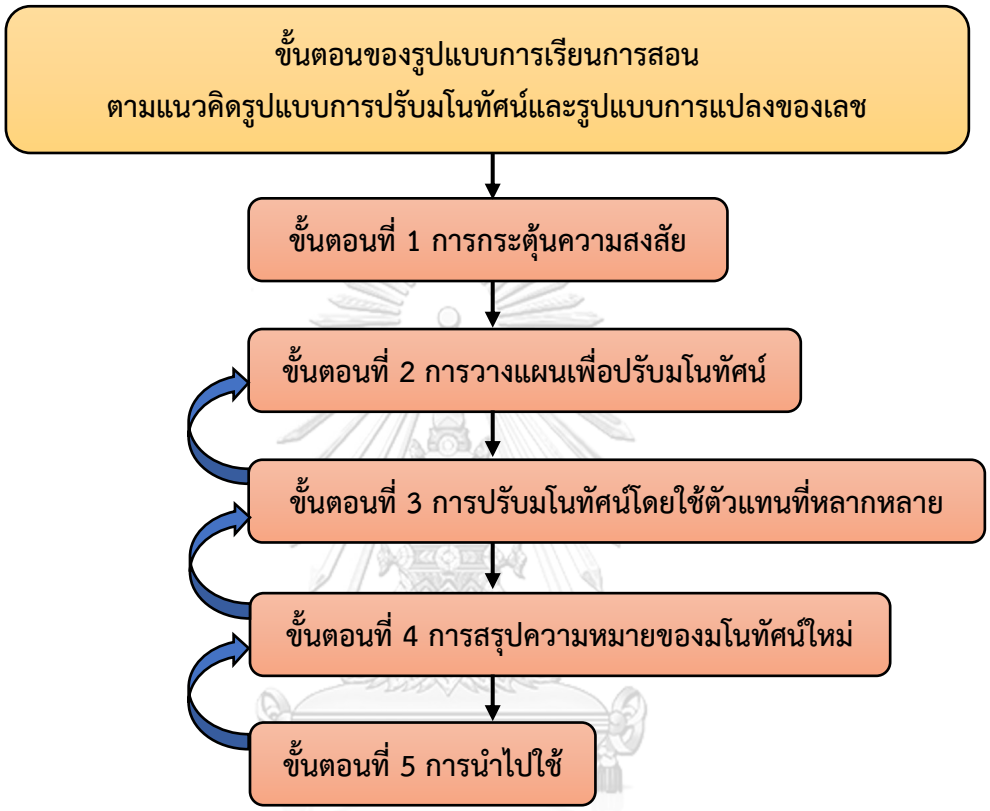
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	ขั้นตอนที่ 3.1 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	1. นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง	1. ฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น 2. ปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน
	ขั้นตอนที่ 3.2 การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์	1. ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย	1. ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง 2. ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้	ขั้นตอนที่ 4.1 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่	1. ตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ใหม่	1. สรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบ	ขั้นตอนย่อย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่ โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์	ขั้นตอนที่ 4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง	1. ตรวจสอบความถูกต้อง 2. เสนอข้อบกพร่อง	1. เลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน 2. จัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3. ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์		1. เตรียมปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา	1. วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา 2. นำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาตามแผนและตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง

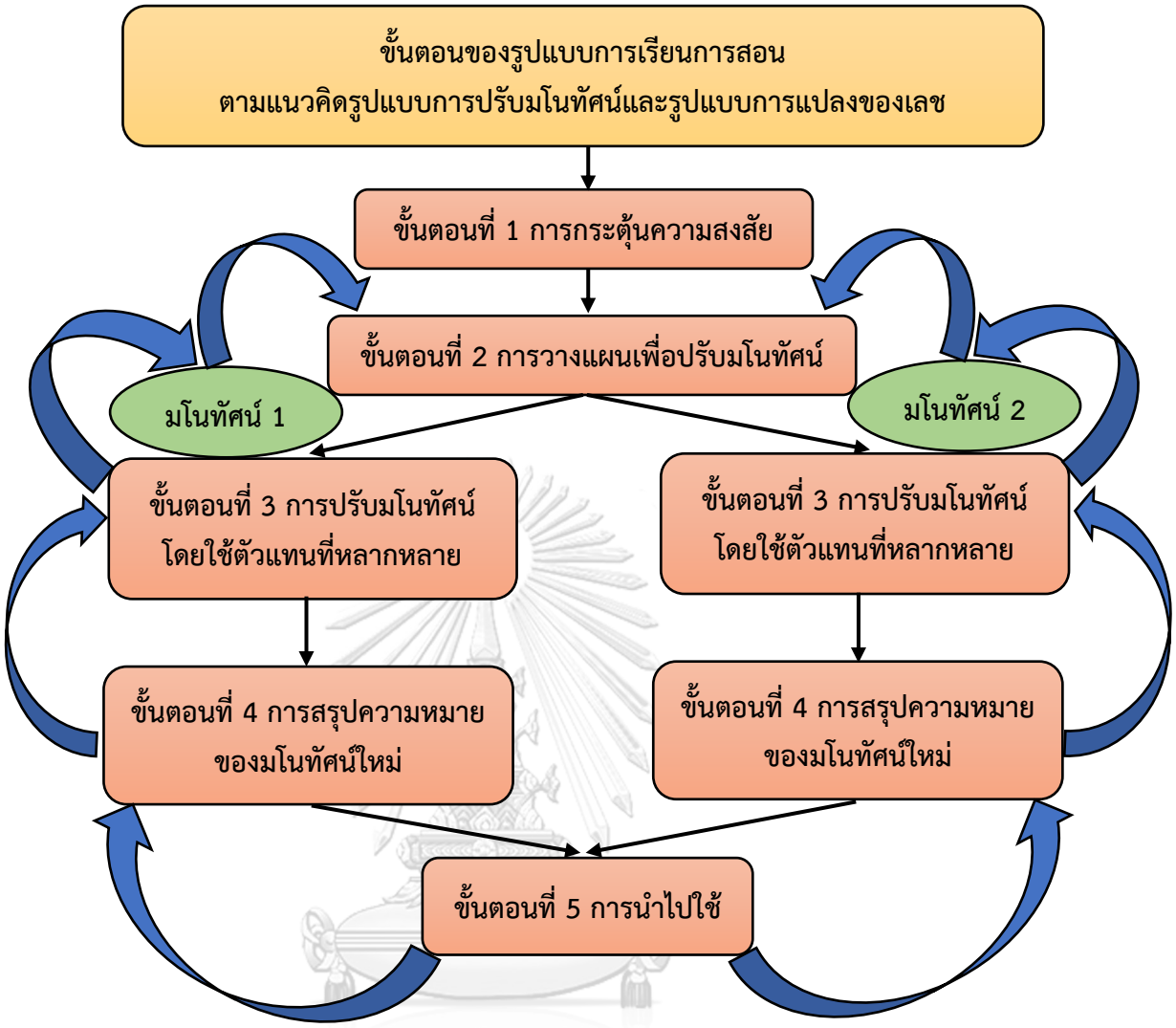
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ซึ่งในขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช สามารถเขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนในการสอนมโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์เดียวกับหลายมโนทัศน์ได้ดังแผนภาพที่ 10 และแผนภาพที่ 11



แผนภาพที่ 10 ขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มโนทัศน์เดียว

จากแผนภาพที่ 10 แสดงขั้นตอนในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มโนทัศน์เดียว นั่นคือ เมื่อครูจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช ครูสามารถย้อนกลับไปใช้ขั้นตอนที่ 2, ขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ได้ เพื่อปรับให้เกิดความสมบูรณ์ในแต่ละขั้นตอน และลดบทบาทของครู แต่เปลี่ยนเป็นให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น ในขณะเดียวกันถ้าครูสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลาย ๆ มโนทัศน์ (แสดงในแผนภาพที่ 11) ครูก็สามารถย้อนกลับไปใช้ขั้นตอนที่ 2, ขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ได้เช่นกัน เป็นการวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์, การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย และการสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นการใช้รูปแบบการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อนักเรียนมากขึ้น



แผนภาพที่ 11 ขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลายมโนทัศน์

4. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

ผู้วิจัยมีแนวทางการวัดและประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยใช้เครื่องมือและวิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย ได้แก่ การทดสอบ การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์หรือการซักถาม การเขียนตอบในใบกิจกรรม ผู้วิจัยวัดและประเมินผลผู้เรียนในแต่ละช่วงเวลาของการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลผลการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิด แสดงความคิดเห็น อภิปราย ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้แก่

การศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองขั้นต้น (Pre–experimental Research) และใช้แบบแผนแบบดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest Posttest Design) วัดก่อนและหลังการทดลอง ในระหว่างการสอนจะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนไป โดยวัดซ้ำระหว่างการทดลองตามช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การศึกษาประสิทธิผลรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามลำดับ ดังนี้ 1) ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช 2) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

จากการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ดังตารางที่ 14 และตารางที่ 15

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t – test dependent) ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	P
ก่อนทดลอง	40	10.42	3.404	28.682*	.00
หลังทดลอง	40	19.38	5.102		

*P<.05

จากตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เท่ากับ 8.96 โดยที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 10.42 และค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 19.38 และเมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนก่อนการทดลองมีค่าเท่ากับ 3.404 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียนหลังการทดลองมีค่าเท่ากับ 5.102 และจากการทดสอบค่าที (t – test dependent) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t – test dependent) ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยจำแนกตามองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (จำนวนนักเรียน 40 คน)

องค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนเต็ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		t	P
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์	10	4.05	1.986	6.00	1.812	22.327*	.00
การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์	10	2.42	0.242	6.20	1.192	18.223*	.00
การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์	10	3.95	1.176	7.18	2.098	19.182*	.00
คะแนนรวม (30 คะแนน)		10.42	3.404	19.38	5.102	28.682*	.00

*P<.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 15 เมื่อพิจารณามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามองต์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เท่ากับ 1.95 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เท่ากับ 3.78 และค่าเฉลี่ยเลขคณิต $(\bar{X})$ ของการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง เท่ากับ 3.23 และจากการทดสอบค่าที (t – test dependent) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แสดงว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงขึ้นจากก่อนทดลองในทุกองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช (แสดงดังตารางที่ 14) และจำแนกตามองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ และการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ (แสดงดังตารางที่ 15) ของนักเรียน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

การจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช โดยสามารถสรุปการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แยกตามองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

1) การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนต้องระบุคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ส่วนลักษณะที่ไม่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับการใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ดังนี้

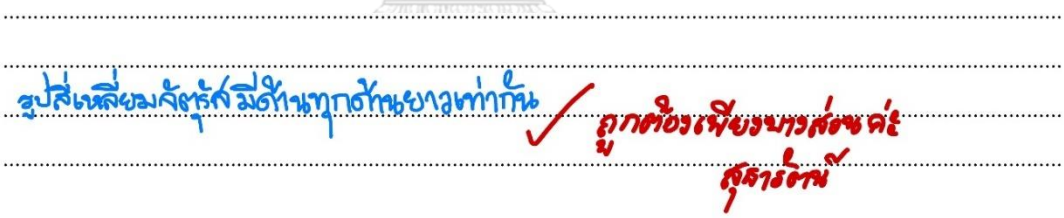
ช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 2 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นเล็กน้อย นั่นคือ ช่วงสัปดาห์แรก นักเรียน 80% ไม่สามารถบอกลักษณะเฉพาะของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม ได้ ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่เข้าใจคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำเสนอ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดความสับสนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่จะได้เรียนในขั้นตอนต่อ ๆ ไป โดยคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเป็นการสำรวจลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กับ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีลักษณะร่วมคืออะไร นักเรียนจะยังไม่ตอบคำถาม ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และใช้เวลาในการคิดหาคำตอบนานมาก ผู้วิจัยจึงต้องอธิบายสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมพร้อมทั้งยกตัวอย่างการตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น และต้องใช้การถามนำเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการเขียนอธิบายคำตอบ นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสงสัยว่าผู้วิจัยต้องการให้ตอบลักษณะใด นักเรียนไม่เข้าใจคำว่า “ลักษณะร่วม” ซึ่งเป็นคำที่นักเรียนไม่คุ้นเคยจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจคำถามหรือสถานการณ์ปัญหา ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปลี่ยนลักษณะของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กับ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีลักษณสำคัญที่เหมือนกันคืออะไร นักเรียนก็จะเข้าใจมากขึ้นและตอบได้ว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กับ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีลักษณะสำคัญที่เหมือนกัน คือ มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์เดิมที่คลาดเคลื่อน เช่น นักเรียนบางส่วนจะตอบว่า รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นมีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน แต่ไม่ได้บอกว่ามุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา ครูจึงต้องนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น เช่น รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสหรือไม่ อย่างไร ซึ่งนักเรียนก็จะตรวจสอบข้อสงสัยหรือประเด็นความขัดแย้งต่าง ๆ พร้อมกับศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง หรือแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับเพื่อน ๆ โดยอาจทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อยก็ได้

ตัวอย่างการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 2



ช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 7 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น โดยหลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชไปได้ระยะหนึ่ง เนื่องจากขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เปิดโอกาสให้ครูสามารถนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาได้หลายแนวทาง ครูจึงปรับคำถามให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามสิ่งที่กระตุ้นความสงสัยให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถามที่คำตอบไม่มีถูกหรือผิดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอสถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจในคำถามหรือสถานการณ์ที่ครูนำเสนอและมีแนวทางในการตอบมากขึ้นโดยไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติม อีกทั้งการที่นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเอง จากนั้นจึงแลกเปลี่ยน

ความคิดและข้อมูลกับเพื่อน ๆ โดยทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย โดยมีครูคอยเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้ ทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลายในการเรียน มีสมาชิกในกลุ่มคอยให้คำปรึกษาและช่วยกันหาคำตอบเพื่อระบุลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ของนักเรียนหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 32.77% ทำให้เห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชสามารถเสริมสร้างการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น ซึ่งพบว่าการบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น โดยจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น

ตัวอย่างที่ 3

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

ตัวอย่างที่ 4

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ มุมทุกมุม มีขนาด 90° มีด้านยาวเท่ากัน 2 คู่ และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตจากการนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นควรกำหนดให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เช่น ภาษาที่ใช้ความเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นที่สอน ลักษณะของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาไม่ควรยากเกินไป เพราะแทนที่นักเรียนจะตอบคำถามไม่ได้เนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐาน อาจกลายเป็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ได้เพราะไม่เข้าใจคำถามหรือสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งทำให้สิ่งที่นักเรียนจะได้รับไม่บรรลุผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้พบว่านักเรียนถนัดใช้ภาษาพูดในการเขียนอธิบายมากกว่าใช้ภาษาเขียนที่เป็นทางการและถูกต้องตามหลักการเขียนทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูควรนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์

ปัญหาด้วยภาษาที่นักเรียนถนัดและเข้าใจได้ และควรมีการถามนำเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการเขียนอธิบายลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจน

2) การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ ซึ่งนักเรียนต้องสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ จากความรู้และความเข้าใจของตน ดังนี้

ช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 2 พบว่า นักเรียนยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงของการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนไม่สามารถเขียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะเฉพาะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์จากความรู้และความเข้าใจของตนได้ ในการสร้างความหมายของมโนทัศน์พบว่านักเรียนมักใช้ภาษาตามความเข้าใจของนักเรียนซึ่งยังไม่ครบและถูกต้องตามหลักทางคณิตศาสตร์หรือตามมโนทัศน์นั้น ๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือรูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา และมีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน ซึ่งการสรุปความหมายเช่นนี้อาจเป็นคำจำกัดความของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ ดังนั้น ครูจึงต้องมีการปรับมโนทัศน์ของนักเรียนโดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย โดยครูอธิบายและยกตัวอย่างการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง นั่นคือ ผู้วิจัยได้นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาพ และสื่อรูปธรรม ที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำให้นักเรียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง เช่น รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เป็นการสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตนได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์

ตัวอย่างที่ 5

ทรงกลม มีจุดศูนย์ และ มีรัศมี

ตัวอย่างที่ 6

ทรงกลม เป็นรูปเรขาคณิต มีรัศมียาวเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 7

ทรงกระบอก คือ รูปเรขาคณิต 3 มิติ ที่มีฐานเป็นวงกลมเท่ากันทุกประการ

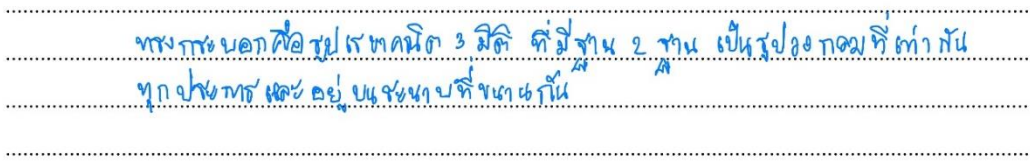
ช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 7 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชไปได้ระยะหนึ่ง ซึ่งนักเรียนได้รับการฝึกให้เขียนคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ จากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด โดยครูนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น พร้อมกับปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน นอกจากนี้นักเรียนยังได้เลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน จัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์อีกด้วย แสดงว่าครูต้องมีเวลามากพอในการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จนนักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องและสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเองได้ โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ของนักเรียนหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 49.87% ทำให้เห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชสามารถเสริมสร้างการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้

สูงขึ้น ซึ่งพบว่าการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น โดยจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ จากความรู้และความเข้าใจของตนเอง

ตัวอย่างที่ 8

ตัวอย่างที่ 9

ตัวอย่างที่ 10



ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตว่าเมื่อนักเรียนเรียนรู้แล้วสามารถสรุปเป็นความเข้าใจของตนเองได้ แต่เป็นข้อสรุปที่ไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยยังคงมีบทบาทมากในการสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ แม้ว่านักเรียนจะได้รับการฝึกให้สรุปความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่จากการพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 5 นักเรียนยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ แต่จะดีขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกเป็นระยะเวลานานและต่อเนื่องพอสมควร

3) การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ หมายถึง การระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

ช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 2 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เล็กน้อย โดยมีนักเรียนไม่ถึง 50% ที่สามารถบอกตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น ๆ ถูกต้อง และมีนักเรียนบางส่วนที่สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์นั้นได้ เช่น นักเรียนสามารถบอกคำจำกัดความของทรงกระบอกได้ว่าเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน แต่เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนยกตัวอย่าง

ทรงกระบอกที่พบในชีวิตประจำวัน มีนักเรียนบางส่วนที่บอกว่า ขวดน้ำเปล่า, ขวดยาแก้ไอ เป็นตัวอย่างของทรงกระบอก ซึ่งเป็นการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เพราะฐานสองฐานของขวดน้ำเปล่าและขวดยาแก้ไอเป็นรูปวงกลมที่ไม่เท่ากันทุกประการ นักเรียนควรตอบว่า ขวดน้ำเปล่าและขวดยาแก้ไอเป็นการยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ของทรงกระบอก

ช่วงสัปดาห์ที่ 3 – 7 พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นมาก โดยหลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชไปได้ระยะหนึ่ง โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล อาจเป็นคู่หรือกลุ่มย่อยก็ได้ ทำให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบกับเพื่อน และช่วยกันยกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้ด้วยเช่นกัน นักเรียนจึงสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง นอกจากนี้ยังมีการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา โดยนำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาตามแผนและตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถนำตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ไปใช้ได้ถูกต้องสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยจะเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ของนักเรียนหลังการทดลองเพิ่มขึ้นจากก่อนการทดลองคิดเป็น 53.39% ทำให้เห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชสามารถเสริมสร้างการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น ซึ่งพบว่าการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น โดยจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และสามารถยกตัวอย่างสิ่งที่ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างที่ 11

หลอดยาลม , กระป๋องน้ำอัดลม , ก๋วยไฟตาย

ตัวอย่างที่ 12

ลูกฟุตบอล , ลูกปิงปอง

ตัวอย่างที่ 13

ขวดน้ำปลา ขวดยาหัวแก้ไอ เพราะฐาน 2 ฐาน เป็นรูปมงกุฎที่ไม่ต่างกันทุกประการ

ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตจากการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์สู่ชีวิตจริงได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือการนำไปใช้ บางครั้งนักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง แต่นักเรียนอธิบายเหตุผลให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์หรือคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ไม่ได้ และจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสังเกตได้ว่านักเรียนไม่ชอบและไม่ถนัดการเขียนอธิบาย สนใจเพียงการหาคำตอบสุดท้ายว่าถูกต้องหรือไม่ อาจทำให้นักเรียนไม่ได้ทบทวนมโนทัศน์ในขณะที่นำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะไม่บรรลุตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องการให้นักเรียนนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อให้มโนทัศน์ที่ได้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างจากการสอบถามนักเรียนเมื่อเรียนครบ 7 สัปดาห์

อาจารย์ตั้งใจสอนดีนะคะ สอนเข้าใจง่าย แต่เทอมนี้ที่ทั้งเรียน online + onsite เลยทำให้เนื้อหาในบางเรื่องที่มันยาก เข้าใจยากมากขึ้น แต่ดีที่ตอนเรียนออนไลน์อาจารย์ปรับการสอนให้ช้าลง ซึ่งดีมากๆค่ะ ถึงที่โรงเรียนจะสอนเร็วไปบ้าง แต่อาจารย์ก็ใจดีมากก เวลาเรียนออนไลน์กับอาจารย์ก็ค่อนข้างตื่นเต้นนิดหนึ่ง เพราะจะลุ้นว่าจะโดนสุ่มตอบมั้ย แล้วก็เมื่อยมือมากค่ะ อาจารย์เขียนละเอียดมาก แต่ก็รับได้ค่ะ ได้ฝึกการเป็น perfectionist ดี :-)

เจอกันม.ปลายนะคะ ขอบคุณค่า ♡

ฉันอยากบอกว่า อาจารย์สอนเข้าใจดีค่ะ แต่อยากให้เวลากามตอนเรียนออนไลน์ ให้อาจารย์สอนข้างที่คล้ายๆกันก่อน เพราะบางข้ออาจจะยังไม่เคยทำค่ะ

หนูอยากบอกว่า อาจารย์ควรสอนแบบในบางเรื่องเป็นขั้นตอนสั้นๆก็ได้ค่า เพราะหนูคิดว่าบางอันมันพื้นฐานอ่ะค่ะ คือหนูเป็นประเภทถ้าครูเขียนมาเยอะหนูจะงงค่ะ เป็นขั้นตอนทำสั้นๆก็ได้ค่า ถ้าเกิดยังเป็นกลุ่มเราในปีการศึกษาหน้า หนูเชื่อว่ารุ่นน้องเก่งและมีความสามารถมากกว่าหนูมากๆค่ะ หนูอาจไม่เก่งวิชาอาจารย์แต่หนูเชื่อว่าน้องรุ่นต่อไปน้องต้องเก่งแน่ๆค่ะ อาจารย์อยู่ปายแค่สั้นๆ หนูคิดว่าเด็กๆก็คงเข้าใจแล้วค่ะ หนูก็คงไม่ได้เหมาะจะอยู่กลุ่มเรา เรียนไม่ได้ดีเท่าเพื่อน แต่หนูก็พยายามในการสอบทุกครั้งนะคะ

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นเห็นว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ และการบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีสาระสำคัญ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัยนำเสนอเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย สรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของ

รูปแบบการเรียนการสอน วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยนำสาระสำคัญของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปได้หลักการสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 5 ประการ ดังนี้

1) กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็น มโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

4) การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

5) การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจสามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้จากการวิเคราะห์หลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชจนได้ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนดำเนินการก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังการจัดการเรียนการสอน โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมิน ซึ่งการวัดและประเมินผลก่อนการทดลอง เป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินว่าก่อนการใช้รูปแบบ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นเป็นการวัดและประเมินผลในระหว่างที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่

พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเอกสารแบบฝึกประจำหน่วยการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับดูการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม การเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ และหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินว่าหลังการใช้รูปแบบ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. ผลการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนที่เลือก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 40 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนตามตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช พบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น โดยนักเรียนสามารถบอกลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันเพื่อบอกลักษณะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น โดยลักษณะที่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่ต้องมีในมโนทัศน์ และจำเป็นต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ส่วนลักษณะที่ไม่จำเป็นจะเป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์ แต่ไม่จำเป็นสำหรับการใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น นักเรียนสามารถสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ให้เป็นนิยามหรือข้อความที่เป็นลักษณะสำคัญหรือจำเป็นของมโนทัศน์ จากความรู้และความเข้าใจของตนและนักเรียนสามารถระบุตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้อง และยกตัวอย่างสิ่งที่

ใกล้เคียงที่ไม่ใช่มโนทัศน์ได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นจากก่อนการทดลอง

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในการอภิปรายผลผู้วิจัยอภิปรายผลใน 2 ประเด็น แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

การอภิปรายผลจากรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นในการอภิปราย ดังนี้

1.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบและมีแนวคิดทฤษฎีรองรับ โดยในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นขั้นตอนที่มีความสอดคล้องเชื่อมโยงกัน โดยเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องตามจุดมุ่งหวังของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) รวมทั้งศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาในปัจจุบันของการจัดการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมาย ทฤษฎีบท กฎ สูตร ขั้นตอน หรือ

วิธีการทางคณิตศาสตร์ และสมบัติต่าง ๆ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นจุดสำคัญจุดหนึ่งในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ทั้งนี้เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความรู้เฉพาะหรือแนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ (Cockburn and Littler, 2010; สิริพร ทิพย์คง, 2558; อัมพร ม้าคนอง, 2558; สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วจึงทำการศึกษาวิเคราะห์แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และศึกษาวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ (Posner and others, 1982; Stofflett, 1994; Uzuntiryaki and Geban, 2005; Stepans and Schmidt, 2009; Koparan and others, 2010; Gooding, J. & Metz, B.,2011; Aprea, C., 2015) และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Cramer & Kamowski, 1995; Kinney, 1997; Lesh, 2000; Clement, 2004)

จากนั้นผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญ หลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และหลักการของรูปแบบการแปลงชองเลช แล้วนำหลักการของทั้งสองแนวคิดมาบูรณาการเป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ และใช้เวลาในการพิจารณาความสอดคล้องและความสัมพันธ์ของหลักการแต่ละข้อเพื่อจัดกลุ่มของหลักการให้เป็นหลักการที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2542) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดหลักการที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและใช้เวลานาน โดยผู้ที่พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจะต้องใช้ความคิด และความรอบคอบในการพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผล และ ความสอดคล้องสัมพันธ์กันของหลักการ เพื่อจัดกลุ่มของหลักการที่สัมพันธ์กัน และสรุปเป็นหลักการที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมาสร้างแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และพัฒนาเป็นขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองจัดการเรียนการสอน เพื่อนำผลจากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีการพัฒนาอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน มีหลักการ แนวคิด และทฤษฎีรองรับ ส่งผลให้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของทิศนา แขมมณี (2551) ที่กล่าวว่า การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนประกอบไปด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย การศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่

เกี่ยวข้อง การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง การกำหนดหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน การจัดกลุ่มหลักการ การจัดความสัมพันธ์ของหลักการ การจัดเรียงขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน การทดลองใช้ การประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอน และการปรับปรุงระบบ

1.2 จุดเด่นของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นอย่างมีระบบและขั้นตอนตามกระบวนการวิจัยได้รับการตรวจสอบและรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ทั้งทางด้านการศึกษาและการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจากผลการรับรองรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีคะแนนเฉลี่ยความถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่ วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจนจะช่วยชี้นำให้การออกแบบกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้มีลักษณะเฉพาะ อันจะนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายเฉพาะที่รูปแบบนั้นกำหนด ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามุ่งเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง โดยครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น ซึ่งเมื่อผู้เรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้ผู้เรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ (Conceptual Change Approach) โดยความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียนจะต้องถูกแสดงออกมาก่อน และกิจกรรมการเรียนรู้จะถูกกำหนดบนพื้นฐานของความรู้เหล่านั้น (Stofflett, 1994, Gooding, J. & Metz, B.,2011) ซึ่งงานวิจัยของโพสเนอร์และคณะ (Posner and others) ที่ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ในระยะที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ (Posner et al., 1982, Aprea, C., 2015)

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช สามารถตอบสนองปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพจริง ผู้วิจัยได้สำรวจสภาพปัญหาจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอน การสำรวจสภาพปัญหาจากเอกสารต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการ

ปฏิบัติการสอนจริง ทำให้ทราบสภาพปัญหาและช่องว่างของความรู้ พบว่า ผู้เรียนไม่มีความเข้าใจมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียน ไม่สามารถนำความรู้ ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้มีอยู่อย่างจำกัด รูปแบบการเรียนการสอนจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้ผู้เรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเกิดมโนทัศน์ จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ 5 รูปแบบ คือ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ตามแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช (Lesh’s Translation Model) ซึ่งแนวคิดนี้จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Lesh, 2000) กล่าวได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชมีจุดเด่นคือ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของการแปลงของเลชที่เหมาะสมกับการเสริมสร้างมโนทัศน์นั้น ๆ และนำมาใช้เมื่อพบว่ามโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมอาจคลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ จนต้องปรับไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้องสมบูรณ์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3 ข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยค้นพบว่าในช่วงระยะแรกของการกระตุ้นความสงสัย ซึ่งเมื่อครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ นักเรียนจะยังไม่ตอบคำถาม ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และหากเป็นคำถามปลายเปิดนักเรียนจะใช้เวลาตอบคำถามนาน สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า สาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาไม่ใช่เพราะนักเรียนมีทักษะในการคำนวณน้อย แต่เป็นเพราะนักเรียนมีความสามารถเชิงตรรกะและการเชื่อมโยงน้อย ทำให้ไม่สามารถตีความข้อมูลในโจทย์ได้ถูกต้อง และถ้าเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน นักเรียนจะขาด

ประสบการณ์และไม่คุ้นเคยกับการตอบคำถาม (Wade, RC., 2012) โดยครูอาจต้องปรับคำถามให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามสิ่งที่กระตุ้นความสงสัยให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถามที่คำตอบไม่มีถูกหรือผิดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอสถานการณ์ หรือ คำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

1.4 ความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และรูปแบบการแปลงของเลช มีความสอดคล้องกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เนื่องจากมีหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนที่นำไปสู่การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 3) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ 4) การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ และ 5) การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

จากหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนพบว่าสอดคล้องกับ Posner and others (1982) ได้พัฒนาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ขึ้น โดยพิจารณากระบวนการปรับมโนทัศน์เป็นสองระยะ ระยะแรกเกี่ยวกับการปรับความรู้ที่มีอยู่ของนักเรียน และอีกระยะหนึ่งเกี่ยวกับการปรับความรู้ใหม่ที่ได้เผชิญ ซึ่งในระยะแรกนักเรียนถูกคาดหวังให้เข้าใจว่าความรู้

ที่มีอยู่ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา นักเรียนจะประสบกับความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่มีอยู่และความรู้ใหม่ ผลของความขัดแย้งภายในนี้จะกระตุ้นให้นักเรียนพร้อมสำหรับการปรับมโนทัศน์ ในระยะที่สองนักเรียนจะพบความรู้ใหม่ที่สามารถเข้าใจได้ มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง Lesh (2000) ได้กล่าวไว้ว่า การเกิดมโนทัศน์จากการแปลงความรู้ระหว่างบริบทหนึ่งไปสู่อีกบริบทหนึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เข้าใจความหมายของมโนทัศน์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นฝังตรึงอยู่กับนักเรียน สอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่าการที่ครูให้ความสำคัญต่อการจดจำสูตร กฎ วิธีการหาคำตอบ โดยละเลยให้นักเรียนรู้และมีความเข้าใจถึงเหตุผลที่แท้จริงว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เหล่านั้นมีที่มาอย่างไร หรือสามารถใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้อย่างไร นักเรียนจึงมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ไม่มีสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมาช่วยอธิบายเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้นักเรียนเข้าใจได้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ดังนั้นการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรมีการสอนที่มีการใช้สื่อรูปธรรมที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเองร่วมด้วย นอกจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงแล้ว นักเรียนควรได้รับโอกาสในการสร้างและนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ จะทำให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมได้ง่ายและถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Koparan and others (2010) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับผลของสื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 เรื่อง เศษส่วน พบว่า สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความรู้ที่มีอยู่และค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เปรียบเทียบความคิดกับบุคคลอื่นและได้สะท้อนความคิดของตนเอง โดยองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นเป็นการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์ของเศษส่วน จึงมีความเป็นไปได้ว่าแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ที่มีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนน่าจะมีผลต่อการเพิ่มมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เช่นกัน งานวิจัยของ Costu and others (2007) ซึ่งออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง การต้มของนักศึกษาปีที่ 1 ภาควิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา โดยดำเนินการทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การต้ม ของนักศึกษา แล้วนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับมโนทัศน์มีผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักศึกษา และงานวิจัยของ Kinney (1997) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟและรูปแบบการแปลงของเลช ที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนเรื่องความสัมพันธ์เชิงกราฟระหว่างฟังก์ชัน และอนุพันธ์ของฟังก์ชันในชั้นเรียนแคลคูลัสสำหรับนักเรียนที่ยังไม่แม่นยำ แล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟพร้อมด้วยรูปแบบการแปลงของเลชมีการเรียนรู้เรื่องการแปลงฟังก์ชันเป็นอนุพันธ์ และอนุพันธ์เป็นฟังก์ชันมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟแต่ไม่ใช้รูปแบบการแปลงของเลชร่วมด้วย นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับฟังก์ชัน และอนุพันธ์ที่เหมาะสมกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้นเราจึงควรที่จะนำรูปแบบการแปลงของเลชมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์รวมทั้งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจากแนวคิดทั้งสองแนวคิดนี้ช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนได้ถูกฝึกฝนองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนสามารถเกิดองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เมื่อครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ นักเรียนจะยังไม่ตอบคำถาม ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็น และหากเป็นคำถามปลายเปิด นักเรียนจะใช้เวลาตอบคำถามนาน ครูปรับคำถามให้ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามสิ่งที่กระตุ้นความสงสัยให้สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียน โดยใช้คำถามที่คำตอบไม่มี

ถูกหรือผิดก่อน จากนั้นจึงค่อยนำเสนอสถานการณ์ หรือ คำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wade, RC (2012) ที่พบว่าสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้นักเรียนไม่ตอบคำถามไม่ใช่เพราะนักเรียนไม่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แต่เป็นเพราะนักเรียนมีความสามารถเชิงตรรกะและการเชื่อมโยงน้อย ทำให้ไม่สามารถตีความข้อมูลในโจทย์ได้ถูกต้อง และถ้าเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน นักเรียนจะขาดประสบการณ์และไม่คุ้นเคยกับการตอบคำถาม

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ นักเรียนใช้เวลานานเกินไปกว่าจะพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ ซึ่งนักเรียนยังไม่สามารถวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ตนเองเกิดมโนทัศน์ได้ ครูให้นักเรียนได้ฝึกสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ จากนั้นครูจัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้และฝึกให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิดของตนเอง โดยครูช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียน ซึ่ง Reins (2006) กล่าวโดยสรุปไว้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับมโนทัศน์นั้นครูควรมีบทบาทเป็นผู้มีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยต้องมั่นใจว่าความคิดเห็นของตนเองไม่ได้มีผลต่อกิจกรรมในชั้นเรียนมากที่สุด การอภิปรายคำตอบของนักเรียนไม่ได้อยู่ภายใต้การชี้นำของครูมากเกินไป

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย นักเรียนไม่รู้ว่าจะนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลายได้อย่างไรบ้าง เพราะไม่แน่ใจว่าตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่เลือกนั้นถูกต้องหรือไม่ และจะนำมาปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องได้อย่างไร ครูอธิบายและยกตัวอย่างการนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับที่ Clement (2004) ได้กล่าวไว้ว่า รูปแบบการแปลงของเลช สามารถทำให้นักเรียนมีความเพลิดเพลินในการเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีการใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้สื่อรูปธรรมที่สามารถ

ดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้รูปแบบการแปลงของเลชทำให้นักเรียนได้เปลี่ยนแบบการแสดงความรู้หนึ่งๆ จากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง ซึ่งการจะเปลี่ยนได้นักเรียนต้องมีความเข้าใจสิ่งที่กำลังเปลี่ยนนั้นจึงทำให้นักเรียนมีความเข้าใจความรู้นั้น ๆ อย่างชัดเจน แม่นยำ และเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อพบปัญหาต่าง ๆ ก็สามารถแก้ได้โดยใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ตนมีอยู่เป็นเครื่องมือนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหาได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช จึงเป็นแนวคิดหนึ่งที่น่าจะช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ นักเรียนออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ครูช่วยตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ใหม่ และนำเสนอข้อบกพร่องเพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม พร้อมทั้งสามารถสรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม และยังไม่สามารถสรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครูจึงต้องมีเวลามากพอในการเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จนนักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเองได้ สอดคล้องกับ Lasley and others (2002) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้มีโอกาสสร้างแบบของการนำเสนอความคิดและการนำเสนอข้อสรุปหลาย ๆ แบบ และผลจากการนำเสนอเหล่านี้ก่อให้เกิดกระบวนการตรวจสอบจากเพื่อนร่วมชั้นเรียนนักเรียนจึงมีโอกาสทบทวนผลงานของตนเองและทำให้เกิดข้อสรุปที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนมองเห็นแบบแผนของสิ่งที่ได้เรียนรู้จากก่อนและหลังสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ พบว่านักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งครูควรใช้การตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย และช่วยกันหาว่าสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร สอดคล้องกับ Back and Cromie (1972) ที่กล่าวไว้ว่า ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ก็นำความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตไปใช้อย่างหลากหลาย ดังนั้นมนุษย์จึงควรมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเรขาคณิตอย่างถูกต้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตและเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาเรขาคณิตระดับสูงต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1.ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

1) การนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นควรกำหนดให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เช่น ภาษาที่ใช้ความเหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นที่สอน ลักษณะของคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาไม่ควรยากเกินไป เพราะแทนที่นักเรียนจะตอบคำถามไม่ได้เนื่องจากไม่มีความรู้พื้นฐาน อาจกลายเป็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ได้เพราะไม่เข้าใจคำถามหรือสถานการณ์ดังกล่าว ซึ่งทำให้สิ่งที่นักเรียนจะได้รับไม่บรรลุผลสำเร็จเท่าที่ควร นอกจากนี้พบว่านักเรียนถนัดใช้ภาษาพูดในการเขียนอธิบายมากกว่าใช้ภาษาเขียนที่เป็นทางการและถูกต้องตามหลักการเขียนทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น ครูควรนำเสนอคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาด้วยภาษาที่นักเรียนถนัดและเข้าใจได้ และควรมีการถามนำเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการเขียนอธิบายลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจน

2) การที่นักเรียนเรียนรู้แล้วสามารถสรุปเป็นความเข้าใจของตนเองได้ แต่เป็นข้อสรุปที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งครูยังคงมีบทบาทมากในการสรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ แม้ว่านักเรียนจะได้รับการฝึกให้สรุปความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง แต่จากการพิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระยะแรก ๆ ประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ นักเรียนยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ แต่จะดีขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกเป็นระยะเวลานานและต่อเนื่องพอสมควร

3) การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์สู่ชีวิตจริงได้แต่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งขั้นตอนสุดท้ายของรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นคือการนำไปใช้ บางครั้งนักเรียนยกตัวอย่างสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง แต่นักเรียนอธิบายเหตุผลให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์หรือคำจำกัดความของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ ไม่ได้ และจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสังเกตได้ว่านักเรียนไม่ชอบและไม่ถนัดการเขียนอธิบาย สนใจเพียงการหาคำตอบสุดท้ายว่าถูกต้องหรือไม่ อาจทำให้นักเรียนไม่ได้ทบทวนมโนทัศน์ในขณะที่นำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะไม่บรรลุตามขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องการให้นักเรียนนำมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อให้มโนทัศน์ที่ได้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4) ผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมโดยการศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนอย่างละเอียด และจัดการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการ

เรียนรู้ โดยคำนึงว่ารูปแบบการเรียนการสอนนี้มุ่งเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับเพื่อน ๆ ให้ผู้เรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนหลากหลายแบบตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

5) ในสถานการณ์ปัจจุบันที่ทุกคนกำลังเผชิญกับโรคระบาด COVID-19 และมีความจำเป็นที่ครูต้องจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะอันจะเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงการแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชสำหรับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น	**ครูสอนออนไลน์ผ่าน Application ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนได้ เช่น Microsoft Team, Zoom, Google Meet โดยให้ครูจัดการเรียนการสอนเสมือนอยู่ในห้องเรียนจริง ซึ่งในขั้นตอนที่ 1 ครูสามารถกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนได้ เพราะลักษณะของห้องเรียนออนไลน์นี้ ทั้งครูและนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันได้ นักเรียนสามารถเปิดไมค์พูดเพื่อ**	**ในการสอนแต่ละคาบเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นนั้น ครูมีวิธีในการกำกับและตรวจสอบนักเรียนตลอดการเรียนการสอน ดังนี้** **- ครูสร้างข้อตกลงในการเรียนออนไลน์ นั่นคือ นักเรียนทุกคนต้องเปิดกล้องของตนเอง**

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อทำให้นักเรียนมีความขัดแย้งทางความคิดเกิดความสงสัย ร่วมแสดงความคิดเห็นตามมุมมองและความคิดของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ และแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น <u>ขั้นตอนที่ 1.1</u> การนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม <u>ขั้นตอนที่ 1.2</u> การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้	แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ ได้ตลอดเวลา ซึ่งครูสามารถเห็นพฤติกรรมของนักเรียนโดยมองผ่านกล้องที่นักเรียนเปิดขณะกำลังเรียน นอกจากนี้ครูยังสามารถ share หน้าจอเพื่อให้นักเรียนทุกคนเห็นสถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ครูตั้งขึ้น	ตลอดเวลาที่เรียนออนไลน์ และต้องมีความพร้อมในเรื่องของอุปกรณ์เทคโนโลยี ได้แก่ ไมค์ อินเตอร์เน็ต รวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเรียนต้องเหมาะสม ไม่มีเสียงดังรบกวนขณะเรียน นอกจากนี้ยังรวมถึงการแต่งกายด้วยชุดสุภาพ และเปลี่ยน Background ของตนเองให้เหมาะสมด้วย ซึ่งทำให้ครูและนักเรียนเสมือนว่า face to face กันตลอดเวลา - ในระหว่างที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอน จะมีช่องทางในการส่งงานได้ตลอดเวลา นั่นคือ Meet Chat ซึ่งนักเรียนสามารถถ่ายรูปและส่งงานได้ตลอดเวลาเมื่อครูมอบหมาย ช่องทางนี้จะทำให้ครูสามารถตรวจสอบได้ว่านักเรียนอยู่กับครูตลอดเวลาและทำงานตามที่ครูมอบหมายในทันที นอกจากนี้เพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียนทุกคนยังสามารถเห็นภาพรูปถ่ายของเพื่อนไปพร้อม ๆ กันด้วย ทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปได้ตามรูปแบบ
ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมี ไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์	ครูมอบหมายให้นักเรียนวางแผนค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อปรับมโนทัศน์ และรวบรวมข้อมูลในการปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 นี้ ครูยังสามารถใช้ Application เช่น Microsoft Team, Zoom, Google Meet ในการจัดการเรียนการสอนได้ ด้วยการให้เวลานักเรียนเพื่อค้นคว้าและ	

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
<u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลในการปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ <u>ขั้นตอนที่ 2.1</u> การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม <u>ขั้นตอนที่ 2.2</u> การวางแผนค้นคว้าข้อมูล <u>ขั้นตอนที่ 2.3</u> การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด	**รวบรวมข้อมูล ซึ่งครูให้นักเรียนเปิดกล้องตลอดเวลา**	**การเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น** **- การส่งงานผ่าน Assignment โดยครูสามารถกำหนดวัน-เวลาในการส่ง และครูสามารถตรวจงานพร้อมให้ Feedback นักเรียนได้ในทันที โดยมีหลักฐานอยู่เสมอ** **- นักเรียนสามารถกดยกมือเมื่อมีข้อสงสัยหรือต้องการแสดงความคิดเห็นระหว่างเรียน ซึ่งทำให้ครูได้โต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอยู่เสมอ** **- ทุกครั้งที่สอนครูจะกด Record การสอนไว้ เพื่อให้นักเรียนสามารถมาดูย้อนหลังได้เมื่อสงสัยในเนื้อหาที่ครูสอน นอกจากนี้ยังเป็นช่องทางหนึ่งที่ครูผู้สอนจะเข้ามาดูการสอนของตนเอง และปรับปรุงเพื่อพัฒนาการสอนของครูในครั้งต่อ ๆ ไปให้ดีขึ้น** **- ในส่วนของการวัดและประเมินผลนั้น ขณะทำการสอบ ครูสร้างกติกาว่า นักเรียน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษาสัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง <u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของตนเอง จนสามารถปรับมโนทัศน์เดิมที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง <u>ขั้นตอนที่ 3.1</u> การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย <u>ขั้นตอนที่ 3.2</u> การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์	**ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออนไลน์ผ่าน Application ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนได้ เช่น Microsoft Team, Zoom, Google Meet ให้นักเรียนได้ใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งครูนำเสนอผ่าน PowerPoint เพื่อ share หน้าจอให้นักเรียนทุกคนได้เห็น จนนักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้**	**ต้องเปิดกล้องอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำแบบทดสอบ และต้องไม่มีการใช้โทรศัพท์มือถือหรือเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เด็ดขาด ทำให้ครูสามารถกำกับและตรวจสอบการทำแบบทดสอบของนักเรียนได้**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ <u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่และออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ <u>ขั้นตอนที่ 4.1</u> การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ <u>ขั้นตอนที่ 4.2</u> การตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง	**ครูให้นักเรียนสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่และให้นักเรียนนำเสนอข้อความรู้ใหม่ ซึ่งนักเรียนสามารถนำเสนอผ่านทาง Chat ส่งเป็นรูปถ่าย โดยครูและเพื่อน ๆ สามารถเห็นได้ จากนั้นครูให้นักเรียนพูดนำเสนอเพื่อสื่อสารถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ จากนั้นครูตรวจสอบความถูกต้อง พร้อมอธิบาย** **นอกจากนี้ยังมีช่องทางการส่งงานผ่าน Assignment ของ โดยครูสามารถกำหนดวัน-เวลาในการส่งงาน และตรวจสอบพร้อมกับให้ Feedback กับนักเรียนได้ตลอดเวลา**	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ	แนวทางการจัดการเรียนการสอนออนไลน์	วิธีกำกับและตรวจสอบนักเรียน
ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ <u>วัตถุประสงค์</u> เพื่อให้นักเรียนนำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้	**ในขั้นตอนนี้เมื่อครูมอบหมายงานให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถส่งงานผ่าน Chat หรือ Assignment ได้**	

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรนำการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชไปใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เนื้อหาอื่น ๆ แต่ควรเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น

2) ควรนำการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชไปใช้ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3) รูปแบบของการแปลงของเลชไม่มีข้อจำกัดแน่นอนว่าควรแปลงกี่แบบ ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและลำดับการใช้การแปลง ดังนั้นจึงควรศึกษาว่าควรใช้ลักษณะการแปลงระหว่างรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมกับการเสริมสร้างมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ

4) ควรมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบซ้ำ โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือนำไปใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นอื่น เพื่อยืนยันผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและทำให้รูปแบบการเรียนการสอนนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงมโนทัศน์*. กรุงเทพมหานคร: ซัคเซมีเดีย.

ชยานันต์ จิรสินกุลโรจน์. (2559). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแปลงของเลขด้วยตัวต่อเลโก้ (LEGO®) เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความคงทุนในการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. (ปริญญามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร,

ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.

ศิริวรรณ แก้วฟอง. (2549). *การส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงสังกัปการวิจัยโดยใช้โมเดลการเรียนรู้ทวิสถานะ: การประยุกต์ใช้กับนิสิตปริญญาตรีคณะครุศาสตร์*. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2560, 12 ตุลาคม 2561). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560*. แหล่งที่มา http://www.niets.or.th.pdf

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สิริพร ทิพย์คง. (2558). *มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).

สิรีรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา. (2554). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

อรญา อัญโย. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคานวณเชิงกราฟ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องฟังก์ชัน*. (ปริญญามหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

อัมพร ม้าคนอง. (2546). *เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*,

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2558). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Aprea, C. (2015). Secondary school students' informal conceptions of complex economic phenomena. *International Journal of Educational Research,* 69, 12-22. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.09.002

Back, C. A., & Cromie, R. G. (1972). *Introduction to Concepts of Geometry*. USA: Prentice-Hall.

Cecco, J. (1968). The Psychology of Learning and Instruction. In *Educational Psychology*. Englewood: Prentice–Hall.

Charlesworth, R. (2005). Experiences in Math for Young Children. In (5 ed.). United States: Thomson Delmar Learning.

Clement, L. (2004). A Model for Understanding, Using, and Connecting Representation. *Teaching Children Mathematics,* 11(2), 97-102. doi:10.5951/TCM.11.2.0097

Cooney, T. J., Henderson, K. B., & Davis, E. J. (1975). *Dynamics of teaching secondary school mathematics*. Boston: Houghton Mifflin.

Coştu, B., Ayas, A., Niaz, M., Ünal, S., & Çalik, M. (2007). Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Boiling Concept. *Journal of Science Education and Technology,* 16, 524-536. doi:10.1007/s10956-007-9079-x

Cramer, K., & Karnowski, L. (1995). The Importance of Informal Language in Representing Mathematical Ideas. *Teaching Children Mathematics*.

Davies, P., & Mangan, J. (2005). *Recognising Threshold Concepts: an exploration of different approaches*. Paper presented at the the European Association in Learning and Instruction Conference (EARLI), Nicosia, Cyprus.

Davis, J. (2001, 24 September 2018). Conceptual Change: Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. Retrieved from http://projects.coe.uga.edu/epltt/

Dienes, Z. (1961). *Building up Mathematics* (Vol. 45). Great Britain Hutchinson Educational.

Duit, R., & Treagust, D. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC,* 25, 671-688. doi:10.1080/09500690305016

Eggen, P. D., and Kauchak, D. O. (2006). *Strategies for teaching content and thinking skill* (3rd ed.). Boston: Allyn and bacon.

Ellis, W. (2001). Numerical common sense for all. In L. A. Steen (Ed.), *Mathematics and Democracy: The case for Quantitative Literacy* (pp. 61-66). Princeton NJ: National Council of Education and the Disciplines.

Fardanesh, H. (2006). An application of conceptual change approaches to cultural issues among high school students. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED491549.pdf

Feldman, R. S. (1990). *Understanding Psychology* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.

Gagne, R. M. (1970). The learning of concepts. In H. F. Clarizio, R. C. Craig, & W. A. Mehrens (Eds.), *Contemporary Psychology*. Boston: Allyn & Bacon.

Gibson, J. T. (1980). *Psychology for the Classroom*. New Jersey: Prentice-Hall.

Gill, M. (2003). Is It a Challenge or a Threat? A Dual-Process Model of Teachers' Cognition and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Appraisal Processes During Conceptual Change. *Educational Psychology Review,* 15, 147-179. doi:10.1023/A:1023477131081

Gooding, J., & Metz, B. (2011). From misconceptions to conceptual change: Tips for identifying and overcoming students' misconceptions. *The Science Teacher,* 78(4), 34-37.

Gregoire, M. (2003). Is It a Challenge or a Threat? A Dual-Process Model of Teachers' Cognition and Appraisal Processes During Conceptual Change. *Educational Psychology Review,* 15(2), 147-179. doi:10.1023/A:1023477131081

Grundfest, S. (1969). Ausubel, David P. Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968. 685 pp. $8.95. *Journal of Teacher Education,* 20(2), 265-267. doi:10.1177/002248716902000226

Hail, & Jason, C. (2020). Effects of using multiple representations on students knowledge and perspectives of basic algebraic concepts.

Hallett, D. H. (2001). Achieving Numeracy:The Challenge of Implementation. In L. A. Steen (Ed.), *Mathematics and Democracy: The case for Quantitative Literacy* (pp. 93 - 98). Princeton NJ: National Council of Education and the Disciplines.

Ho, A. (2000). A conceptual change approach to staff development: A model for programme design. *International Journal for Academic Development,* 5, 30-41. doi:10.1080/136014400410088

Kinney, D. P. (1997). The effect of graphing calculator use and the Lesh Translation Model on student understanding of graphical relationship between function and derivative in a nonrigorous calculus course. *Dissertation Abstracts International*.

Koparan, T., Yıldız, C., Köğce, D., & Güven, B. (2010). The effect of conceptual change approach on 9th grade students' achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences,* 2(2), 3926-3931. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.618

Lasley, T. J., Matczynski, T. J., & Rowley, J. B. (2002). Instructional models : Strategies for teaching in a diverse society.

Lesh, R. (1981). Applied mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics,* 12, 235-264. doi:10.1007/BF00305624

Lesh, R. (2000). *Conceptual and procedural understanding in middle school Mathematic*. Reston: NCTM.

Lesh, R., & Doerr, H. (2003). Beyond constructivism. Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching.

Lovell, K. (1966). Educational Psychology and Children. *The British Journal of Sociology,* 10, 85. doi:10.2307/587602

Merenluoto, K., & Lehtinen, E. (2004). Number concept and conceptual change: Towards a systemic model of the processes of change. *Learning and Instruction,* 14, 519-534.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

doi:10.1016/j.learninstruc.2004.06.016

Moyer-Packenham, P., Bolyard, J., & Spikell, M. (2002). What are Virtual Manipulatives? *TEaL Faculty Publications,* 8.

National Council of Teachers of, M. (2000). Principles and standards for school mathematics.

OECD. (2015). *PISA Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematicinancial Literacy and Collaborative Problem Solving*: , revised edition, PISA, OECD Publishing, Paris. Retrieved 15 September, 2018 from http://dx.doi.org/10.1787/9789264281820-en.

Park, M. S. (2013, 20 December 2014). Professional Development and Teacher Change: Teachers' Practices and Beliefs about Using Multiple Representations in Teaching Mathematics. Retrieved from http://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/159129/Park_umn_0130E_14076.pdf?sequence=1

Podell, H. A. (1958). Two processes of concept formation. *Psychological Monographs: General and Applied,* 72(15), 1-20. doi:10.1037/h0093820

Posner, G. J., & Strike, K. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education,* 66.

R. Lesh, D. M., and M. G. Kantowski. (1979). *Applied Mathematical Problem Solving Columbus*. Ohio: ERICISMEAC.

Reynolds, M., & Strom, S. (1989). Knowledge Bases for the Beginning Teacher.

Russell, D. H. (1956). *Children's thinking*. Boston: Ginn and Company.

She, H.-C. (2004). Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching,* 41, 142-164. doi:10.1002/tea.10130

Steen, L. (2002). Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy. *Mathematics and Computer Education,* 36.

Stepans, J. I., & Schmidt, D. L. (2009). *From Wyoming to Florida, They Ask, "Why Wasn't I Taught This Why?" Inquiry: The Key to Exemplary Science.* USA: National Science Teachers Association.

Stofflett, R. T. (1994). The accommodation of science pedagogical knowledge: The application of conceptual change constructs to teacher education. *Journal of Research in Science Teaching,* 31(8), 787-810. doi:10.1002/tea.3660310804

Suping, S. M. (2003, 18 September 2018). Conceptual change among students in science. Retrieved from http://www.ericdigests.org/2004-3/change.htmprojects.coe.uga.edu/epltt/

TIMSS. (2015). *Assessment Frameworks. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center*: , Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Retrieved 18 September, 2018 from

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports.

Toumasis, C. (1995). Concept Worksheet: An Important Tool for Learning. *The Mathematics Teacher,* 88(2), 98-100.

Uzuntiryaki, E., & Geban, Ö. (2005). Effect of conceptual change approach accompanied with concept mapping on understanding of solution concepts. *Instructional Science,* 33(4), 311-339. doi:10.1007/s11251-005-2812-z

Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A., & Papadimitriou, E. (2002). Designing learning environment to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction,* 11, 381-419. doi:10.1016/S0959-4752(00)00038-4

Wade, R. C. (1994). Conceptual Change in Elementary Social Studies: A Case Study of Fourth Graders' Understanding of Human Rights. *Theory & Research in Social Education,* 22(1), 74-95. doi:10.1080/00933104.1994.10505716

Yager, R. E. (2009). *Inquiry : the key to exemplary science*. Arlington, Va.: NSTA Press.

Zirbel, E. (2004). Framework for Conceptual Change. *Astronomy Education Review,* 3. doi:10.3847/AER2004007

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์
   สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล
   สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ อินทสิงห์
   สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตนะ
   ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวรัตน์ อนันต์ชื่น
   ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ลออปักษิณ
   สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถศาสน์ นิมิตพันธ์
   สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณา ทิมสถิต
   กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5. ดร.ศศิวรรณ เมลืองนนท์
   สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 17 แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
รูปสามเหลี่ยม	- รูปสามเหลี่ยมมีหลายชนิด เราอาจเรียกชื่อของรูปสามเหลี่ยมตามลักษณะของด้านหรือตามลักษณะของมุม ได้ดังนี้ 1. การเรียกชื่อของรูปสามเหลี่ยมตามลักษณะของด้าน รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า : ด้านทุกด้านมีความยาวเท่ากัน รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว : มีด้านยาวเท่ากันสองด้าน รูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่า : ความยาวของด้านทุกด้านแตกต่างกัน 2. การเรียกชื่อรูปสามเหลี่ยมตามลักษณะของมุม รูปสามเหลี่ยมมุมแหลม : ขนาดของมุมทุกมุมเป็นมุมแหลม (น้อยกว่า 90 องศา) รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก : ขนาดของมุมใดมุมหนึ่งเป็นมุมฉาก (เท่ากับ 90 องศา) รูปสามเหลี่ยมมุมป้าน : ขนาดของมุมใดมุมหนึ่งเป็นมุมป้าน (มากกว่า 90 องศา) - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times$ ความยาวของฐาน $\times$ ความสูง	3	1
รูปสี่เหลี่ยม	รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า : - มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา - มีด้านเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง $\times$ ยาว รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส : - มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา - ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน $\times$ ด้าน รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน : - มีด้านที่ขนานกันและยาวเท่ากันสองคู่ - มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความยาวของฐาน $\times$ ความสูง	3	1

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
รูปสี่เหลี่ยม (ต่อ)	รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน : - เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดของด้านทุกด้านยาวเท่ากัน - มีด้านยาวเท่ากันสองคู่ - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน = ความยาวของฐาน x ความสูง หรือ = $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว : - มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากันหนึ่งคู่ เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว = $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม รูปสี่เหลี่ยมคางหมู : - มีด้านคู่หนึ่งขนานกัน - สูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ ผลบวกของด้านคู่ขนาน $\times$ ความสูง	3	1
รูปวงกลม	- สูตร การหาพื้นที่ของรูปวงกลม = $\pi \times$ (ความยาวของรัศมี)^2		
พื้นฐานทางเรขาคณิต	- จุด เป็นคำอนิยาม ใช้สำหรับแสดงตำแหน่ง จุด A เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ A - เส้นตรง เป็นคำอนิยาม มีความยาวไม่จำกัด เส้นตรง AB เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overleftrightarrow{AB}$ - ส่วนของเส้นตรง คือ ส่วนหนึ่งของเส้นตรงที่มีจุดปลายสองจุด ส่วนของเส้นตรง AB เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overline{AB}$ - รังสี คือ ส่วนหนึ่งของเส้นตรงซึ่งมีจุดปลายเพียงจุดเดียว รังสี AB เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overrightarrow{AB}$	2	1

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
พื้นฐานทางเรขาคณิต (ต่อ)	**มุม** - มุม คือ รังสีสองเส้นที่มีจุดปลายเป็นจุดเดียวกัน เรียกรังสี ทั้งสองเส้นนี้ว่า แขนของมุม และเรียกจุดปลายที่เป็นจุดเดียวกันนี้ว่า จุดยอดมุม - มุม คือ ส่วนของเส้นตรงสองเส้นที่มีจุดปลายจุดหนึ่งร่วมกัน **มุมและขนาดของมุม** - มุมแหลม หมายถึง มุมที่มีขนาดมากกว่า 0 องศา แต่น้อยกว่า 90 องศา - มุมฉาก หมายถึง มุมที่มีขนาด 90 องศา - มุมป้าน หมายถึง มุมที่มีขนาดมากกว่า 90 องศา แต่น้อยกว่า 180 องศา - มุมตรง หมายถึง มุมที่มีขนาด 180 องศา - มุมกลับ หมายถึง มุมที่มีขนาดมากกว่า 180 องศา แต่น้อยกว่า 360 องศา - มุมรอบจุด หมายถึง มุมที่มีขนาด 360 องศา	2	1
ความเท่ากันทุกประการ	- รูปเรขาคณิตสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อสามารถ เคลื่อนที่รูปหนึ่งไปทับอีกรูปหนึ่งได้สนิท - ส่วนของเส้นตรงสองเส้นเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ ส่วนของเส้นตรงทั้งสองเส้นนั้นยาวเท่ากัน - มุมสองมุมเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ มุมทั้งสองมุมนั้นมีขนาดเท่ากัน		
	ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปนั้น มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ	2	1

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ความเท่ากันทุกประการ (ต่อ)	**ความเท่ากันทุกประการของรูปหลายเหลี่ยม** รูปหลายเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ ด้านคู่ที่ สมนัยกัน และมุมคู่ที่สมนัยกันของรูปหลายเหลี่ยมทั้งสองนั้น มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ		
	รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-มุม-ด้าน ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-มุม-ด้าน (ด.ม.ด.) กล่าวคือ มีด้านยาวเท่ากันสองคู่ และมุมในระหว่างด้านคู่ที่ยาวเท่ากันมีขนาดเท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	2	1
	รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุม ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปใดมีความสัมพันธ์กันแบบ มุม-ด้าน-มุม (ม.ด.ม.) กล่าวคือ มีมุมที่มีขนาดเท่ากันสองคู่ และด้านซึ่งเป็นแขนร่วมของมุมทั้งสองยาวเท่ากัน แล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	2	1
	รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน (ด.ด.ด.) กล่าวคือ มีด้านยาวเท่ากันสามคู่ แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ	2	1
	รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว คือรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะแบ่งรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วออกเป็นรูปสามเหลี่ยมสองรูปที่เท่ากันทุกประการ - มุมที่ฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีขนาดเท่ากัน - เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะแบ่งครึ่งฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	2	1

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
ความเท่ากันทุกประการ (ต่อ)	**รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว (ต่อ)** - เส้นแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะตั้งฉากกับฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - เส้นที่ลากจากมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาแบ่งครึ่งฐาน จะแบ่งครึ่งมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว - เส้นที่ลากจากมุมยอดของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมาแบ่งครึ่งฐาน จะตั้งฉากกับฐานของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว		
เส้นขนาน	**บทนิยามของเส้นขนาน** เส้นตรงสองเส้นที่อยู่บนระนาบเดียวกันขนานกัน ก็ต่อเมื่อ เส้นตรงสองเส้นนั้นไม่ตัดกัน		
	ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกัน แล้วระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่นั้นจะเท่ากันเสมอ - ถ้าเส้นตรงสองเส้นมีระยะห่างระหว่างเส้นตรงเท่ากันเสมอ แล้วเส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน - เส้นตรงสองเส้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่นั้นเท่ากันเสมอ	2	1
	เส้นขนานและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัดแล้ว ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นขนานคู่หนึ่ง ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดจะรวมกันเท่ากับ 180 องศา แล้วเส้นตรงคู่นั้นจะขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน ก็ต่อเมื่อ ขนาดของมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด รวมกันเท่ากับ 180 องศา	2	1

ตารางที่ 17 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
เส้นขนาน (ต่อ)	**เส้นขนานและมุมแย้ง** - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัด แล้วมุมแย้งมีขนาดเท่ากัน - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่งท้าให้มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน แล้วเส้นตรงคู่นั้นขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อ มุมแย้งมีขนาดเท่ากัน	2	1
	เส้นขนานและมุมภายนอกกับมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัด - ถ้าเส้นตรงสองเส้นขนานกันและมีเส้นตัดแล้ว มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน - ถ้าเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง ทำให้มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากันแล้ว เส้นตรงคู่นั้นขนานกัน - เมื่อเส้นตรงเส้นหนึ่งตัดเส้นตรงคู่หนึ่ง เส้นตรงคู่นั้นขนานกันก็ต่อเมื่อ มุมภายนอกและมุมภายในที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดมีขนาดเท่ากัน	2	1
	เส้นขนานและรูปสามเหลี่ยม **มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม** - ขนาดของมุมภายในทั้งสามมุมของรูปสามเหลี่ยมรวมกันเท่ากับ 180 องศา **มุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยม** - ถ้าต่อด้านในด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมออกไป มุมภายนอกที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลบวกของขนาดของมุมภายในที่ไม่ใช่มุมประชิดของมุมภายนอกนั้น	2	1
รวม		33	15

ตารางที่ 18 แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม - พื้นที่ผิวของปริซึม ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวทุกด้านของปริซึมนั้น	2	1
	- ปริมาตรของปริซึม ได้แก่ ความจุของปริซึม ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความสูง		
พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า ทรงกระบอก - พื้นที่ผิวของทรงกระบอก ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างกับพื้นที่ฐานทั้งสองของทรงกระบอกนั้น	2	1
	- ปริมาตรของทรงกระบอก ได้แก่ ความจุของทรงกระบอก ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่ของรูปวงกลมกับความสูง		
พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันที่ยอดแหลมนั้น เรียกว่า พีระมิด - พื้นที่ของหน้าทุกหน้าของพีระมิดรวมกันเรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด และพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดรวมกับพื้นที่ฐานของพีระมิดเรียกว่า พื้นที่ผิวของพีระมิด	2	1
	- ปริมาตรของพีระมิด ได้แก่ ความจุของพีระมิด ซึ่งหาได้จากหนึ่งในสามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับสูงตรง		

ตารางที่ 18 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และเส้นที่ต่อระหว่างจุดยอดและจุดใด ๆ บนขอบของฐานเป็นส่วนของเส้นตรง เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า กรวย - พื้นที่ผิวของกรวย เป็นพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมฐานโค้ง ประกอบด้วยพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่ฐานของกรวย	2	1
	- ปริมาตรของกรวย ได้แก่ ความจุของกรวย ซึ่งหาได้จากหนึ่งในสามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับส่วนสูงของกรวย		
พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบและจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม จุดคงที่นั้นเรียกว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลม ระยะที่เท่ากันนั้นเรียกว่า รัศมีของทรงกลม - พื้นที่ผิวของทรงกลมเป็นสี่เท่าของพื้นที่ของรูปวงกลมซึ่งมีรัศมีเท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้น	2	1
	- ปริมาตรของทรงกลม ได้แก่ ความจุของทรงกลม ซึ่งหาได้จากสองในสามของปริมาตรของทรงกระบอกที่มีรัศมีที่ฐานเท่ากับรัศมีของทรงกลม และมีความสูงเท่ากับความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 18 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
วงกลม	**ส่วนประกอบของวงกลม** - วงกลมเป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบที่ประกอบด้วยจุดทุกจุดที่อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะห่างเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่าจุดศูนย์กลางของวงกลม และเรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า รัศมีของวงกลม - คอร์ด คือส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน - เส้นตัดวงกลม คือเส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด - เส้นสัมผัสวงกลม คือเส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น และเรียกจุดตัดนั้นว่า จุดสัมผัส - มุมที่จุดศูนย์กลาง คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นจุดยอดมุมและแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม - มุมในส่วนโค้งของวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม - มุมในครึ่งวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลมและแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นหนึ่ง	2	1
มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	**มุมในครึ่งวงกลม** - มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก **มุมที่จุดศูนย์กลาง** - ในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน **มุมในส่วนโค้งของวงกลม** - ในวงกลมวงเดียวกัน มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน	2	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม (ต่อ)	**มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม** - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน	2	1
	มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม (ต่อ) - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน	2	1
คอร์ด	**คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม** - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน	2	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
คอร์ด (ต่อ)	**คอร์ดกับจุดศูนย์กลางของวงกลม** - ส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และตัดคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางจะมีสมบัติดังนี้ 1. ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด 2. ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด - เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น		
	รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม - ถ้ารูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉากแล้วรูปสี่เหลี่ยมนั้นแนบในวงกลมได้ **คอร์ดที่ยาวเท่ากัน** - ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นระยะเท่ากัน - ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน		
เส้นสัมผัสวงกลม	**เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี** - เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส - เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น - ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุด ๆ หนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากันและมีได้สองเส้น		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 (ต่อ) แสดงการกำหนดลักษณะของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

เนื้อหา	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้จริง
เส้นสัมผัสวงกลม (ต่อ)	**เส้นสัมผัสและคอร์ด** - มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น		
รวม		20	15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</u>

<u>เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และวงกลม</u>

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น ม.3 ห้อง..... เลขที่.....

คำชี้แจงในการทำแบบวัด

1. แบบวัดฉบับนี้มีทั้งหมด 20 หน้า จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ
   คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 70 นาที
2. แบบวัดทุกข้อเป็นแบบวัดชนิดเลือกตอบ 2 ลำดับขั้น โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ
   ข้อคำถาม และ เหตุผลในการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 ให้บอกเหตุผลเป็นข้อความ
3. เกณฑ์การให้คะแนน คะแนนเต็มทั้งสองตอน เท่ากับ 15 คะแนน โดยแบ่งเป็น 2 ตอน
   ได้แก่
   ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงเนื้อหา มี 4 ตัวเลือก คะแนนเต็ม 3 คะแนน และ
   ตอนที่ 2 เป็นเหตุผลที่สนับสนุนตอนที่ 1 โดยตอบเป็นอัตนัย คะแนนเต็ม 12 คะแนน
4. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำ
   เครื่องหมาย X ทับตัวอักษรหน้าคำตอบที่เลือก และอธิบายเหตุผลว่าเพราะเหตุใด
   นักเรียนจึงเลือกตัวเลือกดังกล่าวในตอนที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ 1. <u>ตอนที่ 1</u> รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมทั้งสี่เป็นมุมฉาก ตรงกับข้อใด

ก. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ข. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ค. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และนักเรียนคิดว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคืออะไร มีลักษณะสำคัญอย่างไร จงยกตัวอย่าง

<u>ตอบ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2. <u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป

ก. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีพื้นที่เท่ากัน

ข. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีด้านยาวเท่ากันสามคู่

ค. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีความยาวเส้นรอบรูปเท่ากัน

ง. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และให้นักเรียนยกตัวอย่างคัดค้านในข้อที่ไม่ถูกต้อง

<u>ตอบ</u>

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ 3. <u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดกล่าวได้**ถูกต้อง**เกี่ยวกับการคลี่ของทรงกระบอกใด ๆ

ก. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปวงกลม 1 รูปเสมอ

ข. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่เท่ากันทุกประการ 2 รูปเสมอ

ค. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1 รูปเสมอ

ง. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน 1 รูปเสมอ

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และให้นักเรียนยกตัวอย่างของใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นทรงกระบอกและไม่ใช่ทรงกระบอก

<u>ตอบ</u>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>เฉลย แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์</u>

<u>เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร วงกลม</u>

ข้อ 1. <u>ตอนที่ 1</u> รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน 2 คู่ และมีมุมทั้งสี่เป็นมุมฉาก ตรงกับข้อใด

ก. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ข. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ค. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และนักเรียนคิดว่า รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าคืออะไร มีลักษณะสำคัญอย่างไร จงยกตัวอย่าง

<u>ตอบ</u> ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (3 คะแนน)

เหตุผล : รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน **(การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์)** (4 คะแนน)

โดยมีลักษณะสำคัญคือ มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านยาวเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

(การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์) (4 คะแนน)

ยกตัวอย่างโดยการวาดรูป **(การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์, การบอกสิ่งที่ใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์)** (4 คะแนน)

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นมุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา แต่ด้านทุกด้านต้องยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ข้อ 2. <u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดต่อไปนี้กล่าว**ถูกต้อง**เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมสองรูป

ก. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีพื้นที่เท่ากัน

ข. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีด้านยาวเท่ากันสามคู่

ค. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีความยาวเส้นรอบรูปเท่ากัน

ง. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และให้นักเรียนยกตัวอย่างคัดค้านในข้อที่ไม่ถูกต้อง

<u>ตอบ</u> ข. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีด้านยาวเท่ากันสามคู่ (3 คะแนน)

เหตุผล : รูปเรขาคณิตสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อ สามารถเคลื่อนที่รูปหนึ่งไปทับอีกรูปหนึ่งได้สนิท **(การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์)** (4 คะแนน)

โดยมีลักษณะสำคัญคือ ด้านคู่ที่สมนัยกันและมุมคู่ที่สมนัยกันของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปนั้น มีขนาดเท่ากันเป็นคู่ ๆ **(การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์)** (4 คะแนน)

ยกตัวอย่าง รูปสามเหลี่ยมที่มีความสัมพันธ์แบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน

ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมความสัมพันธ์กันแบบ ด้าน-ด้าน-ด้าน (ด.ด.ด.) กล่าวคือ มีด้านยาวเท่ากันสามคู่ แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นเท่ากันทุกประการ

(การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์, การบอกสิ่งที่ใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์) (4 คะแนน)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พิจารณาเพื่อยกตัวอย่างค้านในข้อที่ไม่ถูกต้อง

ก. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีพื้นที่เท่ากัน ยกตัวอย่างเช่น

รูปที่ 1 : รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 5 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมฉากยาว 3 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังนั้น รูปสามเหลี่ยมมุมฉากนี้มีพื้นที่ 6 ตารางเซนติเมตร

รูปที่ 2 : รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีด้านสองด้านยาวเท่ากัน ยาวด้านละ 5 เซนติเมตร และด้านที่เหลือยาว 6 เซนติเมตร ดังนั้น รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วนี้มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร จะพบว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีพื้นที่เท่ากัน แต่ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

ค. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีความยาวเส้นรอบรูปเท่ากัน

รูปที่ 1 : รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้านทั้งสามยาวด้านละ 4 เซนติเมตร ดังนั้น รูปสามเหลี่ยมนี้มีความยาวรอบรูป 12 เซนติเมตร

รูปที่ 2 : รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 5 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมฉากยาว 3 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังนั้น รูปสามเหลี่ยมนี้มีความยาวรอบรูป 12 เซนติเมตรจะพบว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีความยาวเส้นรอบรูปเท่ากัน แต่ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

ง. รูปสามเหลี่ยมสองรูปเท่ากันทุกประการ ก็ต่อเมื่อมีขนาดของมุมเท่ากันสามคู่

รูปที่ 1 : รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 5 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมฉากยาว 3 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร ตามลำดับ

รูปที่ 2 : รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 15 เซนติเมตร มีด้านประกอบมุมฉากยาว 9 เซนติเมตร และ 12 เซนติเมตร ตามลำดับ

จะพบว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปมีมุมเท่ากันสามคู่ แต่ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ 3. <u>ตอนที่ 1</u> ข้อใดกล่าวได้**ถูกต้อง**เกี่ยวกับการคลี่ของทรงกระบอกใด ๆ

ก. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปวงกลม 1 รูปเสมอ

ข. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมและรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่เท่ากันทุกประการ 2 รูปเสมอ

ค. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1 รูปเสมอ

ง. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน 1 รูปเสมอ

<u>ตอนที่ 2</u> เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบในตอนที่ 1 และให้นักเรียนยกตัวอย่างของใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นทรงกระบอกและไม่ใช่ทรงกระบอก

<u>ตอบ</u> ค. เมื่อคลี่ทรงกระบอกใด ๆ จะได้รูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการ 2 รูป และรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 1 รูปเสมอ (3 คะแนน)

เหตุผล : รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน **(การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์)** (4 คะแนน)

โดยมีลักษณะสำคัญคือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ **(การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์)** (4 คะแนน)

ยกตัวอย่างของใช้ในชีวิตประจำวันที่เป็นทรงกระบอก เช่น หลอดยาดม, กระป๋องน้ำอัดลม, ถ่านไฟฉาย

(การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์, การบอกสิ่งที่ใกล้เคียงแต่ไม่ใช่มโนทัศน์) (4 คะแนน)

ยกตัวอย่างของใช้ในชีวิตประจำวันที่ไม่ใช่ทรงกระบอก

เช่น ขวดน้ำเปล่า, ขวดยาแก้ไอ เพราะฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่ไม่เท่ากันทุกประการ

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ **(องค์ประกอบที่ 1)**	4	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น
	0	- ไม่บอกลักษณะที่จำเป็นและลักษณะที่ไม่จำเป็นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกคำจำกัดความของมโนทัศน์ **(องค์ประกอบที่ 2)**	4	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจากความรู้และความเข้าใจของตน ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจากความรู้และความเข้าใจของตน ได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- อธิบาย สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจากความรู้และความเข้าใจของตน ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- อธิบาย แต่ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน
	0	- ไม่อธิบาย ไม่สรุปความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จากความรู้และความเข้าใจของตน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบ	คะแนน	ความเข้าใจที่ปรากฏให้เห็น
การบอกตัวอย่างของมโนทัศน์ **(องค์ประกอบที่ 3)**	4	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	3	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่ยังไม่ครบถ้วน
	2	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน - ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน
	1	- คัดเลือก จำแนก แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแต่ยังไม่ครบถ้วน - ไม่ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น
	0	- ไม่คัดเลือก ไม่จำแนก ไม่แยกแยะ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น - ไม่ยกตัวอย่าง และที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค
เอกสารประกอบการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
2. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
3. ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อให้รายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องสำหรับผู้ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยสาระสำคัญ ดังนี้

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน
2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน
5. การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน
6. แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

1. แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนนี้พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ร่วมกับแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลชมาเป็นพื้นฐาน

1.1 แนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ เป็นแนวคิดหนึ่งของรูปแบบการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยมีหลักการดังนี้

1) กระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่ง เพื่อกำหนดมโนทัศน์ใหม่ให้ถูกต้อง โดยการปรับปรุงมโนทัศน์เดิมจากการสร้างเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมให้เป็นความรู้ใหม่

2) การที่ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ มีประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการอธิบายได้

3) การนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

4) การที่ผู้เรียนสามารถสร้างตัวแทนที่มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้นได้ โดยผู้เรียนต้องสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่

1.2 แนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช เป็นลักษณะหรือกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้ 1) สื่อรูปธรรม 2) ภาพ 3) ภาษา 4) สัญลักษณ์ และ 5) สถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างและนำเสนอความรู้เชิงมโนทัศน์กับความรู้เชิงขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และคล่องแคล่ว โดยสามารถสรุปหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ได้ดังนี้

1) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น สามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

2) มโนทัศน์เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

3) ผู้เรียนควรได้รับรู้มโนทัศน์จากแบบการแสดงความรู้ที่หลากหลาย โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

4) ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

2. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอนนี้เกิดขึ้นจากการบูรณาการหลักการของแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ร่วมกับหลักการของแนวคิดรูปแบบการแปลงของเลช ดังนี้

2.1 กระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ จึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากมโนทัศน์เดิมไปเป็นมโนทัศน์ใหม่

2.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2.3 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ

2.4 การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์

2.5 การนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหาหรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้

3. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ คือ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลชเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้อง

เปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น จนสามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ขั้นสูงต่อไปได้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้กับครูและเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

1.1 การนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถาม โดยครูเตรียมสถานการณ์ หรือ คำถามทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ และนำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

1.2 การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ โดยนักเรียนแลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

บทบาทของครู

- เตรียมสถานการณ์ หรือ คำถาม ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูจะนำเสนอ

- นำเสนอสถานการณ์หรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์นั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สังเกต คิดวิเคราะห์ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งนั้น

- ตัดสินใจเลือกหรือเสนอแนะวิธีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนร่วมกันเลือกวิธีการนำเสนอความคิดด้วยตนเอง

- คอยตรวจตราให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการบอกเล่าประสบการณ์ความรู้หรือความคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

บทบาทของนักเรียน

- สังเกต คิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

- ร่วมแสดงความคิดเห็นในมุมมองต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

- คิดคำถาม ตั้งข้อสังเกตหรือข้อสงสัย หรือเสนอแนะความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

- แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองกับครูและเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน อาจทำเป็นรายคู่หรือกลุ่มย่อย และอาจมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

- เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอว่ามีข้อขัดแย้งหรือไม่ อย่างไร

- เปรียบเทียบข้อมูล ประสบการณ์ความรู้ของตนเองกับเพื่อนคนอื่น

- ตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกับครูและเพื่อนในชั้นเรียน

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนได้วางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้น ได้แก่

2.1 การสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม โดยให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบหาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ และสรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม

2.2 การวางแผนค้นคว้าข้อมูล โดยครูจัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้

2.3 การรวบรวมข้อมูลและจัดเรียงความคิด โดยครูช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียน

บทบาทของครู

- ตั้งคำถามกับนักเรียนว่าเกิดความขัดแย้งอย่างไรบ้างระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

- จัดเตรียมหรือเสนอแนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่นักเรียนสามารถใช้ค้นคว้าได้

- ช่วยให้คำชี้แนะ หรือตรวจสอบความถูกต้องของงานของนักเรียนตามความจำเป็น

บทบาทของนักเรียน

- คิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบ หาข้อแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสิ่งที่ครูนำเสนอ

- สรุปปัญหาของมโนทัศน์เดิม

- ตรวจสอบข้อสงสัยหรือประเด็นความขัดแย้งต่าง ๆ ที่ต้องการค้นคว้า

- สำรวจข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

- พิจารณาคัดเลือกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

- ตรวจสอบข้อมูลและแผนด้วยตนเอง หรือแลกเปลี่ยนข้อเสนอแนะกับเพื่อน ๆ โดยอาจทำเป็นคู่หรือกลุ่มย่อย

- ทบทวนข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า

- รวบรวมข้อมูลและจัดเรียงข้อมูลตามประสบการณ์ความรู้ของตนเอง

- แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของนักเรียน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

3.1 การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

3.2 การถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

บทบาทของครู

- นำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

- ช่วยตรวจสอบและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย

บทบาทของนักเรียน

- ฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ประกอบด้วย 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น

- ปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน

- ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง

- ปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนอข้อความรู้ใหม่โดยเลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน โดยให้นักเรียนจัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์ ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้น ได้แก่

4.1 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง

4.2 การตรวจสอบความถูกต้องและเสนอข้อบกพร่อง ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอด มโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

บทบาทของครู

- ตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ใหม่

- ตรวจสอบความถูกต้อง

- เสนอข้อบกพร่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทบาทของนักเรียน

- สรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่ตามความเข้าใจของตนเอง
- เลือกรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม กระชับ ชัดเจน
- จัดระเบียบความรู้ สรุปข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์
- ออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดมโนทัศน์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทบาทของครู

- เตรียมปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา

บทบาทของนักเรียน

- วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา
- นำมโนทัศน์และความรู้ใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้ไปแก้ปัญหาตามแผนและตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง

5. การวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน โดยจะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

5.1 การวัดและประเมินผลก่อนการทดลอง เป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินว่าก่อนการใช้รูปแบบ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.2 การวัดและประเมินผลระหว่างการทดลอง เป็นการวัดและประเมินผลในระหว่างที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเอกสารแบบฝึกประจำหน่วยการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับดูการเปลี่ยนแปลงของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ร่วมกับการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม การเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 การวัดและประเมินผลหลังการทดลอง เป็นการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินว่าหลังการใช้รูปแบบ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่ใช้คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. แนวทางการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของบุคคลที่เปลี่ยนความคิดความเข้าใจจากกลุ่มมโนทัศน์หนึ่งไปสู่อีกกลุ่มหนึ่งเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความหมายของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากการปรับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยมีคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมโนทัศน์ใหม่ที่จะเรียนทำให้นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เดิมที่ตนเองมีไม่สามารถแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวได้ จึงต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนคิดว่ามีประโยชน์ในการแก้ปัญหาที่พบมากกว่า โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ และการนำเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งระหว่างมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมกับสถานการณ์ที่ครูกำหนด ช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ จนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ 5 รูปแบบ คือ สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ และสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน และผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมให้ง่าย และรวดเร็วขึ้น จนสามารถนำเสนอขั้นตอน วิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างความหมายของมโนทัศน์ใหม่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถแก้ปัญหา หรืออธิบายได้ จนเกิดความคงทนในการเรียนรู้สำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ขั้นสูงต่อไปได้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เกิดผลลัพธ์เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน ผู้สอนต้องศึกษารายละเอียดทำความเข้าใจและปฏิบัติ ดังนี้

6.1 ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้สอนควรศึกษาทำความเข้าใจรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ในทุกองค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอน การวัดและประเมินผล เพื่อให้ทราบที่มาและวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน และได้ทราบแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนอันจะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ บรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน

6.2 ศึกษารายละเอียดของรายวิชาที่สอน

ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของรายวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งการจัดเวลาให้เหมาะสมในแต่ละขั้นของรูปแบบการเรียนการสอน วิเคราะห์จุดมุ่งหมายและคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทราบขอบเขตเนื้อหาสาระที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

6.3 ศึกษาและวางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบเรียน ซึ่งในการสอนแต่ละครั้งผู้สอนจะต้องมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมและแก้ไขปัญหาอุปสรรคก่อนสอน โดยผู้สอนต้องศึกษารายละเอียดวิชา วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและอุปกรณ์ และการวัดประเมินผล ศึกษาขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอนให้เข้าใจและนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 19 แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม	1	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ฐานทั้งสองอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึม - พื้นที่ผิวของปริซึม ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวทุกด้านของปริซึมนั้น	2
	2	- ปริมาตรของปริซึม ได้แก่ ความจุของปริซึม ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่หน้าตัดกับความสูง	2
พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกระบอก	3	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานสองฐานเป็นรูปวงกลมที่เท่ากันทุกประการและอยู่บนระนาบที่ขนานกัน และเมื่อตัดรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นด้วยระนาบที่ขนานกับฐานแล้ว จะได้หน้าตัดเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการกับฐานเสมอ เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า ทรงกระบอก - พื้นที่ผิวของทรงกระบอก ได้แก่ ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างกับพื้นที่ฐานทั้งสองของทรงกระบอกนั้น	2
	4	- ปริมาตรของทรงกระบอก ได้แก่ ความจุของทรงกระบอก ซึ่งหาได้จากผลคูณของพื้นที่ของรูปวงกลมกับความสูง	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 19 (ต่อ) แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด	5	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันที่ยอดแหลมนั้นเรียกว่า พีระมิด - พื้นที่ของหน้าทุกหน้าของพีระมิดรวมกันเรียกว่า พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด และพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดรวมกับพื้นที่ฐานของพีระมิดเรียกว่า พื้นที่ผิวของพีระมิด	2
	6	- ปริมาตรของพีระมิด ได้แก่ ความจุของพีระมิด ซึ่งหาได้จากหนึ่งในสามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับสูงตรง	2
พื้นที่ผิวและปริมาตรของกรวย	7	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปวงกลม มียอดแหลมที่ไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และเส้นที่ต่อระหว่างจุดยอดและจุดใด ๆ บนขอบของฐานเป็นส่วนของเส้นตรง เรียกรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นว่า กรวย - พื้นที่ผิวของกรวย เป็นพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมฐานโค้งประกอบด้วยพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่ฐานของกรวย	2
	8	- ปริมาตรของกรวย ได้แก่ ความจุของกรวย ซึ่งหาได้จากหนึ่งในสามของผลคูณของพื้นที่ฐานกับส่วนสูงของกรวย	2
พื้นที่ผิวและปริมาตรของทรงกลม	9	- รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบและจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม จุดคงที่นั้นเรียกว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลม ระยะที่เท่ากันนั้นเรียกว่า รัศมีของทรงกลม - พื้นที่ผิวของทรงกลมเป็นสี่เท่าของพื้นที่ของรูปวงกลม ซึ่งมีรัศมีเท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้น	2
	10	- ปริมาตรของทรงกลม ได้แก่ ความจุของทรงกลม ซึ่งหาได้จากสองในสามของปริมาตรของทรงกระบอกที่มีรัศมีที่ฐานเท่ากับรัศมีของทรงกลม และมีความสูงเท่ากับความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกลม	2
รวม			**20**

ตารางที่ 20 แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง วงกลม

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
วงกลม	1	**ส่วนประกอบของวงกลม** - วงกลมเป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบที่ประกอบด้วยจุดทุกจุดที่อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะห่างเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่าจุดศูนย์กลางของวงกลม และเรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า รัศมีของวงกลม - คอร์ด คือส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน - เส้นตัดวงกลม คือเส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด - เส้นสัมผัสวงกลม คือเส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น และเรียกจุดตัดนั้นว่า จุดสัมผัส - มุมที่จุดศูนย์กลาง คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นจุดยอดมุมและแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม - มุมในส่วนโค้งของวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม - มุมในครึ่งวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลมและแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลางเส้นหนึ่ง	3
มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม	2	**มุมในครึ่งวงกลม** - มุมในครึ่งวงกลมมีขนาด 90 องศาหรือหนึ่งมุมฉาก **มุมที่จุดศูนย์กลาง** - ในวงกลมวงเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน **มุมในส่วนโค้งของวงกลม** - ในวงกลมวงเดียวกัน มุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกันจะมีขนาดเท่ากัน	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 (ต่อ) แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง วงกลม

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
มุมที่จุดศูนย์กลางและมุมในส่วนโค้งของวงกลม (ต่อ)		**มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม** - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมวงเดียวกัน ถ้ามุมที่จุดศูนย์กลางมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมที่จุดศูนย์กลางนั้นจะยาวเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้ามุมในส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเท่ากันแล้วส่วนโค้งที่รองรับมุมทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน	
	3	**มุมและส่วนโค้งที่รองรับมุม (ต่อ)** - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมที่จุดศูนย์กลางที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าส่วนโค้งยาวเท่ากันแล้วมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งนั้นจะมีขนาดเท่ากัน	2
คอร์ด	4	**คอร์ดและส่วนโค้งของวงกลม** - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองจะตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน และส่วนโค้งใหญ่ยาวเท่ากัน - ในวงกลมที่เท่ากันทุกประการหรือในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองคอร์ดตัดวงกลมทำให้ส่วนโค้งน้อยยาวเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 (ต่อ) แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง วงกลม

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
คอร์ด (ต่อ)		**คอร์ดกับจุดศูนย์กลางของวงกลม** - ส่วนของเส้นตรงซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม และตัดคอร์ดที่ไม่ใช่เส้นผ่านศูนย์กลางจะมีสมบัติดังนี้ 1. ถ้าส่วนของเส้นตรงตั้งฉากกับคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะแบ่งครึ่งคอร์ด 2. ถ้าส่วนของเส้นตรงแบ่งครึ่งคอร์ดแล้วส่วนของเส้นตรงนั้นจะตั้งฉากกับคอร์ด - เส้นตรงที่ตั้งฉากและแบ่งครึ่งคอร์ดของวงกลมจะผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลมนั้น	
	5	**รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม** - ถ้ารูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มีผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามเท่ากับสองมุมฉากแล้วรูปสี่เหลี่ยมนั้นแนบในวงกลมได้ **คอร์ดที่ยาวเท่ากัน** - ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นยาวเท่ากันแล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นระยะเท่ากัน - ในวงกลมเดียวกัน ถ้าคอร์ดสองเส้นอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของวงกลมเป็นระยะเท่ากัน แล้วคอร์ดทั้งสองนั้นจะยาวเท่ากัน	2
เส้นสัมผัสวงกลม	6	**เส้นสัมผัสวงกลมและรัศมี** - เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดสัมผัส - เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีของวงกลมที่จุดจุดหนึ่งบนวงกลม จะเป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่จุดนั้น - ส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุด ๆ หนึ่งภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลมวงเดียวกัน จะยาวเท่ากันและมีได้สองเส้น	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 20 (ต่อ) แผนการจัดการเรียนรู้จำแนกเนื้อหา มโนทัศน์ และจำนวนคาบสอน เรื่อง วงกลม

เนื้อหา	แผนการจัดการเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนคาบ
เส้นสัมผัสวงกลม (ต่อ)	7	**เส้นสัมผัสและคอร์ด** - มุมที่เกิดจากคอร์ดและเส้นสัมผัสของวงกลมที่จุดสัมผัสจะมีขนาดเท่ากับขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่อยู่ตรงข้ามกับคอร์ดนั้น	2
รวม			**15**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มโนทัศน์เดียว)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

รหัสวิชา ค23102 **รายวิชา** คณิตศาสตร์ 6 **ระดับ** มัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **เรื่อง** วงกลม

เรื่อง ส่วนประกอบ มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

จำนวน 2 คาบ (90 นาที)

ผู้สอน นางสาวสุธารัตน์ สมรรถการ

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1.2 ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม. 3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2. สาระสำคัญ

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม

วงกลม เป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า “จุดศูนย์กลาง” ของวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า “รัศมี” ของวงกลม

คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นส่วนโค้งสองส่วนโค้ง

เส้นตัดวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้นและเรียกจุดตัดนี้ว่า จุดสัมผัส

มุมในส่วนต่างๆ ของวงกลม

1. มุมในครึ่งวงกลม คือ มุมที่จุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลาง

2. มุมในส่วนโค้งของวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม

3. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางเป็นจุดยอดมุมและมีรัศมีเป็นแขนของมุม

สมบัติเกี่ยวกับวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

ทฤษฎีบท 1 มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก

ทฤษฎีบท 2 ในวงกลมเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

3.1.1 บอกมโนทัศน์ของวงกลม และส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลมได้

3.1.2 ใช้สมบัติและทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้

3.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

3.2.1 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอในการใช้สมบัติและทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

3.3.1 มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำใบกิจกรรมการเรียนการสอน

3.3.2 มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

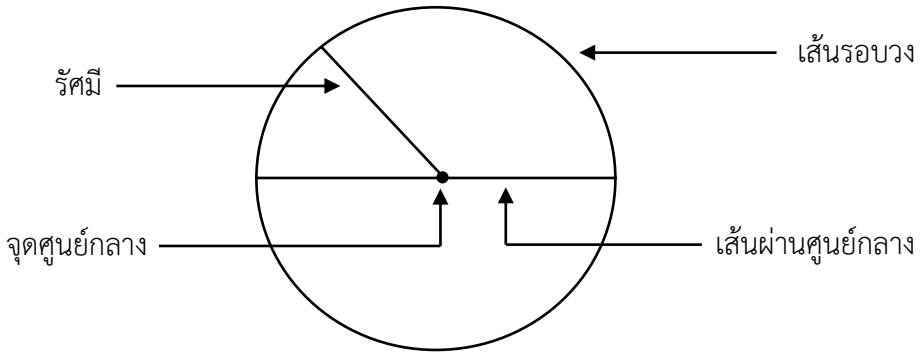
3.3.3 สามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. สาระการเรียนรู้

ส่วนประกอบต่าง ๆ เกี่ยวกับวงกลม

วงกลม เป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า “**จุดศูนย์กลาง**” ของวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า “**รัศมี**” ของวงกลม

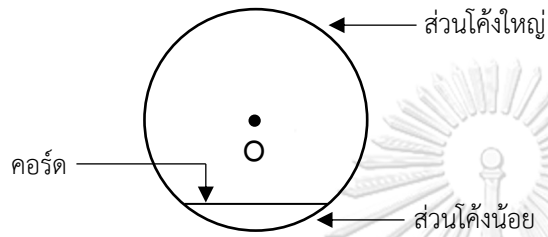


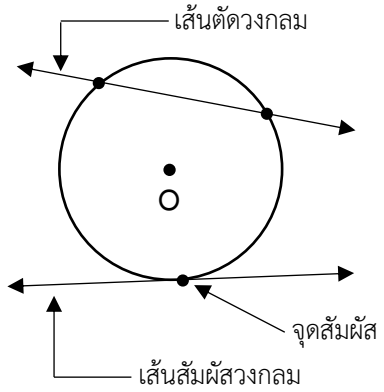
นอกจากนี้ยังมีส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวงกลมที่สำคัญ ได้แก่ **คอร์ด เส้นตัดวงกลม และเส้นสัมผัสวงกลม**

คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นส่วนโค้งสองส่วนโค้ง

เส้นตัดวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด

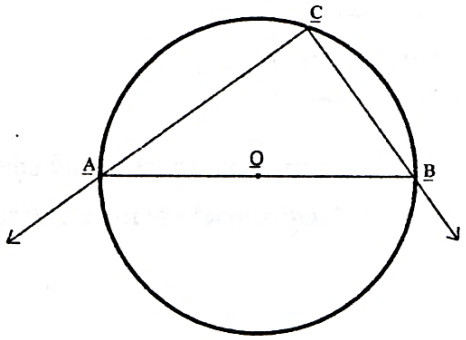
เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้นและเรียกจุดตัดนี้ว่า **จุดสัมผัส**





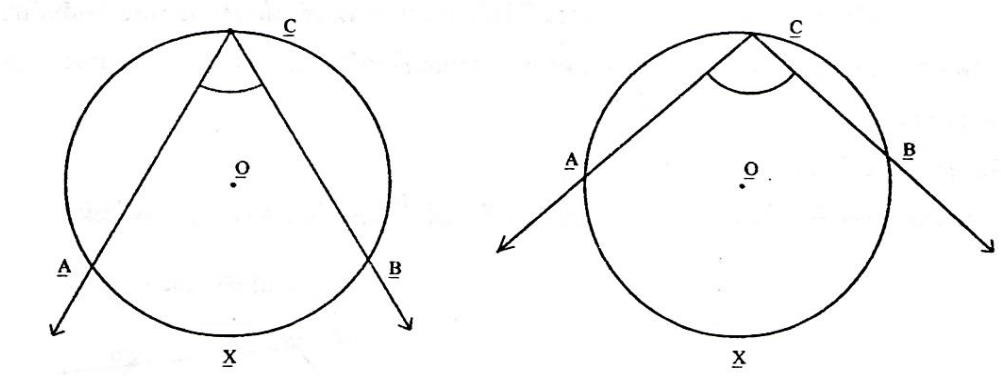
มุมในส่วนต่าง ๆ ของวงกลม

1. มุมในครึ่งวงกลม คือ มุมที่จุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลาง



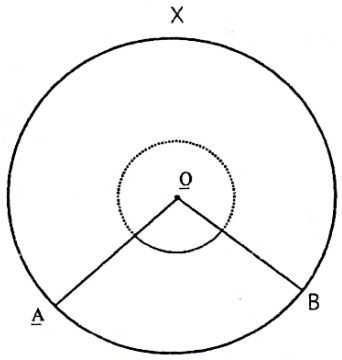
จากรูป $A\hat{C}B$ เป็นมุมในครึ่งวงกลมที่มี O เป็นจุดศูนย์กลาง
และมี AB เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง

2. มุมในส่วนโค้งของวงกลม คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม



$A\hat{C}B$ เป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลม มี O เป็นจุดศูนย์กลาง และรองรับด้วย AXB
และถือว่า มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมในส่วนโค้งของวงกลมด้วย

3. มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางเป็นจุดยอดมุมและมีรัศมีเป็นแขนของมุม



มุม AOB และมุมกลับ AOB เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม โดยมี AB รองรับมุม AOB
และมี AXB รองรับมุมกลับ AOB

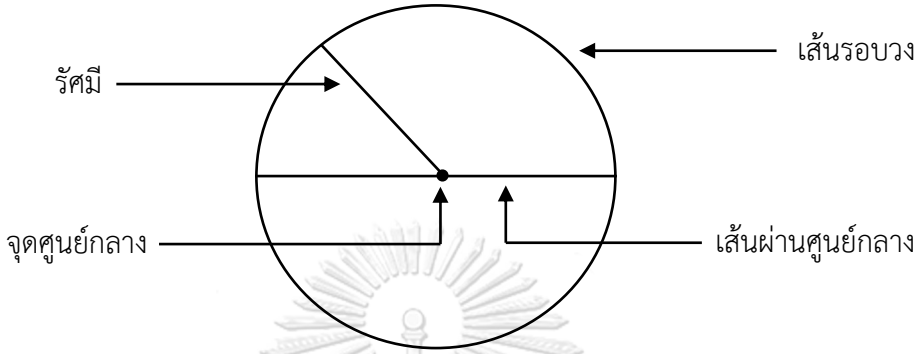
สมบัติเกี่ยวกับวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

ทฤษฎีบท 1 มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก

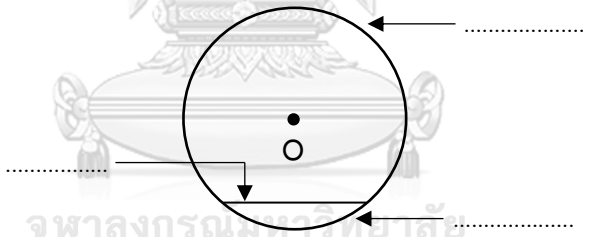
ทฤษฎีบท 2 ในวงกลมเดียวกัน มุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน

<u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงวาดรูปพร้อมทั้งบอกลักษณะเฉพาะและส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม

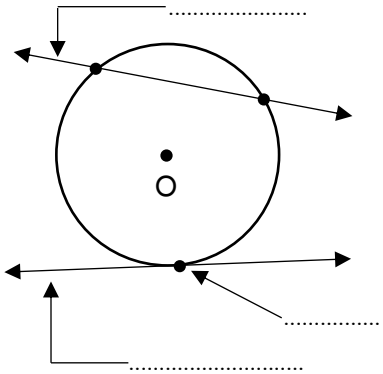
<u>ตอบ</u> วงกลม เป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า “**จุดศูนย์กลาง**” ของวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า “**รัศมี**” ของวงกลม



<u>ตัวอย่างที่ 2</u> จากรูปที่กำหนดให้ จงเขียนส่วนประกอบของวงกลม พร้อมทั้งบอกคำจำกัดความของแต่ละส่วนประกอบของวงกลมให้ถูกต้องครบถ้วน



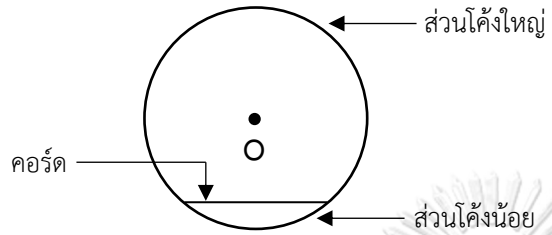
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

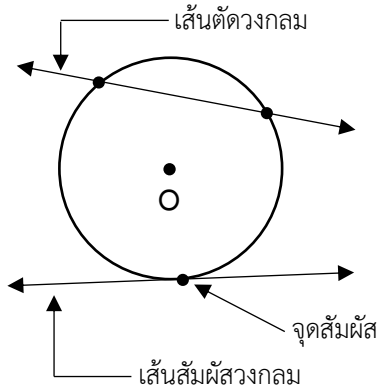


<u>ตอบ</u> คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นส่วนโค้งสองส่วนโค้ง

เส้นตัดวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้นและเรียกจุดตัดนี้ว่า **จุดสัมผัส**





<u>ตัวอย่างที่ 3</u> วงกลม กับ ทรงกลม แตกต่างกันอย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

<u>ตอบ</u> รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบและจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม จุดคงที่นั้นเรียกว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลม ระยะที่เท่ากันนั้นเรียกว่า รัศมีของทรงกลม ยกตัวอย่างเช่น ลูกฟุตบอล ลูกปิงปอง แต่วงกลมเป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า จุดศูนย์กลางวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า รัศมีของวงกลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการนำสื่อวงกลมมาให้นักเรียนสังเกต และครูใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนว่าสื่อที่ครูแสดงคือรูปอะไร เมื่อนักเรียนเห็นรูปนี้แล้ว นักเรียนจะนึกถึงสิ่งใดในชีวิตประจำวัน นักเรียนทราบหรือไม่ว่าสื่อที่นักเรียนเห็นนั้นมีส่วนประกอบอะไรบ้าง โดยครูให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้

2. นักเรียนสังเกต คิดวิเคราะห์ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูนำเสนอ และเขียนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองในใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้

3. ครูตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนเขียนนำเสนอความคิดและความรู้ พบว่า ส่วนใหญ่มโนทัศน์เดิมที่นักเรียนมีอยู่เดิมมีความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์

4. นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เรื่อง วงกลม ที่ตนเองมีอยู่ไม่สามารถนำไปแก้สถานการณ์ปัญหาได้ จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ตนเองเกิดมโนทัศน์

5. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความหมายของส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งนักเรียนได้วางแผนค้นคว้าหาข้อมูล รวบรวมข้อมูล และจัดเรียงความคิดรวบยอดของวงกลมร่วมกันกับเพื่อน ๆ ในกลุ่มของตน เป็นการวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์เดิมที่คลาดเคลื่อนไปสู่มโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้อง

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ อีกครั้ง และนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ตนได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

7. ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายความหมายของส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม ได้แก่ รัศมี เส้นรอบวง จุดศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลาง คอร์ด เส้นตัดวงกลม และเส้นสัมผัสวงกลม

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย

8. ครูติดสื่อรูปธรรมบนกระดาน ประกอบการอธิบายเรื่องวงกลม และส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม โดยให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์หลากหลายแบบตามความเข้าใจของตน จนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

9. ครูให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ประกอบด้วย สื่อรูปธรรม ภาพ ภาษา สัญลักษณ์ เพื่ออธิบายมโนทัศน์ของวงกลมให้ถูกต้องและชัดเจน

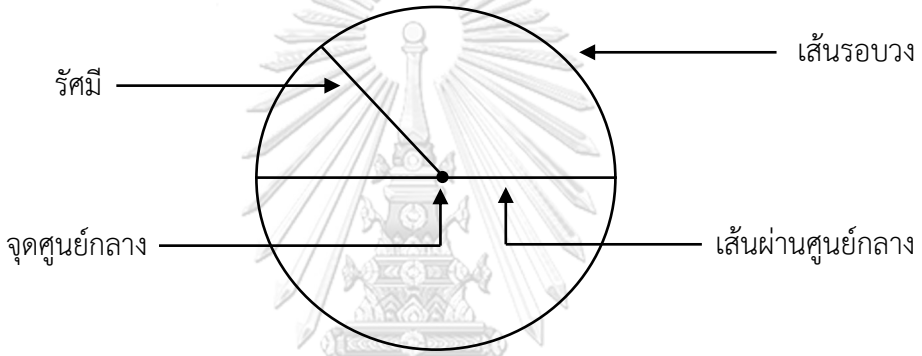
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่

10. นักเรียนให้ความหมายของมโนทัศน์เรื่องวงกลม และส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม ตามความเข้าใจของตนเอง แล้วนำเสนออย่างเหมาะสม กระชับ ชัดเจน ซึ่งข้อความรู้ที่ถูกต้องของใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ มีดังนี้

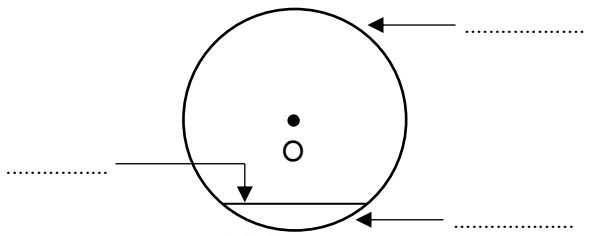
ข้อ 1. จงวาดรูปพร้อมทั้งบอกลักษณะเฉพาะและส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม

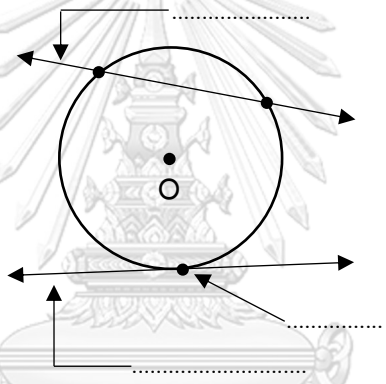
<u>ตอบ</u> วงกลม เป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า “**จุดศูนย์กลาง**” ของวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า “**รัศมี**” ของวงกลม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ 2. จากรูปที่กำหนดให้ จงเขียนส่วนประกอบของวงกลม พร้อมทั้งบอกคำจำกัดความของแต่ละส่วนประกอบของวงกลมให้ถูกต้องครบถ้วน



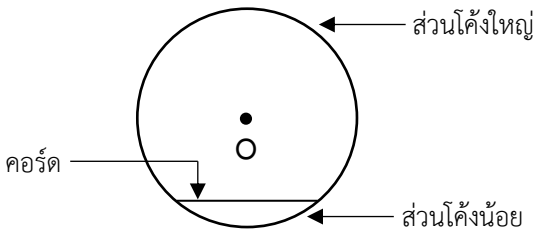


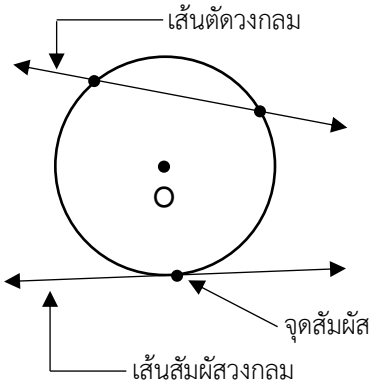
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ตอบ</u> คอร์ด คือ ส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายทั้งสองอยู่บนวงกลมเดียวกัน คอร์ดแต่ละเส้นจะแบ่งวงกลมออกเป็นส่วนโค้งสองส่วนโค้ง

เส้นตัดวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมสองจุด

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ตัดวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้นและเรียกจุดตัดนี้ว่า **จุดสัมผัส**





ข้อ 3. วงกลม กับ ทรงกลม แตกต่างกันอย่างไร จงยกตัวอย่างประกอบ

<u>ตอบ</u> รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีผิวโค้งเรียบและจุดทุกจุดบนผิวโค้งอยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากัน เรียกว่า ทรงกลม จุดคงที่นั้นเรียกว่า จุดศูนย์กลางของทรงกลม ระยะที่เท่ากันนั้นเรียกว่า รัศมีของทรงกลม ยกตัวอย่างเช่น ลูกฟุตบอล ลูกปิงปอง แต่วงกลมเป็นรูปเรขาคณิตบนระนาบซึ่งแต่ละจุดบนรูปเรขาคณิตนี้ อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งบนระนาบเดียวกันเป็นระยะเท่ากัน เรียกจุดคงที่นี้ว่า จุดศูนย์กลางวงกลม เรียกระยะที่เท่ากันนี้ว่า รัศมีของวงกลม

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้

11. ครูอธิบายมุมในส่วนต่าง ๆ ของวงกลม ดังนี้ **มุมในครึ่งวงกลม** คือ มุมที่จุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมผ่านจุดปลายทั้งสองของเส้นผ่านศูนย์กลาง **มุมในส่วนโค้งของวงกลม** คือ มุมที่มีจุดยอดมุมอยู่บนวงกลม และแขนทั้งสองของมุมตัดวงกลม **มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลม** คือ มุมที่มีจุดศูนย์กลางเป็นจุดยอดมุมและมีรัศมีเป็นแขนของมุม พร้อมยกตัวอย่างภาพประกอบ

12. ครูอธิบายเรื่องสมบัติเกี่ยวกับวงกลม และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม ดังนี้ **ทฤษฎีบท 1** “มุมในครึ่งวงกลมมีขนาดเท่ากับ 90 องศา หรือหนึ่งมุมฉาก” และ**ทฤษฎีบท 2** “ในวงกลมเดียวกันมุมที่จุดศูนย์กลางจะมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดของมุมในส่วนโค้งของวงกลมที่รองรับด้วยส่วนโค้งเดียวกัน”

13. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 ใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้

6.2 แบบฝึกหัด เรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม

6.3 สื่อรูปธรรม ภาพ ที่เกี่ยวกับวงกลมและส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

7. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จึงมีการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ ดังนี้

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัด	วิธีวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ 1. บอกมโนทัศน์ของวงกลมและส่วนประกอบต่าง ๆ ของวงกลมได้ 2. ใช้สมบัติและทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ - แบบฝึกหัด เรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม - การตอบคำถาม	- การตรวจใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ - การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม - การสังเกตจากการตอบคำถาม	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบกิจกรรม และทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม
ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอในการใช้สมบัติและทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมหาขนาดของมุมที่กำหนดให้ได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ - แบบฝึกหัด เรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม - การตอบคำถาม	- การตรวจใบกิจกรรม เรื่อง วงกลมน่ารู้ - การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง มุม สมบัติ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม - การสังเกตจากการตอบคำถาม	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบกิจกรรม และทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน 1. มีความรับผิดชอบตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำใบกิจกรรมการเรียนการสอน 2. มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 3. สามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การส่งใบกิจกรรม และการส่งแบบฝึกหัด	นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดมากกว่าร้อยละ 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลายมโนทัศน์)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

รหัสวิชา ค23102 **รายวิชา** คณิตศาสตร์ 6 **ระดับ** มัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **เรื่อง** พื้นที่ผิวและปริมาตร

เรื่อง การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

จำนวน 2 คาบ (90 นาที)

ผู้สอน นางสาวสุธารัตน์ สมรรถการ

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

1.2 ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม. 3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.2 ม. 3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

2. สาระสำคัญ

2.1 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

2.2 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา ด้านทุกด้านยาวเท่ากันและด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

2.3 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ รูปสี่เหลี่ยมมีด้านที่ขนานกันและยาวเท่ากันสองคู่ และมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

2.4 รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดของด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมีด้านยาวเท่ากันสองคู่

2.5 พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

ปริซึม คือ ทรงสามมิติที่มีฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ โดยที่หน้าตัดหัวท้ายทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

3.1.1 บอกมโนทัศน์รูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ได้

3.1.2 หาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมที่กำหนดให้ได้

3.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

3.2.1 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมที่กำหนดให้ได้

3.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

3.3.1 มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำใบกิจกรรมการเรียนการสอน

3.3.2 มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

3.3.3 สามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. สาระการเรียนรู้

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน ซึ่งสูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง x ยาว

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน ซึ่งสูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน x ด้าน

รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ รูปสี่เหลี่ยมมีด้านที่ขนานกันและยาวเท่ากันสองคู่ และมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

ซึ่งสูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความยาวของฐาน x ความสูง

รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดของด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมีด้านยาวเท่ากันสองคู่

ซึ่งสูตร การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

= ความยาวของฐาน x ความสูง หรือ

= $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม

พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

ปรีซึม คือ ทรงสามมิติที่มีฐานหรือหน้าตัดหัวท้ายเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ โดยที่หน้าตัดหัวท้ายทั้งคู่อยู่ในระนาบที่ขนานกัน และด้านข้างแต่ละด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และการเรียกชื่อปรีซึม เรียกตามหน้าตัดหัวท้ายของปรีซึม สูตรคำนวณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปริซึม

พื้นที่ผิวข้างของปริซึม = ความยาวเส้นรอบฐาน $\times$ ความสูง

พื้นที่ผิวทั้งหมดของปริซึม = พื้นที่ผิวข้าง + (2 $\times$ พื้นที่ฐาน)

ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน $\times$ ความสูง

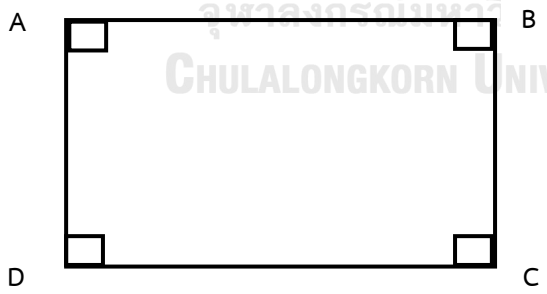
<u>ตัวอย่างที่ 1</u> รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร มีลักษณะสำคัญอย่างไร

<u>ตอบ</u> รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญอย่างไร จงวาดรูปประกอบ และแตกต่างจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างไร

<u>ตอบ</u> รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญคือ มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านยาวเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ยกตัวอย่างโดยการวาดรูป



รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นมุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา แต่ด้านทุกด้านต้องยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 การกระตุ้นความสงสัย

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนว่า นักเรียนรู้จักรูปสี่เหลี่ยมอะไรบ้าง และแต่ละรูปนั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไร

2. ครูใช้คำถามกระตุ้นความสงสัยของนักเรียนอีกว่า รูปสี่เหลียมผืนผ้าและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีลักษณะร่วมที่เหมือนกันคืออะไร และให้เวลาประมาณ 5 นาที เพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์และหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ครูถาม พร้อมเขียนมุมมองความคิดและความรู้ของตนเองในใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา

3. ครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้กันและกัน โดยให้เพื่อนอ่านคำตอบของตน ซึ่งทำให้นักเรียนไม่มั่นใจว่าสิ่งที่ตนเองเขียนนำเสนอความคิดและความรู้นั้นถูกต้องหรือไม่

4. ครูเดินดูคำตอบของนักเรียนพบว่า ส่วนใหญ่มโนทัศน์เดิมเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนมีความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 2 การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์

5. นักเรียนพบว่ามโนทัศน์เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมที่ตนเองมีอยู่ไม่สามารถนำไปแก้สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมได้ถูกต้อง จึงต้องปรับมโนทัศน์เดิมไปสู่มโนทัศน์ใหม่ โดยครูให้นักเรียนวางแผนค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลที่ช่วยให้ตนเองเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

6. ครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยกันเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษาอีกครั้ง และนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับประสบการณ์ความรู้ที่ตนได้จากการค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

7. ครูเดินดูคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจคำถาม เช่น ลักษณะร่วม คืออะไร จึงทำให้ตอบคำถามไม่ได้ ครูจึงวางแผนการปรับมโนทัศน์ให้กับนักเรียนทุกคนใหม่อีกครั้ง โดยปรับคำถามให้เข้าใจง่ายขึ้นกว่าเดิม เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะที่เหมือนกันคืออะไร และมีลักษณะที่แตกต่างกันคืออะไร

8. ครูวางแผนการนำสื่อรูปธรรมมาใช้ในการอธิบายเพื่อให้นักเรียนสามารถปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนที่ 3 การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย

9. ครูให้นักเรียนใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ สื่อรูปธรรม เพื่ออธิบายมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมให้ถูกต้องและชัดเจน นั่นคือ ครูนำสื่อรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสื่อรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามาให้ตัวแทนนักเรียน 2 คน ถือหน้าชั้นเรียน และให้นักเรียนคนอื่น ๆ ช่วยกันคิดและยกมือตอบคำถามว่า "รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะที่เหมือนกันคืออะไร และมีลักษณะที่แตกต่างกันคืออะไร"

10. ครูใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ ภาพ เพื่ออธิบายมโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมให้ถูกต้องและชัดเจน นั่นคือ ครูนำภาพของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภาพของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และภาพของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน จากของใช้ในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนดู พร้อมมีคำถามเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียน คือ "จงบอกว่ารูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปมีลักษณะสำคัญคืออะไร"

11. ครูให้นักเรียนฝึกการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย ได้แก่ ภาษา สัญลักษณ์ เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม โดยให้นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยกันเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา

12. นักเรียนฝึกการถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายตามความเข้าใจของตนเอง และฝึกการปรับเปลี่ยนรูปแบบจากตัวแทนหนึ่งไปเป็นตัวแทนแบบอื่น ๆ ได้อย่างสอดคล้องต่อเนื่องกัน

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่

13. นักเรียนแต่ละคนสรุปความหมายของมโนทัศน์ที่ถูกต้องตามความเข้าใจของตนเอง โดยออกแบบการสื่อสารเพื่อถ่ายทอดผ่านตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และตรวจสอบความถูกต้องโดยเพื่อนที่จับคู่กัน เป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความคิดและความรู้ด้วย ซึ่งใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา มีดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อ 1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร มีลักษณะสำคัญอย่างไร

<u>ตอบ</u> รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ข้อ 2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญอย่างไร จงวาดรูปประกอบ และแตกต่างจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างไร

<u>ตอบ</u> รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญคือ มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านยาวเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ยกตัวอย่างโดยการวาดรูป

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เพราะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้นมุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา แต่ด้านทุกด้านต้องยาวเท่ากัน และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

ข้อ 3. จงบอกลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปต่อไปนี้
(รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน, รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน)

<u>ตอบ</u> รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มุมทุกมุมมีขนาด 90 องศา มีด้านเท่ากันสองคู่และด้านที่อยู่ตรงข้ามกันจะขนานกัน

รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ รูปสี่เหลี่ยมมีด้านที่ขนานกันและยาวเท่ากันสองคู่ และมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดของด้านทุกด้านยาวเท่ากันและมีด้านยาวเท่ากันสองคู่

ขั้นตอนที่ 5 การนำไปใช้

14. ครูให้นักเรียนนำเสนอสูตรการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม เพื่อนำไปใช้ในการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

15. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

6. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

6.1 ใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา

6.2 แบบฝึกหัด เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม

6.3 สื่อรูปธรรม ภาพ ที่เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จึงมีการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้ในคาบนี้ ดังนี้

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัด	วิธีวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ 1. บอกมโนทัศน์รูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ได้ 2. หาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมที่กำหนดให้ได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา - แบบฝึกหัด เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม - การตอบคำถาม	- การตรวจใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา - การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม - การสังเกตจากการตอบคำถาม	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบกิจกรรม และทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม
3.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอวิธีการหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมที่กำหนดให้ได้	- ใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา - แบบฝึกหัด เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม - การตอบคำถาม	- การตรวจใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา - การตรวจแบบฝึกหัด เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม - การสังเกตจากการตอบคำถาม	นักเรียนตอบคำถาม ทำใบกิจกรรม และทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องมากกว่าร้อยละ 80 ของคำถาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัด	วิธีวัดผล	เกณฑ์ การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน 1. มีความรับผิดชอบตรงต่อเวลา และซื่อสัตย์ในการทำใบกิจกรรมการเรียนการสอน 2. มีความกล้าแสดงออกในการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 3. สามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	- แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน	- สังเกตพฤติกรรมการเรียนจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การส่งใบกิจกรรม และการส่งแบบฝึกหัด	นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ส่งใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดมากกว่าร้อยละ 80

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ใบกิจกรรม เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมหรรษา</u>

ข้อ 1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร มีลักษณะสำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญอย่างไร จงวาดรูปประกอบ และแตกต่างจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ 3. จงบอกลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปต่อไปนี้
(รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน, รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนการสอน</u>

โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบ Onsite, รูปแบบผสมผสาน และรูปแบบ Online

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุธารัตน์ สมรรถการ
วัน เดือน ปี เกิด	23 พฤศจิกายน 2528
สถานที่เกิด	ตราด
วุฒิการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เมื่อปีการศึกษา 2550 - สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จากวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เมื่อปีการศึกษา 2551 - สำเร็จการศึกษาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อปีการศึกษา 2555
ที่อยู่ปัจจุบัน	5481/111 คอนโดเดอะนิช รัชดา-ห้วยขวาง ซ.ประชาสงเคราะห์ 38 ถ. ประชาสงเคราะห์ แขวงดินแดง เขตดินแดง กทม. 10400
ผลงานตีพิมพ์	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY