

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค
Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENT USING DISCUSSION METHOD
WITH THINK – TALK – WRITE TECHNIQUE TO ENHANCE MATHEMATICAL
COMMUNICATION ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and
Communications

Department of Educational Technology and Communications

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายเดช พลเดช
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอกนถน บางท่าไม้)

เดช พลเดช : การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (DEVELOPMENT OF INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENT USING DISCUSSION METHOD WITH THINK – TALK – WRITE TECHNIQUE TO ENHANCE MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 3) เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งกลุ่มเป้าหมายได้แก่ 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี อำเภอปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ใช้ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน สำหรับการศึกษาริบทบทการใช้งาน 2) ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจประเมินรูปแบบการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่าน

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบคือ 1) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน 3) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา 4) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ 2) ความสามารถทางการสื่อสารของผู้เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) ผลของการนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า ผลการประเมินรูปแบบอยู่ในระดับดี

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

5983828227 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORD: interactive learning environment, discussion, think - talk - write
technique, mathematical communication ability

Detch Phaladetch : DEVELOPMENT OF INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENT USING DISCUSSION METHOD WITH THINK – TALK – WRITE TECHNIQUE TO ENHANCE MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Assoc. Prof. Jintavee Khlaisang

The purposes of this research were to 1 develop interactive learning environment using discussion method with think – talk – write technique to enhance mathematical communication ability of upper secondary students. study the learning achievement after studying with interactive learning environment using discussion method with think – talk – write technique to enhance mathematical communication ability of upper secondary students, and (3propose the interactive learning environment model using discussion method with think – talk – write technique to enhance mathematical communication ability of upper secondary students. The target group consisted of 131 of eleventh grade, Horwang Phatumthani school during 2019 academic year in order to explore the context for teaching and learningof experts.

The findings revealed as follows: 1) the model consisted 4 components: learner-learner interaction, learner-instructor interaction, learner-content interaction, and learner-technology interaction. 2) there was significant differences between pretest and posttest of mathematical communication ability score of upper secondary students at the .05 level, and 3) the result of interactive learning environment using discussion method with think – talk – write technique to enhance mathematical communication ability of upper secondary students was at

Field of Study: Educational Technology Student's Signature

and Communications

Academic Year: 2019 Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกตากรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา คอยให้คำแนะนำ กระตุ้น สร้างแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยมีความมานะพยายาม ไม่ย่อท้อ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างมีคุณภาพในการปรับปรุงทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ประธานกรรมการ และรองศาสตราจารย์ ดร.เอกนถน บางท่าไม้ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาให้ข้อคิด คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน และคณาจารย์วิทยากร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตลอดการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความเมตตาอบรมสั่งสอนความรู้ด้านวิชาการ ระเบียบวิธีการวิจัย รวมถึงประสบการณ์การสอนตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ ชาว ETC ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ รวมไปถึงเพื่อนๆ ETC 59 ที่ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ และช่วยเหลือมาตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณทีมงานวิชาการโรงเรียนหวัง ปทุมธานี ที่ช่วยเหลือ สอนประสบการณ์ และสร้างให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และป้าปुरुณที่คอยให้กำลังใจยามท้อแท้และผิดหวัง สนับสนุนการศึกษา เพื่อพัฒนาการดำรงชีวิต ตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
คำถามวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
กรอบแนวคิด	7
คำอธิบายกรอบแนวคิด.....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	11
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
ตอนที่ 1 บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์	14
1.1 การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์.....	14
1.2 ความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน	15
1.3 รูปแบบของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน.....	16

1.4 เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์	19
1.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
1.6 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์	25
ตอนที่ 2 วิธีการสอนแบบอภิปราย.....	28
2.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบอภิปราย การอภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อย .	29
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย	30
2.3 รูปแบบและขั้นตอนการอภิปราย.....	35
2.4 ประโยชน์ของการอภิปราย	41
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย.....	42
ตอนที่ 3 เทคนิค Think - Talk - Write	45
3.1 ความหมายของเทคนิค Think - Talk - Write.....	45
3.2 องค์ประกอบและขั้นตอนของเทคนิค Think - Talk - Write	45
3.3 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write	47
3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
ตอนที่ 4 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	49
4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	49
4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	51
4.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	52
4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	53
4.5 การประเมินความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	56
4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย.....	66

ระยะที่ 1 การพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	71
ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	76
ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	84
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	112
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	128
บรรณานุกรม.....	147
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	151
ภาคผนวก ข. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยระยะที่ 1	154
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยระยะที่ 1 แบบประเมินรับรอง (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Writeเพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....	157
ภาคผนวก ง เครื่องมือวิจัย การวิจัยระยะที่ 2 แบบสรุปแผนการจัดการเรียนรู้	165
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยระยะที่ 2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	195
ภาคผนวก ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยระยะที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	197

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยระยะที่ 3 แบบประเมินรับรอง (รอบสุดท้าย) รูปแบบ
 การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อ
 เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 201

ภาคผนวก ข ภาพตัวอย่าง เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์..... 205

ประวัติผู้เขียน..... 209



สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการสังเคราะห์บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์	28
ตารางที่ 2 ตารางแสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอภิปราย.....	44
ตารางที่ 3 ตารางแสดงมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	53
ตารางที่ 4 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ	57
ตารางที่ 5 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	59
ตารางที่ 6 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)	60
ตารางที่ 7 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารของ สสวท.	60
ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของ ศศิธร แม้นสงวน... 61	61
ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนวังไกลกังวล	61
ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัย	62
ตารางที่ 11 ตารางแสดงการสังเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	64
ตารางที่ 12 ตารางแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	78
ตารางที่ 13 ตารางแสดงการสรุปข้อตอน เทคนิคที่ใช้ และเครื่องมือ ที่มีผลต่อตัวแปรตาม	80
ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	96
ตารางที่ 15 ตารางรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง	100
ตารางที่ 16 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารของกลุ่มตัวอย่าง.....	101
ตารางที่ 17 ตารางแสดงตารางแสดงผลการสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง.....	102

ตารางที่ 18 ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	107
ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมของรูปแบบ	110



สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับอุปกรณ์ และผู้เรียนกับครู.....	19
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู	20
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับอุปกรณ์และนักเรียนกับครู.....	20
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู	21
ภาพที่ 5 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู	21
ภาพที่ 6 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเนื้อหา.....	22
ภาพที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Pear Deck Vocabulary ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับ อุปกรณ์ นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู.....	22
ภาพที่ 8 ภาพแสดงบนโปรเจคเตอร์ก่อนเริ่มกิจกรรม ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับเนื้อหา และนักเรียนกับอุปกรณ์.....	23
ภาพที่ 9 ภาพแสดงสถิติของนักเรียนทุกคนที่เข้าร่วมกิจกรรม	23
ภาพที่ 10 ภาพแสดงสถิติของนักเรียนรายคน.....	24
ภาพที่ 11 ร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	91
ภาพที่ 12 โมเดลรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ.....	99
ภาพที่ 13 แผนภูมิวงกลมแสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง (สถานภาพ : เพศ).....	101
ภาพที่ 14 แสดงแผนภูมิจำนวนครั้งพฤติกรรมในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	104

ภาพที่ 15 google slide โดยใช้เทคนิคการคิด (Think) ผ่าน Pear deck.....	118
ภาพที่ 16 google slide โดยใช้เทคนิคการคิด (Think) ผ่าน Peardeck	118
ภาพที่ 17 google slide โดยใช้เทคนิคการพูด (Talk) ผ่าน Peardeck	119
ภาพที่ 18 google slide โดยใช้เทคนิคการเขียน (Write) ผ่าน Peardeck.....	119
ภาพที่ 19 การใช้เทคนิค Think – Talk – Write ผ่าน Peardeck Vocabulary.....	120
ภาพที่ 20 การใช้เทคนิค Think – Talk – Write ผ่าน Peardeck Vocabulary.....	120
ภาพที่ 21 โมเดลรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ.....	122



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) โดยที่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ที่มุ่งให้การศึกษาและการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิดสังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม มีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี มีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต และส่งเสริมระบบการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เพื่อพัฒนาผู้สอนและผู้เรียนในเชิงคุณภาพ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (Work Integrated Learning) นอกจากนี้ สสวท. ได้ศึกษาแนวโน้มด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี พบว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ให้ความสำคัญกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Skills, 2016) ได้แก่ การคิดแบบมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem – Solving) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation) ควบคู่กับความสามารถการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สังเกตได้จากรายงานสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โดยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 30.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และจากรายงานผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า ในวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนไทยที่มีความสามารถ

ระดับ 1 มีถึงร้อยละ 53 ซึ่งระดับ 1 เป็นระดับที่ต่ำสุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) โดยที่การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA จึงให้ความชัดเจนที่ความต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต ซึ่งต้องการให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบสวนตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ต้องการทักษะหลายอย่าง เป็นต้นว่า ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะการสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ ในกระบวนการเหล่านี้ นักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน ดังนั้นการที่ PISA เลือกใช้คำว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แทนคำว่า “ความรู้คณิตศาสตร์” เพื่อเน้นความชัดเจนของความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ โดยถือข้อตกลงเบื้องต้นว่าการที่คนหนึ่งจะใช้คณิตศาสตร์ได้ คนนั้นจะต้องมีความรู้พื้นฐานและทักษะทางคณิตศาสตร์มากพออยู่แล้ว ซึ่งนั่นหมายถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ขณะอยู่ที่โรงเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

ซึ่งเห็นได้ว่าความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการสื่อสารที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสาร และนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด และการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Mathematics, 1989) คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของการใช้งานในชีวิตจริง การพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม จึงมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญมากขึ้นในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุผล และการมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะชีวิต (ตั้งประเสริฐ, 2558)

ผู้เรียนในปัจจุบันคาดว่าจะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางวิชาการ และการพัฒนาของเครือข่ายสังคม ในห้องเรียนรวมถึงความแพร่หลายในการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบไร้สาย ซึ่งมีทำให้เกิดความท้าทาย มีความต่อเนื่องและได้รับการโต้ตอบในทันทีซึ่งต่างจากการสอนรูปแบบดั้งเดิมที่จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่า (Khlaisang & Songkram, 2013) ซึ่ง (Kereluik, Mishra, Fahnoe, & Terry, 2013) ได้คิดสอดคล้องกับบทความของ (Rotherham, 2010 #55) ที่ได้อธิบายว่า เป้าหมายหลักของการศึกษาไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21 แต่วิธีการได้รับผลอย่างชัดเจนจากผลของการเปลี่ยนแปลงของ เทคโนโลยีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนนานกว่าศตวรรษ นับตั้งแต่ยุคของวิทยุ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ สู่ยุคการสอนแบบโปรแกรมและพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่คอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอน และต่อเนื่อง

มาถึงยุคของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถเชื่อมโยงโลกเข้าไว้ด้วยกัน คอมพิวเตอร์ก็ยังมีบทบาทสำคัญต่อวงการศึกษามาก เพราะทำให้โลกถูกย่อขนาดลงมาเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ที่มี สารสนเทศ ข้อมูลและสื่อการเรียนการสอนหลากหลายรูปแบบที่ใครก็สามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการของตนเอง (สงคราม, 2557) เทคโนโลยีในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในด้านการเรียนการสอน ที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้และมีประสิทธิภาพมากขึ้นการนำเอาเครื่องมือ (Tools Application) ในการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนรู้ รวมถึงการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ การสอนแบบผสมผสานระหว่างการสอนแบบออนไลน์และการสอนแบบบรรยายในห้องเรียนจริง จะเกิดเป็นระบบการเรียนการสอนที่มีสภาวะแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา ผู้เรียนสามารถโต้ตอบ และแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม ซึ่งจะเป็แรงจูงใจในการเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับเนื้อหา รวมไปถึงผู้เรียนกับอุปกรณ์ ซึ่งจะทำให้เกิดบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์จะสนับสนุนผู้เรียนทั้งในด้านของ การคิด ระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นโดยการพูดและการเขียน โดยการสนทนาผ่านเว็บ การนำเสนอข้อสรุปหรือวิธีทำที่ได้จากการเรียน จะมีการโต้ตอบ (Feedback) และให้แรงเสริม (Reinforcement) จากผู้สอนซึ่งคอยเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และชี้แนวทางในแต่ละขั้นตอนของการเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ รวมไปถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เป็นที่น่าสนใจเพราะการเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการเรียน ระหว่างการเรียน และหลังการเรียน ใช้ทั้งทบทวนการเรียนรู้ ประหยัดเวลาในการเรียนโดยให้ผู้เรียนเรียนล่วงหน้า เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้กิจกรรมการมีปฏิสัมพันธ์มีความสามารถในการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียน โดยเป็นการสนับสนุนผู้เรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์จึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างแรงผลักดันช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในเชิงบวกและในการพัฒนาการสนทนาเชิงสร้างสรรค์ (Villardón-Gallego, García-Carrión, Yáñez-Marquina, & A, 2018)

การจัดการเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบการอภิปรายนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพให้ผู้เรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ผู้วิจัยจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเทคนิค Think - Talk - Write เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถทางการสื่อสารผ่านทางช่องทาง การพูดและการเขียน โดยแนวความคิดนี้มีพื้นฐานมาจากความเข้าใจทางการเรียน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น และเขียนสรุปได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญที่จะต้องพัฒนาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) การคิด (Think) ผู้เรียนแต่ละคนคิดวิเคราะห์ถึง

คำตอบที่เป็นไปได้ แล้วจดบันทึกสิ่งที่อ่านซึ่งจะเขียนในรูปแบบภาษาของตนเอง เพื่อบันทึกความรู้ 2) การพูด (Talk) ผู้เรียนจะสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม หรือในชั้นเรียน เพื่อสื่อสาร ความคิดเห็น ความคิด การอภิปรายในกลุ่ม จะช่วยพัฒนาความเข้าใจและทักษะการสื่อสารของผู้เรียน 3) การเขียน (Write) เป็นการแสดงผลที่ได้จากการอภิปราย ยุทธวิธี ผลที่ได้รับหรือคำตอบได้ โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิค Think - Talk - Write มาแทรกในการจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบอภิปรายทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สนใจในการใช้เทคนิค Think - Talk - Write เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เช่น (ทองนาค, 2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Write - Talk ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ที่ได้รับผลจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Write Talk สูงขึ้น (สุดารัตน์ สมบัติธีระ & สิทธิพล อาจอินทร์, 2555) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่าพัฒนาการทางด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (Agus & Haninda, 2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write สูงขึ้นกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น การเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write อาจจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามวิจัย

1. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีองค์ประกอบและขั้นตอนอย่างไร
2. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่

สมมติฐานการวิจัย

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write สูงกว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ก่อนการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คนขึ้นไป ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2561 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งมีเหตุผลประกอบดังนี้

1. เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนมีความสามารถ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนทั่วไป
2. ผู้บริหารและครูในโรงเรียนให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือกับผู้วิจัยเป็นอย่างดี
3. เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี
4. จำนวนนักเรียนต่อห้องเพียงพอต่อการทดลอง

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

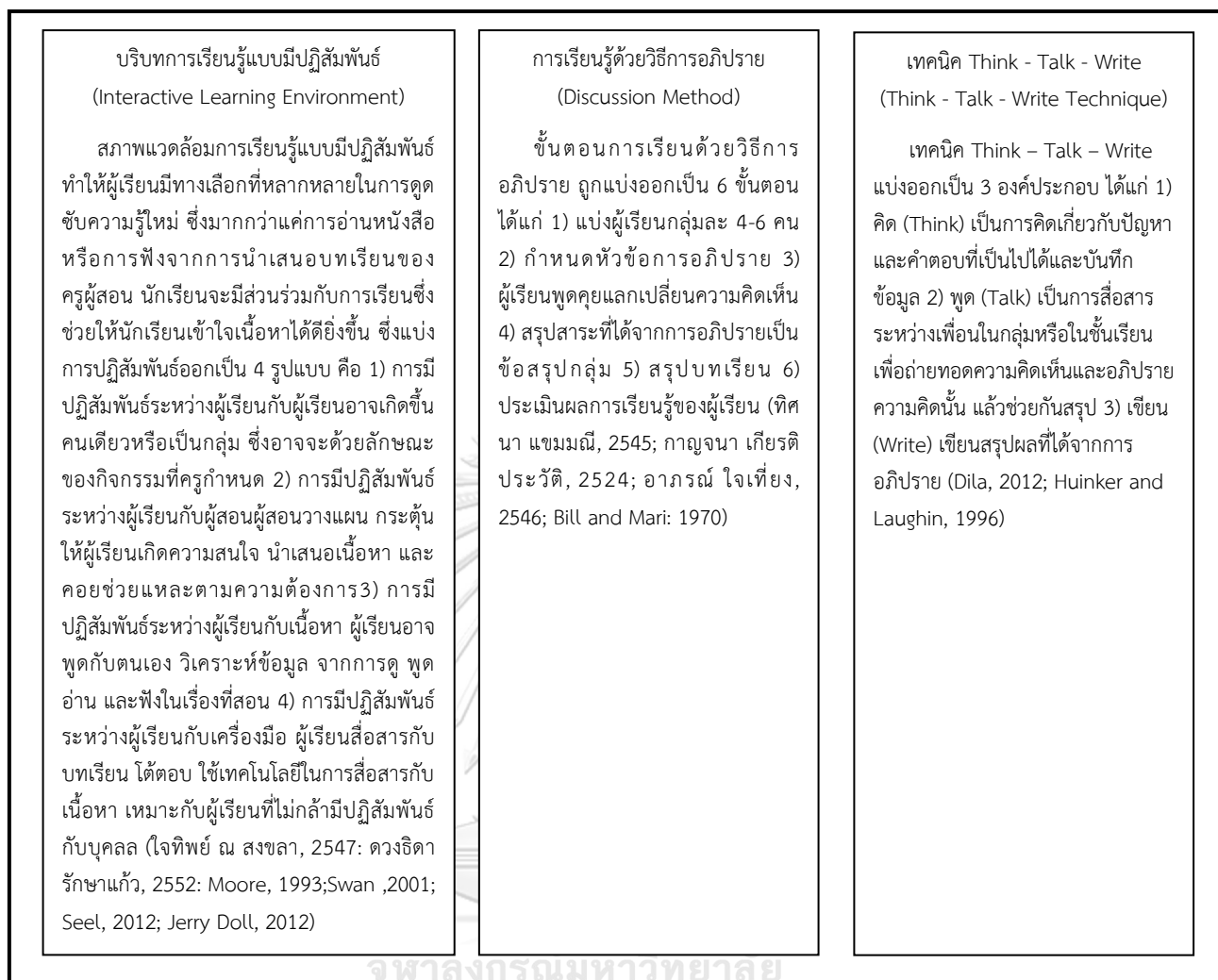
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การใช้บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกันเทคนิค Think Write Talk

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นำข้อมูลจาก แบบสำรวจพฤติกรรม การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ ข้อสอบวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Pre-test และ Post test)



กรอบแนวคิด



รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรมที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้แบ่งออกเป็น 1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุประสงค์ รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต 3) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4) สะท้อนอภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ 5) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน (อัมพร ม้าคะนอง, 2553; กรมวิชาการ, 2551; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; NCTM, 1989; Kenedy and Tipps, 1994)

คำอธิบายกรอบแนวคิด

1. การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ทำให้ผู้เรียนมีทางเลือกที่หลากหลายในการดูดซับความรู้ใหม่ ซึ่งมากกว่าแค่การอ่านหนังสือหรือการฟังจากการนำเสนอบทเรียนของครูผู้สอน นักเรียนจะมีส่วนร่วมกับการเรียนซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ในปัจจุบันบริบทของการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถให้ความหมายได้ว่าเป็นการ เป็นการบูรณาการกิจกรรมทางกายภาพเข้าไปในชั้นเรียน ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน (Jerry doll, 2012) การเรียนรู้ผ่านซอฟต์แวร์สามารถเอื้ออำนวยให้นักเรียนมีประสบการณ์การปฏิสัมพันธ์โดยที่ประโยชน์ของเครื่องมือการเรียนรู้มีดังนี้ 1) นำเสนอข้อมูลผ่านการออกแบบภาพเสมือน มัลติมีเดียจะช่วยให้เกิดการนำเสนอในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งภาพเคลื่อนไหว การฟังคำอธิบาย การเลื่อนวัตถุ 3 มิติ การตอบสนองของปัญหา และการได้รับข้อมูลย้อนกลับ ในโปรแกรมเดียว 2) การเข้าถึงข้อมูลที่มากขึ้น ผู้เรียนสามารถค้นหาความหมายง่าย ๆ เพียงแค่การคลิกที่คำ การหาหัวข้อใหม่ หรือทำตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ซึ่งเหมาะกับตัวผู้เรียนเอง การเข้าถึงข้อมูลที่ง่าย ทำให้ผู้เรียนรับความรู้ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว และเป็นความรู้ที่ลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับข้อมูล หรือหัวข้อใหม่ที่เขา 3) มีการควบคุมโดยผู้ใช้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้น เมื่อนักเรียนได้เข้าไปในโปรแกรม พวกเขาสามารถเรียนรู้ตามใจของตนเองและมีการปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมตามความต้องการของผู้เรียนเอง 4) เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน บริบทของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถสร้างแรงจูงใจที่มากขึ้นให้กับนักเรียน เพราะว่า บทเรียนที่ได้ปรับให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน นักเรียนที่เก่งสามารถหาความท้าทายใหม่ ๆ และผู้เรียนที่เรียนได้ช้าจะมีเวลาที่มีมากขึ้นในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะเกิดในเวลาเดียวกันให้ห้องเรียน

กิจกรรมการมีปฏิสัมพันธ์มีความสามารถในการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมทางการเรียนจะเพิ่มระดับความสะดวกสบายต่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมแบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถเสริมสร้างกรอบแนวคิดของผู้เรียนให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีจะช่วยสร้างความรู้ ทักษะการคิดให้เพิ่มมากขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์การเรียนรู้ (Crawford, 2014) 1) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนหนึ่งคนไปยังผู้เรียนอีกคน ซึ่งเกิดขึ้นคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม โดยเกิดปฏิสัมพันธ์ได้จากกิจกรรมที่ครูกำหนด การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้รวบรวมแนว ความคิด สมมติฐาน และเจตคติของผู้เรียนได้ 2) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยสอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหาการสอนเพื่อ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ แนะนำแนวทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล 3) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาผ่านการคิดหาคำตอบ ใช้สติปัญญา ผู้เรียนคิดวิเคราะห์ข้อมูลหรือแนวคิดจากการดู การพูด การอ่าน หรือจากการฟังในเรื่องที่สอน 4)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับอุปกรณ์ ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียนโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อ ความรู้ที่สอนได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนที่ไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล หรือ ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นน้อย

2. การเรียนแบบอภิปราย

การอภิปรายกลุ่มย่อย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ และให้ผู้เรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูลความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปกลุ่ม โดยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนได้แก่ 1) การจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย จำนวนสมาชิกในกลุ่มย่อยควรมีประมาณ 4 – 6 คน คือเป็นกลุ่มที่ไม่เล็กเกินไป และไม่ใหญ่เกินไป เพราะถ้ากลุ่มเล็กเกินไป กลุ่มจะไม่ได้ความคิดที่หลากหลายเพียงพอ ถ้ากลุ่มใหญ่เกินไปสมาชิกกลุ่มจะมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้น้อยหรือแสดงความคิดเห็นได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งการแบ่งผู้เรียนเข้ากลุ่ม สามารถทำได้หลายวิธี เช่นวิธีสุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ร่วมกลุ่มกับเพื่อนไม่ซ้ำกัน หรือวิธีละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อน ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของผู้สอนและสิ่งที่จะอภิปรายเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มมีหลากหลาย

ประเด็นการอภิปราย การอภิปรายจำเป็นต้องมีประเด็นในการอภิปรายมีวัตถุประสงค์ของการอภิปรายที่ชัดเจน ประเด็นการอภิปรายอาจจะมาจากผู้สอนหรือผู้เรียนก็ได้แล้วแต่กรณี การอภิปรายแต่ละครั้งไม่ควรมีประเด็นมากจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนอภิปรายได้ไม่เต็มที่

การอภิปราย การจัดกลุ่มอภิปรายมีหลายแบบ ผู้สอนควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ในการอภิปรายที่ดีโดยทั่วไป ควรมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ที่จำเป็นในการอภิปราย เช่น ประธานหรือผู้นำการอภิปราย เลขานุการผู้จัดบันทึกการประชุม และผู้รักษาเวลา เป็นต้น นอกจากนั้นสมาชิกกลุ่มทุกคนควรมีความเข้าใจตรงกันว่า ตนมีบทบาทหน้าที่ที่จะต้องช่วยให้กลุ่มทำงานให้สำเร็จ มิใช่ปล่อยให้เป็นการรับรับผิดชอบของสมาชิกเพียงบางคน หากสมาชิกกลุ่มมีความรู้ความเข้าใจว่าสมาชิกกลุ่มที่ดีควรทำอะไรบ้าง เช่น ให้ข้อมูล แสดงความคิดเห็น ชักถามโต้แย้ง สนับสนุนให้ความรู้ความเข้าใจ หรือคำแนะนำแก่กลุ่มก่อนการอภิปราย และควรย้ำถึงความสำคัญของการให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างทั่วถึง ไม่ให้มีการผูกขาดการอภิปรายโดยผู้ใดผู้หนึ่ง เพราะวัตถุประสงค์หลักของการอภิปรายก็คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง และได้รับฟังความคิดเห็นที่หลากหลาย อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดที่ลึกซึ้ง และรอบคอบขึ้น การอภิปรายที่ดีควรดำเนินการไปทีละประเด็น จะได้ไม่เกิดความสับสน และในกรณีที่มีหลายประเด็น ควรมีการกำจัดเวลาของการอภิปรายแต่ละประเด็น มิฉะนั้นการอภิปรายอาจยืดยาว เยิ่นเย้อ และประเด็นที่อยู่ท้าย ๆ จะไม่ได้รับการอภิปราย เพราะหมดเวลาเสียก่อน ประเด็นการอภิปรายกับเวลาที่ให้ ควรมีความพอเหมาะกัน

การสรุปผลการอภิปราย ก่อนที่การอภิปรายจะยุติลง กลุ่มจำเป็นต้องมีการสรุปผลการอภิปราย เพื่อให้ได้คำตอบตามประเด็นที่กำหนด ผู้สอนควรบอกหรือให้สัญญาณแก่กลุ่มอภิปรายประมาณ 3 – 5 นาที ก่อนหมดเวลา เพื่อกลุ่มจะได้สรุปผลการอภิปรายเป็นข้อสรุปของกลุ่ม ซึ่งหลังจากนั้นผู้สอนอาจให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน หรือดำเนินการในรูปแบบอื่นต่อไป

การสรุปบทเรียน เมื่อการอภิปรายสิ้นสุด ผู้สอนจำเป็นต้องเชื่อมโยงสิ่งที่ผู้เรียนได้ร่วมกันคิดกับบทเรียนที่กำลังเรียนรู้ โดยมีการนำข้อสรุปของกลุ่มมาใช้ในการสรุปบทเรียนด้วย (ทิตนา แคมณี, 2545)

3. เทคนิค Think - Talk - Write

เทคนิค Think - Talk - Write ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝน เพื่อส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน นั่นคือ การคิด การพูด และการเขียน โดยมีพื้นฐานมาจากความเข้าใจทางการเรียน (Maulidah, 2013) 1) การคิด นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยเทคนิค Think - Talk - Write นั้น จะได้คิดถึงคำตอบ หรือแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จากนั้นบันทึกสิ่งที่เขียนข้อสรุปในภาษาของตัวเอง การจดบันทึกจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด และการเขียน โดยที่กิจกรรมในขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนคิดถึงประเด็นปัญหา วางแผนการหาคำตอบ และสิ่งที่จะทำในขั้นต่อไป 2) การพูด เป็นการสื่อสารโดยใช้คำ และภาษาที่เป็นกันเองและเข้าใจซึ่งกันและกันกับเพื่อนในกลุ่ม ขั้นตอนนี้จะเป็นทักษะทางการพูดที่ถูกนำสื่อสารให้เห็นถึงความคิดเห็น หรือการคิดของนักเรียน การอภิปรายกลุ่มเล็ก ๆ จะช่วยพัฒนาความเข้าใจ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย 3) การเขียน เป็นการบันทึกผลการอภิปราย หรือเขียนลงใบกิจกรรม เพื่อเป็นตัวช่วยให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุป

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารเป็นความสามารถของนักเรียน ในการใช้สัญลักษณ์ คำศัพท์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงถึงความใจแนวคิด ทฤษฎี เป็นการผสมผสานระหว่างความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายในสิ่งที่ตนได้เข้าใจ โดยผู้เรียนจะเข้าใจถึงความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้ง เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอวิธีการของตนเอง ได้พิสูจน์ อย่างมีเหตุผล หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งประเด็นคำถาม โจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย ทั้งการ การเขียน การพูด และการฟัง

- 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 2) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต
- 3) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน

4) สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ

5) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ หมายถึง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน คือส่วนที่ผู้เรียนใช้ความคิดสติปัญญา (2) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เป็นส่วนที่ผู้เรียนได้ฟังผู้สอนดำเนินการสอน และมีการโต้ตอบ (3) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ผู้เรียนสามารถสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ (4) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน โดยทั่วไปแล้วสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์จะออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการสอน ร่วมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์มากขึ้น

2. วิธีการสอนแบบอภิปราย หมายถึง วิธีการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 6 คน โดยที่แต่ละคนจะมีความสามารถที่แตกต่างกัน ได้รับบทบาทที่แตกต่างกันในการอภิปรายกลุ่ม ได้แก่ ประธาน เลขานุการ ผู้จับเวลา และให้ผู้เรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปกลุ่มตามหัวข้อที่ครูผู้สอนเป็นผู้มอบหมายให้ โดยผู้เรียนทุกคนจะรู้หน้าที่ของตนเอง และทำตามหน้าที่ มีความรับผิดชอบ เพื่อให้การอภิปรายดำเนินไปอย่างบรรลุเป้าหมาย ประสบความสำเร็จ โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอนคือ (1) ผู้สอนจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ กลุ่มละประมาณ 6 คน (2) ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดประเด็นในการอภิปราย (3) ผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันตามประเด็นอภิปราย (4) ผู้เรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม (5) ผู้สอนและผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยมาใช้ในการสรุปบทเรียน (6) ผู้สอนประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ขั้นตอนแต่ละกิจกรรมจะประยุกต์ให้อยู่ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ร่วมด้วยเทคนิค Think - Talk - Write โดยแต่ละขั้นตอนจะเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้เกิดการปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบที่หลากหลาย และอาศัยเทคโนโลยีเป็นตัวสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ เป็นตัวช่วยในการสร้างองค์ความรู้

3. เทคนิค Think - Talk - Write หมายถึง เทคนิคที่นำมาใช้ในการพัฒนาด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และจะได้ฝึกโดยนำมาใช้ร่วมกับการอภิปราย รวมทั้งด้านการพูดก่อนลงมือเขียน ทำให้ผู้เรียนได้คิด และจัดการความรู้ ความคิดของตนเองก่อนการเขียน เทคนิคนี้ช่วยให้ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกับ ช่วยกันพัฒนาโครงสร้างทางความคิดผ่านการสนทนา แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้ (1) การคิด ในส่วนนี้นักเรียนจะได้ฝึกคิด โดยกันอ่านหรือฟังประเด็นคำถาม ผู้เรียน

จะได้คิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ และจนบันทึกเป็นความรู้ของตนเอง รวมถึงสิ่งที่ยังไม่เข้าใจด้วย (2) การพูด เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้หาคำตอบ หาความจริง นักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็น สะท้อนความคิด แบ่งปันความคิด และเปลี่ยนกันด้วยการสื่อสารที่ดี และจะทำให้นักเรียนเห็นขั้นตอน ในมุมมองที่หลากหลาย ทั้งในการแลกเปลี่ยนความคิดกับคนอื่น และการแสดงความคิดของตนเอง (3) การเขียนความคิดที่ตนได้มานั้น การเขียนจะประกอบไปด้วยมโนทัศน์ที่ใช้ การเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับมา และยุทธวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้

4. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ทักษะของนักเรียนที่เกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้ (1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (2) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต (3) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน (4) สะท้อนอภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ (5) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแนวทางการสอนโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ และประยุกต์ใช้กับเครื่องมืออื่น ๆ เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนในการนำรูปแบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ในการนำรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้พัฒนา นักเรียนในทักษะด้านอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา ตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำเสนอตามลำดับออกเป็น 4 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

- 1.1 การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์
- 1.2 ความสำคัญของการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์
- 1.3 รูปแบบการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
- 1.4 เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
- 1.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 วิธีการสอนแบบอภิปราย

- 2.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบอภิปราย การอภิปรายกลุ่มและอภิปรายกลุ่มย่อย
- 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย
- 2.3 รูปแบบและขั้นตอนการอภิปราย
- 2.4 ประโยชน์ของการอภิปราย
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 เทคนิค Think - Talk - Write

- 3.1 ความหมายของเทคนิค Think - Talk - Write
- 3.2 องค์ประกอบและขั้นตอนของเทคนิค Think - Talk - Write
- 3.3 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write
- 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 4 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์
- 4.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 4.6 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

ผู้วิจัยมีความคิดที่พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงได้ดำเนินการศึกษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งจะเป็นการศึกษาการมีปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับ Interactive learning tool

1.1 การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์

(Rospigliosi, 2018) ได้กล่าวว่า เรื่องของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์น่าสนใจจากการศึกษาบทความต่าง ๆ พบแนวทางที่หลายที่ใช้เทคโนโลยีสามารถพัฒนาการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ คือจะช่วยส่งเสริมให้ผู้สอนพบทางที่จะช่วยผู้เรียนในการใช้สมาร์ทโฟน ในการเรียนรู้ บทความสองฉบับได้ตรวจสอบแนวทางที่จะเกิดขึ้นเพื่อนำสมาร์ทโฟนไปใช้ในห้องเรียน Hsu ได้ดูปฏิกริยา ระหว่าง คู่ในห้องเรียนกลับด้าน

Crawford (2014) ได้กล่าวว่า กิจกรรมการมีปฏิสัมพันธ์มีความสามารถในการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมทางการเรียนจะเพิ่มระดับความสะดวกสบายต่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมแบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถเสริมสร้างกรอบแนวคิดของผู้เรียนให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีจะช่วยสร้างความรู้ ทักษะการคิดให้เพิ่มมากขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ใช้อุปกรณ์การเรียนรู้

Huang and liu (2014) มองว่าการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เป็นทฤษฎีการสอนประยุกต์เกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพความเข้าใจของนักเรียน ผู้เขียนได้ร่างความหลากหลายของกระบวนการร่วมมือซึ่งอำนวยความสะดวกต่อการสื่อสารของผู้เรียน โดยเฉพาะ พวกเขาอภิปรายเกี่ยวกับ 2 – 3 โมเดลการปฏิสัมพันธ์ การสอนในห้องเรียน รวมไปถึงการใช้ เกมส์และ มัลติมีเดียร์ ในการนำเสนอ เพื่อเพิ่มความรู้อื่นใหม่ ความรู้ที่ได้รับ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Seel (2012) ได้กล่าวถึงความหมายของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ว่า เป็นระบบที่สร้างด้วยซอฟต์แวร์ บางครั้งก็ฮาร์ดแวร์ ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการสอน และการเรียนรู้ทางการศึกษา ระบบการปฏิสัมพันธ์จะเป็นแบบ ระหว่าง ผู้เรียนกับระบบ ครูกับระบบ หรือครูกับผู้เรียน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ปกติแล้วจะทำงานร่วมกับอินเทอร์เน็ตรวมทั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ เช่น สมาร์ทโฟน

Driscoll (2002) ได้ให้หมายหมายของการมีปฏิสัมพันธ์ของการเรียนไว้ว่า เป็นการเรียนที่ผู้เรียนมีความสามารถทางการสื่อสาร และมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น สื่อบทเรียนได้พัฒนามาสำหรับการเรียนโดยเฉพาะ สื่อบุคคล การสื่อสารนี้มีเป้าหมายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิด ประสบการณ์ ซึ่งทำให้การเรียนมีชีวิตชีวา (Active Learning)

Wagner (1994) ได้กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายจุดประสงค์ของการเรียน

(รักษาแก้ว, 2552) ได้ให้ความหมายว่า ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนเป็นการเรียนที่ผู้เรียน ทำกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถสื่อสารกับสื่อประเภทต่าง ๆ สื่อบุคคล และ สื่อที่มีการออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดและประสบการณ์ระหว่างกัน

นาถวดี นันทาภินัย (2546) กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนคือการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถสื่อสารกับสื่อการเรียนหลากหลายประเภท ทั้งสื่อบุคคล รวมถึงสื่อที่ทำมาโดยเฉพาะ การสื่อสารที่กล่าวมานั้นคือการแลกเปลี่ยนความคิด ประสบการณ์ เพิ่มความมีชีวิตชีวาในการเรียน (Active Learning) ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้และกิจกรรมการสื่อสารที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์ แลกเปลี่ยนความคิด ระหว่างกัน ซึ่งจะมีต่อความกระตือรือร้นของผู้เรียนที่มากขึ้น ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนนั้นเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ ทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้เรียนกับเทคโนโลยี ลักษณะการเผชิญหน้า หรือปฏิสัมพันธ์ผ่านสื่อกลางที่เป็นเทคโนโลยี (Hillman, 1994; Moor, 1989, 1993; swan, 2001; ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550: บุญชู บุญลิขิตศิริ, 2548; (ฉัตรภักดิ์, 2556 #15))

จากคำจำกัดนิยามข้างต้น พวกเราสามารถสังเกตได้ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ต้องการที่จะออกแบบเพื่อสนับสนุนการสอนและการเรียนรู้บนอินเทอร์เน็ต และบนอุปกรณ์โทรศัพท์ นอกจากนี้ เราสามารถชี้ให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะจำแนกสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์ในทักษะของพวกเขา เพื่อส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนักเรียนกับครู ซึ่งยังเพิ่มให้เกิดแรงจูงใจและเพิ่มความยืดหยุ่นของกระบวนการเรียนรู้ (Barbosa, 2013) ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ คล้ายกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้โทรศัพท์ ซึ่งมีฟังก์ชันคล้ายๆกัน

ดังที่กล่าวมาจะสรุปได้ว่า การมีปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน คือการสื่อสารระหว่างผู้เรียนการเรียน การเรียนรู้ในลักษณะหลายรูปแบบ ทั้งสื่อบุคคล และสื่อที่ทำมาเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิด ประสบการณ์ และรับข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเพิ่มความกระตือรือร้นในการศึกษา

1.2 ความสำคัญของปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน

Driscoll (2002) ระบุความสำคัญการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น บนสื่อ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนกำหนดเวลาเรียนของตนเองได้ ผู้เรียนสามารถควบคุมเนื้อหา รวมไปถึงเวลาในการเรียนการสอน ควบคุมความลึกซึ่งรวมไปถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือประสบการณ์

2. ช่วยให้ผู้เรียนเสนอความคิดเห็นได้เหมือนกันอย่างเท่าเทียม ซึ่งยากในการจัดการเรียนการสอนปกติ

3. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ช่วยทำให้การสอนมีความน่าสนใจเพิ่มขึ้น และยังเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอีกด้วย

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียน สืบค้น ค้นหาเพิ่มเติม จากแหล่งข้อมูลหลาย ๆ แห่งเพื่อได้รับความรู้จากหลายมุมมอง

(Anderson, 2011) กล่าวว่าพวกเราทุกคนต้องการที่จะเป็นนักการศึกษาที่มีความกระตือรือร้น และการเรียนแบบอภิปรายกลุ่มเล็ก ๆ เป็นสภาพแวดล้อมที่ทรงพลังและใช้ประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้น แต่เมื่อพวกเขาถูกถามว่าจะนำรูปแบบไปสอนนั้น พวกเขาต้องคิดทางที่สร้างสรรค์ในการใช้กิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้เป็นกลุ่ม การกำหนดลักษณะของกลุ่มเล็ก ๆ นั้นไม่ใช่แค่จำนวนของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว สิ่งที่สำคัญคือกลไกความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (Dennick, 2011) วิธีการสอนแบบปกติที่ผู้เรียนไม่ได้คิดค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ประโยชน์จากการทำงานกลุ่มนี้หายไป ประโยชน์เหล่านั้นก็คือ

1. ง่ายที่จะสร้างพื้นฐานของผู้เรียน
2. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้
3. มีโอกาสที่จะได้รับการเรียนรู้เชิงลึกตลอดจนถึงขยายการตอบสนองต่อการเรียนรู้
4. ง่ายมากที่จะเกิดสภาพแวดล้อมแบบมีนักเรียนมีศูนย์กลาง
5. มีโอกาสที่จะได้พบกับการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ

1.3 รูปแบบของการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน

การปฏิสัมพันธ์บนเว็บตามแนวคิดของ (Moore, 1993)

ในสภาพแวดล้อมการเรียนบนเครือข่ายนั้น มีผู้เรียนจะมีการปฏิสัมพันธ์เกิดขึ้นอยู่ด้วยันทั้งหมด 3 ประการ ได้แก่

1. ผู้เรียนกับผู้เรียน (Learner – Learner Interactive)

ปฏิสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนหนึ่งคนไปยังผู้เรียนอีกคนนั้น อาจเกิดขึ้นคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งอาจจะด้วยลักษณะของกิจกรรมที่ครูกำหนด การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้รวบรวมแนว ความคิด สมมติฐานและเจตคติของผู้เรียนได้

2. ผู้เรียนกับผู้สอน (Learner - Instructor Interactive)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้ดำเนินการ ผู้สอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหาการสอนเพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ และ แนะนำทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล

3. ผู้เรียนกับเนื้อหาวิชา (Learner – Content Interactive)

ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาผ่านการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจความรู้ที่ได้รับ ผู้เรียนอาจพูดกับตนเองเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลหรือแนวคิดจากการดู การพูด การอ่าน หรือจากการฟังในเรื่องที่สอน

Hillman, Willis and Gunawardena (1994) ได้นำเสนอรูปแบบของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับส่วนต่อประสาน โดยที่การปฏิสัมพันธ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อ ความรู้ที่สอนได้จัดเตรียมไว้

Burnham and Walden (1997) ได้นำเสนอการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมทางการเรียน (Learner – Environment Interactive) โดยที่การปฏิสัมพันธ์ชนิดนี้เกิดจากผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับ ครอบครัว ที่ทำงาน ชั้นเรียน เพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

การปฏิสัมพันธ์บนเว็บตามแนวคิดของ (Paulsen, 1997) ซึ่งเป็นการกล่าวถึงการมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของจำนวนคนที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วย ซึ่งประกอบไปด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับคนหนึ่ง และการมีปฏิสัมพันธ์กับคนหลาย ๆ คน

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547) ได้สรุปลักษณะการสอนผ่านเครือข่ายว่า อาศัยหลักการปฏิสัมพันธ์ในการเรียนในลักษณะ 2 ลักษณะ

1. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระ (Learner – Content Interaction) หมายถึง กิจกรรมการเรียนที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย ที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะอย่างเป็นระบบ สามารถนำเสนอข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน สะดวกต่อการศึกษาทั้งในเรื่องขอเวลา และเหมือนมีคนถ่ายทอดและกระตุ้นขึ้นนำการเรียน

2. การออกแบบกิจกรรมการเรียนระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาที่ควรพิจารณาถึงกระบวนการในการปฏิสัมพันธ์ รวมทั้งเทคนิคที่ใช้ในการสร้างการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งจะกระตุ้นให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพ

3. การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน (Learner to Learner vs Instructor Interactive) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารโต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี

ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และกับผู้สอน สามารถขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. แบบรายคู่ เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็นช่วยเหลือกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง สามารถจัดเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้สอน หรือผู้เรียนกับผู้เชี่ยวชาญก็ได้

2. แบบกลุ่มศึกษา เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการจัดกิจกรรมที่สามารถเน้นผู้เรียนรายคน ปฏิสัมพันธ์กลุ่ม หรือ เน้นระหว่างกลุ่ม
3. แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เช่น ผู้เรียนศึกษางาน นำเสนอและรับข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่ม หรือผู้สอน
4. แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน กลุ่มบุคคลภายนอก หรือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

เทคนิควิธีการของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน การสร้างการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ มีเทคนิคและวิธีดังนี้

1. การปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในการเรียนแบบอภิปราย ทั้งเป็นกลุ่ม หรือเป็นคู่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
2. การปฏิสัมพันธ์ในประสบการณ์เสมือนจริง ผู้ออกแบบสร้างแวดล้อมจำลองจากสถานที่ต่าง ๆ มีการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบความคิดด้วยการแก้ปัญหา ร่วมมือกันเมื่อเข้ามาเยี่ยมชมเว็บไซต์นั้น ๆ สร้างภาพสามมิติ จำลองให้เกิดมิติเสมือนกับการใช้เครื่องมือสื่อสารในเวลาจริง
3. การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึงประเภทของการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี โดยอาศัยเครื่องมือบนเครือข่าย สร้างปฏิสัมพันธ์กัน การสร้างความปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้พบกันจริง ความสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ช่วยให้บรรลุเป้าหมาย วัตถุประสงค์

Swan (2001) กล่าวว่าประสิทธิภาพการเรียนรู้เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนออนไลน์

1. ปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา คือส่วนที่ผู้เรียนใช้ความคิดสติปัญญา
2. ปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน เป็นส่วนที่ผู้เรียนได้ฟังผู้สอนดำเนินการสอน และมีการโต้ตอบ
3. ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ผู้เรียนสามารถสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ
4. ปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่อประสาน ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน

Sudweeks and Rafaeli (1998) แบ่งตามแนวคิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ไว้ 3 ระดับคือ

1. การสื่อสารแบบทางเดียว (One way Communication) โดยเป็นการสื่อสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสารโดยไม่มีทางโต้กลับ
2. การสื่อสารแบบสองทาง (Reactive or two – way Communication) เป็นการสื่อสารแบบโต้ตอบระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารมีการตอบสนองซึ่งกันและกัน

3. การสื่อสารแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Full Interactive Communication) เป็นการสื่อสารแบบมีปฏิสัมพันธ์เต็มรูปแบบ โดยจะยึดข้อความสุดท้ายที่จะต้องนำมาสร้างหรือตีความเพิ่มจากระดับ Reactive

Liz Anderson (2016) ได้กล่าวว่า สภาพแวดล้อม การมีปฏิสัมพันธ์แบบ World café เป็นปรากฏการณ์ใหม่โดยผู้คิดค้นคนแรกคือ Janita Brown และถูกนำขึ้นมาเป็นที่รู้จักทั่วโลก (Tan and Brown, 2005) World café เป็นไอเดียที่เรียบง่าย ใช้ประสบการณ์ของผู้เรียนซึ่งสามารถนำมาสนับสนุนโดยการทำให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ตลอดจนถึงบทสนทนา ในสภาพแวดล้อมที่ผ่อนคลายกับเพื่อน เพื่อนร่วมงาน คู่ นี้เป็นแนวทางที่ดีในการพัฒนาความเข้าใจใหม่จากพื้นฐานของทฤษฎี world cafe ให้จินตนาการ คุณพบเพื่อนในร้านกาแฟ สั่งเครื่องดื่มแก้วโปรด คุณได้สนทนา ได้เล่าประสบการณ์ ได้ถกเถียง มีผู้คนผ่านมาสนทนา และจากไป สักพักความคิดเห็นและประสบการณ์ที่หลากหลายจะถูกแบ่งปัน ทั้งแนวทาง ความท้าทาย และเกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ

1.4 เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

เครื่องมือที่ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนผู้สอน และผู้เรียนให้มีโอกาสได้มีการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนทั้ง 4 แบบมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้เครื่องมือดังต่อไปนี้

1. Google Classroom

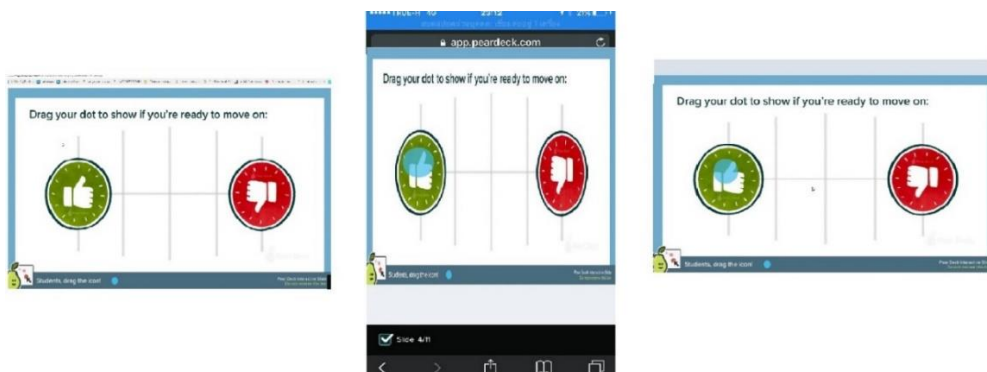
Classroom ผสมผสาน Google เอกสาร, ไดรฟ์ และ Gmail ไว้ด้วยกัน เพื่อให้ครูสร้างและรวบรวมงานโดยไม่ต้องสลับเปลืองกระดาษ ภายใน Classroom ครูสามารถสร้างงาน ใช้งานนั้นในชั้นเรียนต่าง ๆ และเลือกว่าจะให้นักเรียนทำงานอย่างไร (เช่น นักเรียนแต่ละคนจะได้รับสำเนาของตนเอง หรือ นักเรียนทุกคนจะทำงานในสำเนาเดียวกัน) ครูสามารถติดตามว่านักเรียนคนใดทำงานเสร็จแล้วบ้าง และใครยังไม่เสร็จ ตลอดจนแสดงความคิดเห็นกับนักเรียนแต่ละคนได้

2. Pear Deck presentation (Plugin for google slide)

EXAMPLE: TEACH COORDINATE GRAPHS WITH DRAGGABLES



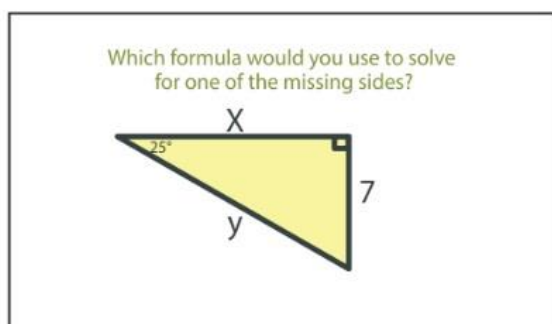
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับอุปกรณ์ และผู้เรียนกับครู



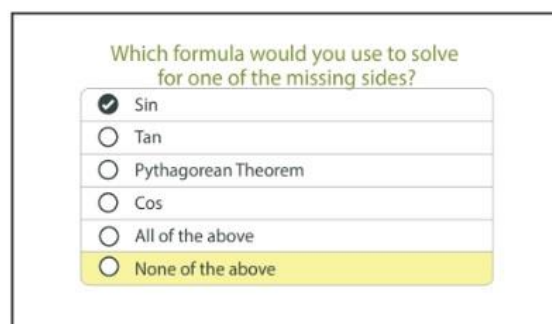
ภาพที่ 2 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน
ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู

ในส่วนความสามารถของ Pear Deck Presentation นั้นคือการเลื่อนจุดที่ปรากฏในหน้าจอของผู้เรียนไปยังคำตอบที่ต้องการ ในกิจกรรมการค้นหาคำตอบในรูปภาพที่ 1 ครูอาจจะให้นักเรียนหาว่าผลสัมเมื่อหมุนไป 90 องศาตามเข็มนาฬิกา ผลสัมจะไปอยู่ที่ตรงไหน กิจกรรมนี้มีส่วนช่วยในเรื่องจุด การหมุน การเลื่อนขนาน เป็นต้น และสามารถสอบถามความคิดเห็นต่าง ๆ ในเนื้อหาที่เรียนหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจในตัวอย่างที่ 2 ผู้เรียนสามารถเลื่อนจุดไปยังที่ต้องการว่า จะไปต่อ หรือ ไม่ เพื่อเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้สอนว่า ผู้เรียนเข้าใจหรือไม่ และต้องการความช่วยเหลือตรงไหน

EXAMPLE: TEACH GEOMETRY WITH MULTIPLE CHOICE

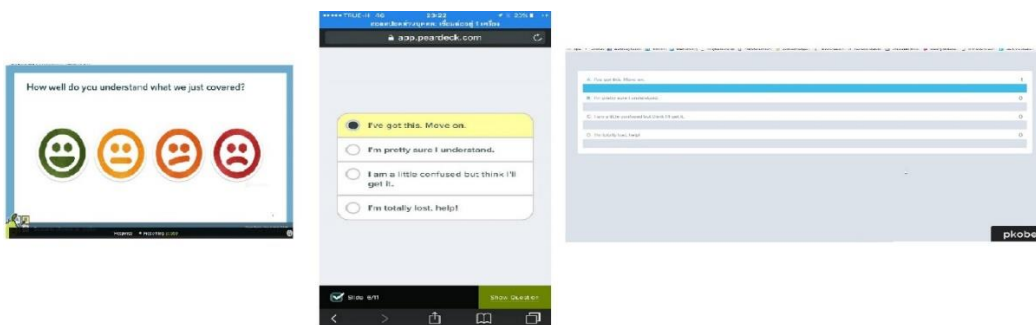


PROJECTOR VIEW



STUDENT VIEW

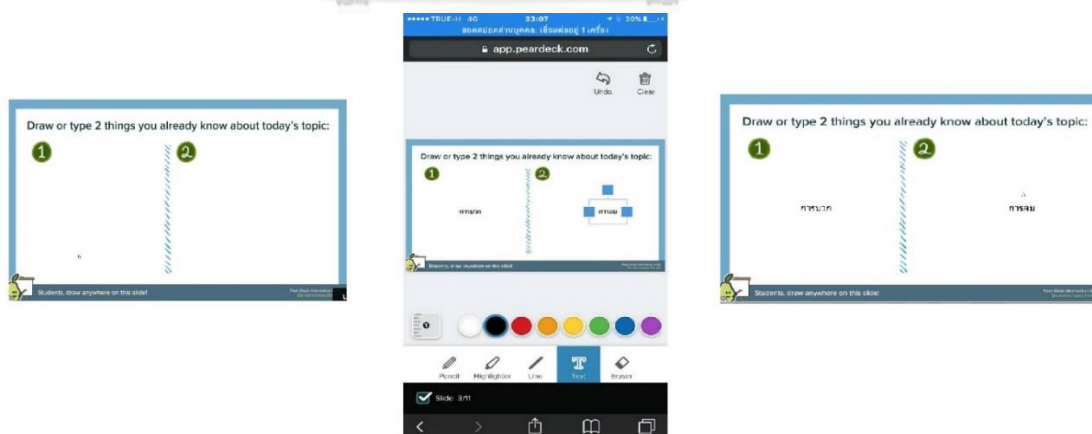
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน
ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับอุปกรณ์และนักเรียนกับครู



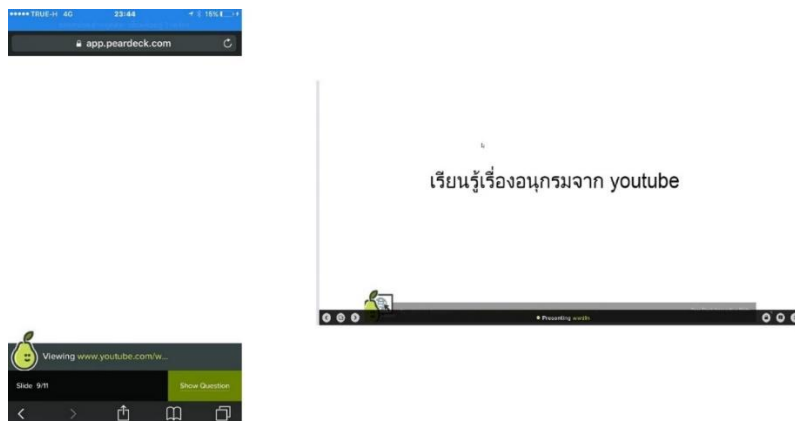
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน
ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู

ความสามารถที่ต่อไป ของ Pear Deck Presentation จากรูปภาพที่ 3 นั้นเป็นการถามคำถามเป็นปรนัยเพื่อตรวจสอบผู้เรียนอย่างรวดเร็ว อาจจะใช้ตอนเริ่มการเรียนการสอนเพื่อทบทวนความรู้ของคาบที่แล้ว หรือใช้เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้รับในวันนี้ท้ายคาบ เรายังสามารถเก็บข้อมูลจากคำตอบของนักเรียนเป็นสถิติ และยังสามารถใช้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนไม่เข้าใจตรงไหนหลังจากนักเรียนทุกคนได้ตอบคำถามเสร็จ เพื่อที่ผู้สอนจะได้อธิบายกระบวนการคิดหรือให้นักเรียนได้อธิบายกระบวนการคิด

อีกทั้ง คำถามปรนัยจะเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ จากรูปภาพที่ 2.4 ผู้สอนจะให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นผ่านคำถามปรนัยว่าการเรียนในวันนี้เป็นอย่างไร โดยผู้สอนจะสามารถจะให้นักเรียนเลือกแล้วดูสถิติว่าการเรียนในวันนี้ประสบความสำเร็จหรือไม่ หรือต้องอธิบายให้กับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจเพิ่มเติม



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจคเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน
ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบระหว่างภาพจากโปรเจกเตอร์ กับ ภาพที่นักเรียนเห็นจากอุปกรณ์ของนักเรียน ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเนื้อหา

นอกจาก Pear Deck Presentation จะสามารถเลื่อนและถามคำถามปรนัยได้แล้ว ยังสามารถให้นักเรียนได้อธิบายคำถามปลายเปิดได้อีกด้วย จากรูปภาพที่ 5 จะเห็นได้ว่าผู้สอนได้ให้ผู้เรียนเขียนว่าจากหัวข้อในวันนี้ผู้เรียนรู้อะไรมาบ้าง ซึ่งผู้เรียนจะได้ทั้งเขียนและวาดอธิบายสิ่งที่รู้นั้นออกมา และผู้สอนสามารถเปิดดูได้ว่าผู้เรียนแต่ละคนเขียนไว้อย่างไร เพื่อให้ทุกคนในห้องได้ร่วมกันคิดและร่วมกันอภิปราย

สุดท้าย Pear Deck Presentation ยังมีส่วน Hyperlink เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาเพิ่มเติม หรือไปยังหน้าเว็บอื่น ๆ ในหลาย ๆ จุดประสงค์ เช่น การสอบท้ายบทเรียน การค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม ดูวิดีโอ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

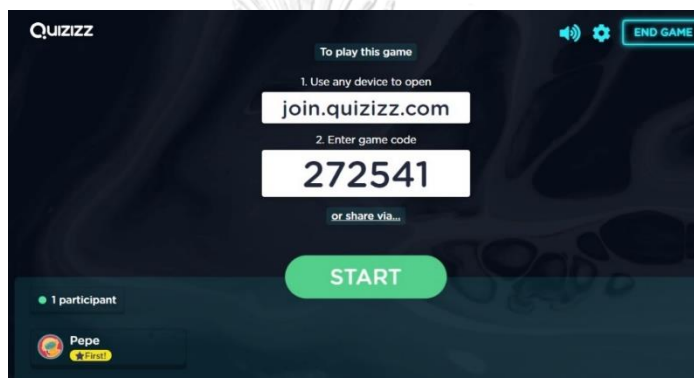
2. Pear Deck Vocabulary (collaborative vocab game)



ภาพที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย Pear Deck Vocabulary ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับอุปกรณ์ นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู

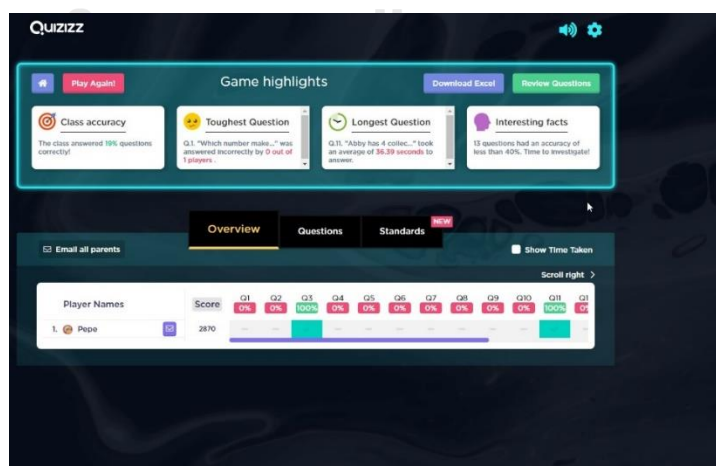
ในส่วนของ Pear Deck Vocabulary นั้นจะเป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันเพื่ออภิปราย หาคำตอบ ในรูปภาพที่ 7 ผู้สอนจะมีคำถามหรือหัวข้อเพื่อให้ผู้เรียนได้อธิบายความหมายหรือแนวคิด วิธีการในการทำ ผู้เรียนจะมีโอกาสได้ปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็น ดังภาพจะเห็นได้ว่าผู้เรียนจะแสดงแผนภาพ เพื่ออธิบายแนวคิด และ แสดงวิธีทำในการหาคำตอบ โดยที่ผู้สอนจะแสดงความคิดของนักเรียนในหน้าของครูและให้นักเรียนออกมานำเสนอให้เพื่อนร่วมห้องได้ฟัง และช่วยกันคิดว่าเป็นวิธีที่ถูกต้องหรือมีวิธีอื่นอีกหรือไม่ ในส่วนของความสามารถนี้ผู้เรียนจะสนุกไปกับการแข่งขันผสมผสานไปกับการเรียน ผู้เรียนจะได้รับแรงกระตุ้นให้สนใจในการเรียนมากขึ้นและยังเกิดการสื่อสาร ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันด้วย

4. Quizizz



ภาพที่ 8 ภาพแสดงบนโปรเจคเตอร์ก่อนเริ่มกิจกรรม ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับเนื้อหา และนักเรียนกับอุปกรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 9 ภาพแสดงสถิติของนักเรียนทุกคนที่เข้าร่วมกิจกรรม

Q	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10	There are 8 hours in a school day. How many hours are there in 4 school days?	0	0	1						No response
11	Tess buys 3 candy bars and 3 bags of chips. She spends \$28 in all. If the candy bars and the chips cost the same, how much is each one?	0	0	1						No response
12	Kimberly has 18 cookies. If she shares them equally among 6 friends, how many does each friend get? Which equation shows the correct answer?	0	0	1						No response
13	Which number makes the equation true? $81 \div 9 = \underline{\hspace{1cm}}$	0	0	1						No response
14	Which multiplication fact can you use to find the value for the missing number in the equation below? $54 \div \underline{\hspace{1cm}} = 9$	0	0	1						No response
15	Which number that completes the equations. $6 \times \underline{\hspace{1cm}} = 42$ $42 \div 6 = \underline{\hspace{1cm}}$	0	0	1						No response
16	What is the missing product? $3 \times 8 = \underline{\hspace{1cm}}$	0	0	1						No response
17	Abby has 4 collections. Which of her collections can be divided into 5 equal groups with 6 left over?	1	0	0						40 stickers
18	Michael bought 4 hats and 2 belts. How much did he spend in all? hat \$4 belt \$6	0	0	1						No response
19	Which equation has a product of 32?	0	0	1						No response
20	Sarah $7 \times 40 = \underline{\hspace{1cm}}$	1	0	0						280
21	Michael wanted to buy 28 of the same stickers. Which combination could he buy?	0	0	1						No response
22	In an class, there were 3 boxes of paint on each table. There were 3 tables. There were 5 paints in each box. How many paints were in the class?	0	0	1						No response
23	Total	3	0	13						2870
	Accuracy									19%

ภาพที่ 10 ภาพแสดงสถิติของนักเรียนรายคน

อีกหนึ่ง Interactive tool เพื่อช่วยสนับสนุนทั้งผู้สอนและผู้เรียน โดยที่ Quizziz จะให้นักเรียนทุกคนเข้ามาตอบคำถามพร้อม ๆ กันโดยที่คำถามจะเป็นแบบสุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะไม่สามารถดูคนอื่น ๆ ได้ จากรูปภาพที่ 8 Quizziz เป็นการถามคำถามด้วยข้อสอบปรนัยเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำโดยที่ระหว่างข้อจะมีข้อมูลย้อนกลับไปให้ผู้เรียนทั้งทำถูกและทำผิด ผู้สอนจะได้เห็นสถิติเป็นข้อมูลในรูปภาพที่ 9 และรูปภาพที่ 10 ว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการทางด้านใดเพิ่มในเนื้อหา นั้นเพื่อที่จะทำให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนสามารถส่งอีเมลผลของสถิติที่นักเรียนทำไปให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำไปค้นคว้าหาความรู้เพิ่มในหัวข้อที่นักเรียนยังทำผิด แล้วนำกลับมาแสดงวิธีที่ถูกต้องอีกครั้งในครั้งถัดไป หรือผู้สอนอาจจะอธิบายในหัวข้อที่นักเรียนทำผิดเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ Quizziz ยังทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการทำ เนื่องจากยังจัดอันดับผู้เรียนทุกคนที่ทำพร้อมกันอีกด้วย ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำ ผู้สอนยังสามารถให้นักเรียนแบ่งกลุ่มและช่วยกันทำเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยและปรึกษากันก็ได้ Quizziz นั้นไม่ได้จำเป็นที่จะต้องทำพร้อมกันทุกคนในคาบเรียน แต่ยังสามารถตั้งค่าเพื่อเป็นการบ้านให้นักเรียนทำ และยังทำให้นักเรียนได้รู้ผลทันทีอีกด้วยว่าผิดพลาดในข้อใด เพื่อนักเรียนจะได้ค้นคว้าได้ทันที

1.5 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

(เจริญผล, 2561) ได้ศึกษาการพัฒนาาระบบวิดีโอสตรีมมิงแบบมีปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนแบบรอบรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการกำกับตนเองสำหรับนิสิตนักศึกษา ระดับปริญญาบัณฑิต พบว่า การใช้ระบบวิดีโอสตรีมมิงแบบปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนแบบรอบรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการกำกับตนเอง สำหรับนิสิตนักศึกษา ระดับปริญญาบัณฑิต พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการกำกับตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ธนัทธัญญ์ ฉัตรภักดิ์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการสอนเสริมทางไกลอิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พบว่า ผลการจัดการเรียนการสอนเสริมทางไกลอิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ร่วมกันที่ใช้ปัญหาเป็นหลักสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนตามระบบการสอนเสริมทางไกลอิเล็กทรอนิกส์แบบมีปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(รักษาแก้ว, 2552) ได้ศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์จำลองมีทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคลหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าการเรียนด้วยกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนออนไลน์ในสถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ในวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมส่งผลให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการปฏิบัติและกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลองปฏิบัติ มีอิสระในการเรียน และฝึกการสื่อสารและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า

1.6 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

จากการศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของการมีปฏิสัมพันธ์พบว่า การมีปฏิสัมพันธ์เกิดจากการสื่อสารระหว่างเครื่องมือบุคคล และกับเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยี สภาพแวดล้อมที่จะทำให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดการสื่อสาร การแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดที่มีต่อเนื้อหาวิชา รวมไปถึงประสบการณ์ในเรื่องที่เรียนรู้ โดยสภาพแวดล้อมที่ผู้วิจัยจะพัฒนาให้เกิดขึ้นคือ ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบอภิปราย ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนผ่านการให้ข้อมูลย้อนกลับและชี้แนะแนวทางให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา โดยที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ค้นคว้าข้อมูล หัวข้อการเรียนรู้เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และผู้เรียนจะได้มีปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีที่ผู้วิจัยได้ใช้หรือ Interactive Learning tool ซึ่ง เป็นเว็บไซต์ที่ผู้สอนจะนำเสนอในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ ในแต่ละขั้นตอนการสอน ทั้งในขั้นนำ การสอนและขั้นสรุป

Jerry doll (2012) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ทำให้ผู้เรียนมีทางเลือกที่หลากหลายในการดูดซับความรู้ใหม่ ซึ่งมากกว่าแค่การอ่านหนังสือหรือการฟังจากการนำเสนอบทเรียนของครูผู้สอน นักเรียนจะมีส่วนร่วมกับการเรียนซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ในปัจจุบันบริบทของการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถให้ความหมายได้ว่าเป็นการ เป็นการบูรณาการกิจกรรมทางกายภาพเข้าไปในชั้นเรียน ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

การเรียนรู้ผ่านซอฟต์แวร์สามารถเอื้ออำนวยให้นักเรียนมีประสบการณ์การปฏิสัมพันธ์โดยที่ประโยชน์ของเครื่องมือการเรียนรู้มีดังนี้

1. นำเสนอข้อมูลผ่านการออกแบบภาพเสมือน มัลติมีเดียจะช่วยให้เกิดการนำเสนอในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งภาพเคลื่อนไหว การฟังคำอธิบาย การเลื่อนวัตถุ 3 มิติ การตอบสนองของปัญหา และการได้รับข้อมูลย้อนกลับ ในโปรแกรมเดียว

2. การเข้าถึงข้อมูลที่มากขึ้น ผู้เรียนสามารถค้นหาความหมายง่าย ๆ เพียงแค่การคลิกที่คำ การหาหัวข้อใหม่ หรือทำตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ ซึ่งเหมาะกับตัวผู้เรียนเอง การเข้าถึงข้อมูลที่ง่าย ทำให้ผู้เรียนรับความรู้ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว และเป็นความรู้ที่ลึกซึ้งและกว้างขวางเกี่ยวกับข้อมูล หรือหัวข้อใหม่ที่ทำ

3. มีการควบคุมโดยผู้ใช้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้น เมื่อนักเรียนได้เข้าไปในโปรแกรม พวกเขาสามารถเรียนรู้ตามใจของตนเองและมีการปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมตามความต้องการของผู้เรียนเอง

4. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน บริบทของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์สามารถสร้างแรงจูงใจที่มากขึ้นให้กับนักเรียน เพราะว่า บทเรียนที่ได้ปรับให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียน นักเรียนที่เก่งสามารถหาความท้าทายใหม่ ๆ และผู้เรียนที่เรียนได้ช้าจะมีเวลาที่มากขึ้นในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะเกิดในเวลาเดียวกันในห้องเรียน

อย่างไรก็ตามชั้นเรียนจำเป็นต้องมีคอมพิวเตอร์เพื่อการใช้งานนวัตกรรมใหม่ การสร้างบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ เทคโนโลยีใหม่ ๆ และ อุปกรณ์ที่สามารถรองรับได้ และความท้าทายที่ใหญ่ที่สุดคือการควบคุม และลดการรบกวนจากจอคอม ในขณะที่ไม่ได้ใช้งานคอม

การนำเอาเทคโนโลยีเฟอร์นิเจอร์มาใช้จะช่วยให้ครูสามารถควบคุมจอคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก ในการลดความท้าทาย การซ่อนจอคอมพิวเตอร์จะทำให้ครูสามารถควบคุมนักเรียนให้มีโต๊ะที่ว่างเมื่อจำเป็นต้องใช้

ครูยังได้รับประโยชน์จากการออกแบบที่ดีในการการจัดวาง เครื่องเสียและเครื่องฉาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนที่มีงบไม่มากในการจัดหาคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนทุกคน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไม่ได้จำกัดอยู่แค่นักเรียนกับโปรแกรม แต่ยังรวมไปถึงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนด้วย โดยการใช้ซอฟต์แวร์เข้ามามีส่วนช่วยบ้างเป็นบางครั้ง นักเรียนต้องการแรงกระตุ้นหลาย ๆ รูปแบบ และห้องเรียนอัจฉริยะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสร้างบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

Ruedi Arnold (2017) ได้กล่าวว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์มีจุดประสงค์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้โดยใช้ประโยชน์จากความสามารถของคอมพิวเตอร์

Diallo Sessoms (2008) กล่าวเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ไว้ว่า ในปัจจุบันนักเรียนได้รับความรู้จากการบรรยายและจดบนกระดาน การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์หมายความว่านักเรียนจะเป็นผู้ร่วมกระบวนการเรียนรู้ที่มีความกระตือรือร้น ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ถูกพัฒนาด้วยกระดานปฏิสัมพันธ์ นักเรียนจะมุ่งเน้นให้ความสนใจกับสิ่งที่ครูนำเสนอบนกระดานปฏิสัมพันธ์และนักเรียนจะสามารถพูดหรือโต้ตอบมีปฏิสัมพันธ์ได้ เช่นการ เลื่อนข้อความบนกระดานไปให้รูปภาพที่ตรงกับข้อความ และนี่คือรูปแบบของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เพราะว่านักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาผ่านการผสมผสานระหว่างนามธรรมและรูปธรรม การเรียนรู้แบบมีเด็กเป็นศูนย์กลางนี้เป็นไปตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และเป็นแบบในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ นักเรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาและสร้างความรู้

(Brigh, 2013) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้สอนส่วนมากมีเป้าหมายที่จะสร้างหลักสูตรเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์ และเราจะให้นักเรียนของเรามีการปฏิสัมพันธ์ได้อย่างไร และมี 5 ขั้นตอนในการช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพให้กับนักเรียน

1. เนื้อหา ชั้นแรกจะต้องแน่ใจว่าเนื้อหาตรงประเด็น หากเนื้อหาที่ใส่ลงไปหลักสูตรมีความไม่ตรงประเด็นมากเกินไปจะทำให้เรียนสูญเสียความสนใจไปอย่างรวดเร็ว ความสำคัญของเนื้อหาหลักสูตรคือต้องมีค่าแล้วนำไปประยุกต์ใช้นอกห้องเรียนได้

2. ให้นักเรียนได้ค้นคว้า นักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ได้มากในการเรียนที่ง่ายต่อการค้นคว้า ให้นักเรียนได้มีการเคลื่อนไหวอิสระในองค์ประกอบของหลักสูตร ให้สามารถข้ามเนื้อหาได้ตามต้องการ ถ้าเขามีอิสระได้บ้าง พวกเขาจะรู้สึกสนุกไปกับหลักสูตรตามจังหวะการเรียนรู้ของตนเอง

3. ความคิดเห็น ปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนที่เรียนเสร็จแล้ว พวกเขาสามารถบอกเราได้ว่าอะไรทำให้เขาสนใจหรือสูญเสียความสนใจในการเรียน การรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนจะทำให้ง่ายต่อการเพิ่มเติมความจำเป็นในการสอน ให้เปิดใจและอย่ากลัวที่จะเปลี่ยนเนื้อหาบางอย่าง

4. ถามคำถาม ในระหว่างการสอนให้ถามคำถามนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรื่องถัดไป หรือการทดสอบเล็กน้อย โดยคำถามจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามให้ถามคำถามเกี่ยวกับชีวิตจริงเพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด

5. แบ่งปันทรัพยากรและใช้ hyperlink นักเรียนบางคนสามารถค้นคว้าทรัพยากรที่ดีแต่กับบางคนไม่สามารถค้นหาได้ แทนที่จะบังคับให้นักเรียนค้นหาข้อมูล เปิดโอกาสให้พวกเขามีอิสระที่จะค้นหาสิ่งที่เขาต้องการ นอกจากนี้การใช้ hyperlink ในระหว่างการนำเสนอ หรือเอกสารต่าง ๆ จะยิ่งทำให้พวกเขามีปฏิสัมพันธ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการสังเคราะห์บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

องค์ประกอบ	เจทิพย์ ณ สงขลา (2547)	ดวงธิดา รักษาแก้ว (2550)	(Moore, 1993)	Swan (2001)	Sudweeks and (2000)	Seel (2012)	Liz Anderson (2016)	ผู้วิจัย
การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครู	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับอุปกรณ์ต่อประสาน		✓		✓		✓	✓	✓

จากที่นักวิชาการต่าง ๆ ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ มีดังนี้

1. ปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา คือส่วนที่ผู้เรียนใช้ความคิดสติปัญญา
2. ปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน เป็นส่วนที่ผู้เรียนได้ฟังผู้สอนดำเนินการสอน และมีการโต้ตอบ
3. ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ผู้เรียนสามารถสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ
4. ปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่อประสาน ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจาก

บทเรียน

ตอนที่ 2 วิธีการสอนแบบอภิปราย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำการอภิปรายกลุ่มมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยมานำเสนอต่อไปนี้

2.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบอภิปราย การอภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อย

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการอภิปราย อภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อย โดยมีจุดประสงค์เพื่อกำหนดขอบเขตการเรียนรู้เรื่องการอภิปราย การอภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อย ในขั้นต้นผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายของการอภิปรายเพื่อนำไปสู่การอภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อย เนื่องด้วยการอภิปรายกลุ่มและการอภิปรายกลุ่มย่อยนั้นเป็นส่วนหนึ่งของการอภิปราย

ทิตนา แคมมณี (2547) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบอภิปราย คือ วิธีการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือพิจารณาประเด็นร่วมกัน ได้คิด ได้ทำ ได้แก้ปัญหาและได้นำเสนอ ได้ฝึกการทำงานร่วมกันอย่างมีประชาธิปไตย นักเรียนจึงเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ (Child Center) มีลักษณะการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น มีชีวิตชีวา (Active Learning)

(ประไพตระกูล, 2548) กล่าวว่า การสอนแบบอภิปรายเป็นวิธีการที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแสดงออกทางการพูด ซึ่งวิธีการสอนนี้ ผู้เรียนที่ต่างศักยภาพกันจะมีโอกาสได้ใช้ความสามารถของตนในกิจกรรม รับฟังเพื่อสร้างความรู้ และเกิดข้อสรุป

ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ (2543) กล่าวว่า การสอนโดยใช้การอภิปรายอาจทำเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ แต่บทบาทของผู้เรียนที่จะอภิปรายมีน้อย บางคนเท่านั้นที่จะได้อภิปราย แต่ถ้าเป็นกลุ่มเล็ก สมาชิกของกลุ่มจะมีโอกาสในการอภิปรายมากขึ้น โดยทั่วไปจึงมีความนิยมในการอภิปรายกลุ่มย่อยมากกว่า

พิชญ์ ขำมา (2543) กล่าวว่า การอภิปรายเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างครูกับเด็ก หรือระหว่างเด็กกับเพื่อน โดยครูเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย นอกจากครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นแล้ว ยังต้องเปิดโอกาสให้เด็กซักถามปัญหาบ้าง และให้เด็กมีส่วนช่วยแสดงความคิดเห็น การแก้ปัญหา

Nilson (2003) ได้ให้ความหมายของการอภิปรายกลุ่มว่า เป็นการแลกเปลี่ยนความคิด เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อความรู้และทัศนคติ ผ่านการรับฟังและแสดงความคิดเห็นของทุกคนในกลุ่ม

กัลยา มหาวิน (2549) ได้ให้ความหมายว่า การอภิปรายกลุ่มว่า คือการสนทนาของกลุ่มคนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อหัวข้อ ประเด็น ปัญหาต่าง ๆ ที่นำมาศึกษา เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524) ได้อธิบายว่าการอภิปรายกลุ่ม คือการสนทนาของบุคคลอย่างมีเป้าหมาย เพื่อแก้ปัญหาร่วมกัน

จวีรวรรณ ปัญจนันท์ (2554) ได้สรุปไว้ว่า การอภิปรายกลุ่ม หมายถึง การสนทนาของกลุ่มบุคคล เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน หรือเปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นหรือประสบการณ์อย่างทั่วถึง

จิวรรณ ปัญจมนัส (2554) กล่าวว่า การอภิปรายกลุ่มเป็นวิธีการรูปแบบหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้สอนนำมาใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

ทิศนา แชมณี (2545) กล่าวว่า วิธีการสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดโดยการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4 – 8 คน และให้ผู้เรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็น และประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปกลุ่ม

Nicio-Brown et al. (1989) กล่าวว่า การอภิปรายกลุ่มย่อย หมายถึง การที่บุคคลจำนวนสองคนขึ้นไปมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันทางคำพูด

วนิดา เสนาะสุทธิพันธุ์ และคณะ (2552) กล่าวว่า การอภิปรายกลุ่มย่อยจะมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง อาจเพิ่มความพึงพอใจของผู้เรียนหรือความคิดเห็นไปสู่การจัดการเรียนการสอน

จากความหมายของการอภิปราย อภิปรายกลุ่ม และอภิปรายกลุ่มย่อยที่กล่าวมาข้างต้นนี้สามารถสรุปได้ว่า การอภิปรายเป็นรูปแบบหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน โดนที่จัดผู้เรียนให้อยู่ในกลุ่มที่พอเหมาะ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ แก้ไขปัญหา และหาคำตอบร่วมกัน เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และผู้สอนเป็นคนอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาเรื่องจำนวนนักเรียนในกลุ่มการเรียนรู้แบบอภิปรายจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า มีการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 4 คนแต่มีขนาดของกลุ่มไม่เกิน 20 คน เพื่อการอภิปรายจะได้รับความคิดเห็นที่ทั่วถึง และรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยให้แต่ละกลุ่มมีจำนวน 4 – 6 คนตามแนวคิดของ ทิศนา แชมณี (2545) เนื่องจากเป็นการกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนในไทยและเป็นจำนวนที่ไม่มากและไม่น้อยจนเกินไป สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ แสดงแนววิธีการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้อย่างทั่วถึง มีการปฏิสัมพันธ์กันเพื่อให้กลุ่มบรรลุจุดประสงค์ จุดมุ่งหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอภิปรายกลุ่ม พบว่ามีแนวคิดทฤษฎีที่สามารถนำมาเป็นพื้นฐานของการเรียนแบบอภิปรายในครั้งนี้ คือ ทฤษฎีวิวัฒนาการเชิงสังคมของ Vygotsky ที่มุ่งเน้นในการให้ความสำคัญกับการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม หรือสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัว โดยมีการสื่อสาร เป็นเครื่องมือให้เกิดกระบวนการเรียนรู้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน หรือ นักเรียนมากกว่าครู หรือ ผู้สอน ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interact) กับ วัตถุ (Object) หรือเหตุการณ์ ด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในวัตถุ หรือเหตุการณ์นั้น ซึ่งก็คือ การสร้าง (Construct) การทำความเข้าใจ (Conceptualization) และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวของเขาเอง

รูปแบบของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Type of Constructivism)

คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ใช้อาจจะเป็นทฤษฎีที่เป็นหนึ่งเดียวจะแยกออกไม่ได้ Jean Piaget และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซียได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (อ้างถึงใน สุมาลี ชัยเจริญ, 2547) ซึ่งจะเป็นการพิจารณา (Debate) ใน 2 รากฐานที่สำคัญที่อีกกลุ่มเน้นกระบวนการโครงสร้างทางปัญญาของบุคคล (Individual Cognitive Structuring process) และอีกกลุ่มหนึ่งให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่เป็นผลทางสังคม (Social effect of learning) ทั้งสองรากฐานตามแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ ก็คือ Cognitive constructivism และ Social Constructivism (Fasnot, 1996) ดังนี้

1. Cognitive Constructivism

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีของ พีเจต์ (Piaget) นักจิตวิทยา ชาวสวิส ที่ให้ความสำคัญกับอายุและขั้นของพัฒนาการ (Age and Atage) พีเจต์พบว่าคำตอบของเด็กน่าสนใจมาก โดยเฉพาะคำตอบของเด็กที่เยาวว้วย เพราะมักจะให้คำตอบผิด แต่เมื่อพีเจต์ได้วิเคราะห์คำตอบที่ผิดเหล่านั้นก็พบว่า คำตอบของเด็กเล็กที่ต่างไปจากคำตอบเด็กโต เพราะมีความคิดที่ต่างกัน พีเจต์ เชื่อว่า คนเราเกิดมามีความพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและมีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ชนิดคือ Organization และ Adaptation (สุรางค์ ไคว์ตระกูล : 2545, 47 – 50)

การจัดและรวบรวม (Organization) หมายถึงกระบวนการจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบและมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตราบที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

การปรับตัว (Adaptation) หมายถึงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรืออยู่ในภาวะสมดุล กลไกการพัฒนาทางปัญญา (Mechanism of Cognitive development) กลไกการพัฒนาทางปัญญาของพีเจต์ เรียกว่า ภาวะความสมดุล (Equilibrium) เป็นสมดุล (Balance) ของโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) กับสิ่งแวดล้อม นั่นก็คือการที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอก (World) ที่มันไม่เหมือนกันกับสิ่งที่เขาเคยคิดไว้ก่อน ยกตัวอย่างเช่น ผู้ใหญ่อาจจะใช้คำว่า “แมว” เมื่อเอ่ยถึงสัตว์ แต่เด็กอาจจะคิดไปว่ามันคือ สุนัข พีเจต์บอกว่ามันไม่เหมือนกัน ระหว่างสิ่งที่เป็นจริงของโลกกับอีกสิ่งหนึ่งที่มีอยู่ในความคิดเดิม เขาเรียก ว่าการเสียสมดุล (Disequilibrium) และเขาบอกว่ามันเป็นเรื่องดีสำหรับเด็ก ๆ เพราะมันจะเป็นการกระตุ้นที่จะพัฒนาให้เด็กเป็นผู้ชำนาญการ (Expertise)

สภาวะการเข้าสู่สมดุล (Equilibration) มี 2 กระบวนการทั้งสองกระบวนการนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางปัญญา (Cognitive) ของเด็ก ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำความเข้าใจ (Understand) และจัดระเบียบความรู้ใหม่ จะเห็นได้ว่าทฤษฎีของพีเจต์ให้ความสำคัญกับเรื่องของความคิด (Thinking) และการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาการทางด้านปัญญาของมนุษย์ที่เป็นกระบวนการภายในและภายนอก หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความสามารถความเจริญเติบโต และการประยุกต์ความสามารถที่เด็กมีตามภาวะการเจริญเติบโต ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือภารกิจต่าง ๆ ที่เขาต้องเจอในโลก ซึ่งแนวคิดสำคัญนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษามาก

2. Social Constructivism

ทฤษฎีของ Vygotsky เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้ศึกษาทางด้านพัฒนาการทางปัญญา เช่นเดียวกับพีเจต์ แต่จะแตกต่างกันบ้างที่เขาให้ความสนใจกับการมีปฏิสัมพันธ์กับโลกภายนอก จะทำให้เกิดพัฒนาการทางปัญญาภายใน ขณะที่ทฤษฎีของพีเจต์ จะเป็นการศึกษาด้านภาวะเจริญเติบโตภายในมนุษย์ อายุ และขั้นพัฒนาการจะมีผลต่อการนำไปและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ภายนอก หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างว่าเป็นการเริ่มจากข้างใน ไปยังข้างนอก

ทฤษฎีของ Vygotsky ค่อนข้างมีข้อจำกัดมากกว่าของพีเจต์ แต่่วาวิธีการและแนวคิดสำคัญของเขาได้รับการยอมรับมากเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านปัญญา 3 เรื่อง คือ

1) กระบวนการภายในจิตใจ (Internalization)

กระบวนการภายในจิตใจ คือการซึมซับหรือการนำเอาความรู้ที่มีอยู่ในบริบทสังคมนั้น ๆ ด้วยการสังเกต ด้วยตนเอง Vygotsky เชื่อว่าความคิดและภาษามีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด การพัฒนาการทางภาษาของเด็ก ทักษะทางภาษาจะไปช่วยพัฒนาความคิดของพวกเขา ยกตัวอย่าง การมีทักษะทางภาษาที่เข้มแข็ง เด็ก ๆ ก็จะสามารถเข้าใจสิ่งที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันได้ดี และเรียนรู้จากการสนทนาได้มากกว่าการที่พวกเขาจะไม่เข้าใจถ้อยคำที่ผู้ใหญ่พูดคุยกันเลย

2) บริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา (The Zone of proximal development)

แนวคิดที่สองของ Vygotsky คือบริเวณความใกล้เคียงพัฒนาการทางปัญญา ซึ่งเป็นขอบเขตระหว่าง 2 สิ่ง คือ สิ่งหนึ่งเป็นขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ด้วยตนเอง โดยอิสระ กับอีกขอบเขตที่เด็กสามารถทำได้ เช่นกัน แต่ต้องได้รับคำแนะนำ จากผู้ชำนาญการ โดยธรรมชาติแล้วเด็ก ๆ เขาจะทำอะไรโดยสังเกต โดยจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่พวกเขามี นอกจากการมีปฏิสัมพันธ์ก็คือ “ประสบการณ์” Vygotsky ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับขอบเขตระหว่างการทำได้ด้วยตนเองกับการทำโดยอาศัยการชี้แนะ ความแตกต่างดังกล่าวทำให้เกิดประโยชน์ต่อนักการศึกษามาก งานวิจัยของ Vygotsky พบว่าเด็กบางคนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องให้ผู้ใหญ่ช่วย เด็กบางคนไม่สามารถจะเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง แต่ถ้าผู้ใหญ่ให้ความช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำได้แต่บางคนจะไม่สามารถเรียนรู้ได้ แม้ว่าจะได้รับความช่วยเหลือ ซึ่ง Vygotsky อธิบาย

ว่าเด็กแต่ละคนที่อยู่ในวัยเดียวกันจะมี ZPD ที่แตกต่างกัน บางคนอยู่เหนือ Zone of proximal growth บางคนอยู่ระหว่าง และบางคนอยู่ต่ำกว่า ตัวอย่างเช่นในการทดสอบเด็กอายุ 5 ขวบ 2 คน ด้วยการให้ตอบคำถาม ปรากฏว่าเด็กสองคนตอบปัญหาได้เท่ากัน ผู้ทดสอบมักจะสรุปว่าเด็กสองคนตอบปัญหาของเด็กอายุ 7 ขวบ โดยได้ให้ความช่วยเหลือ เช่น อธิบายหรือชี้แนะประจักษ์ว่าเด็กคนหนึ่งสามารถตอบได้แต่อีกคนตอบไม่ได้ ก็แสดงว่าเด็กที่ตอบไม่ได้อยู่ต่ำกว่า ZPD Vygotsky เรียกการช่วยเหลือเด็กในการเรียนรู้ว่า “Scaffolding”

3. Scaffolding

นักจิตวิทยาหลายคนได้ขยายแนวคิด Vygotsky หรือทำความเข้าใจจากเด็กเรียนรู้และคิดได้อย่างไร Scaffolding เป็นเทคนิคสำคัญที่จะไปกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการให้ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพัง โดยอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับ ZPD ของ Vygotsky ที่นิยามเกี่ยวกับ Scaffold หลายคนอาจจะนึกถึงโครงสร้างชั่วคราว ที่คอยสนับสนุนการทำงานของงานก่อสร้างโดยเฉพาะตึกสูง ๆ ให้สามารถทำงานได้โดยเฉพาะพื้นที่ ที่เข้าถึงได้ยาก แต่ใน Instructional Scaffolding แล้วก็จะกลายเป็นกลยุทธ์การสอน ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับความหมายที่กล่าวมาข้างต้น แต่เป็นพื้นที่ใช้เกี่ยวกับการสร้างความรู้

ยุทธศาสตร์นี้จะเป็นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนด้วยการร่วมมือกัน ในภารกิจที่มันซับซ้อนและยากที่จะทำสำเร็จเพียงคนเดียวโดยผู้สอนจะคอยสนับสนุนช่วยเหลือให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง โดยแนวคิด Vygotsky นี้จะสนับสนุน Instruction Scaffolding ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนที่มาจากการทำงานของเข่า ซึ่งเขาเชื่อว่า การเรียนรู้ของเด็กจะต้องได้รับการแนะนำจากผู้ใหญ่ และการหล่อหลอมทางสังคม (Hope Haartman, 2002)

สรุปทฤษฎี Constructivism ได้กล่าวถึงแนวคิดเรื่องความรู้จากกระบวนการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) ความรู้ประกอบด้วยข้อมูลที่เรามีอยู่เดิม และเมื่อเราเรียนรู้ต่อไปความรู้เดิมก็จะถูกปรับเปลี่ยนไป การปรับเปลี่ยนความรู้ต่าง ๆ ถือว่าเป็นการรับความรู้เข้ามาและเกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ใหม่ ๆ ที่ได้มา และสามารถที่จะสร้างความหมายใหม่ของความรู้ที่ได้รับมา บางครั้งเราคิดว่าถ้าเรามีหลักสูตรที่ดีพอและเต็มไปด้วยข้อมูลที่สามารถให้กับผู้เรียนได้มากที่สุดเท่าที่เราจะให้ได้แล้ว ผู้เรียนก็จะสามารถเรียนรู้ได้เองและเติบโตไปเป็นผู้มีการศึกษา แต่ทฤษฎี Constructivism กล่าวว่าหลักสูตรอย่างนั้นไม่ได้ผล นอกจากว่าผู้เรียนได้เรียน สามารถคิดเองและสร้างมโนภาพความคิดด้วยตนเอง ทั้งนี้ เพราะการให้แต่ข้อมูลกับผู้เรียน ไม่ได้ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ เพราะการเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสมองของคนเรามีกระบวนการสร้างความสัมพันธ์กับสิ่งกระตุ้น แล้วนำมาทำความเข้าใจว่าเป็นอย่างไร รวมทั้งจะต้องนำมาสร้างความรู้ ความรู้สึก และมโนภาพของเราเอง

ดังนั้นถ้าพูดถึงระบบการศึกษาแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ไม่ได้หมายความว่าไม่มีอุปกรณ์การสอนแล้วเราละทิ้งให้ผู้เรียนเรียนไปคนเดียว แต่การศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คือ ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุด หมายความว่าผู้เรียนจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์กันกับสิ่งกระตุ้น สิ่งกระตุ้นในที่นี้ หมายถึง ครู ผู้สอน หรือสิ่งแวดล้อมที่จะไปกระตุ้นผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากขึ้นที่จะช่วยชี้แนะแนวทางการคิดให้กับผู้เรียน นอกจากนี้การสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งกระตุ้นต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างเป็นความรู้ในสมอง

2) ตัวกระตุ้นที่มีความสำคัญมากต่อการเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructivism คือ ความรู้ที่เกิดจากความฉงนทางเขาวนปัญญา วิธีการที่เราสามารถทำให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้คือมีตัวกระตุ้นที่ทำให้ ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยอยากรู้ และผู้เรียนต้องมีเป้าหมายและจุดประสงค์ที่อยากจะเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ทั้งนี้เพราะเวลาคนเราเกิดความสงสัยเกี่ยวกับอะไร ก็มักจะทำให้ต้องเรียนรู้ เพื่อที่จะตอบคำถามนั้นให้ได้

ดังนั้นครูจึงต้องพยายามดึงจุดประสงค์ ความต้องการ และเป้าหมายของผู้เรียนออกมาให้ได้ อาจจะทำโดยกำหนดหัวข้อหรือพูดคร่าว ๆ ว่าเราจะศึกษาหรือเรียนรู้อะไรบ้าง เช่น ในเรื่องเกี่ยวกับการเดินทางเข้าเมือง ให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายว่าเขาต้องการที่จะเรียนรู้อะไรบ้าง คำถามอะไรบ้าง ซึ่งเป้าหมายจะเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนและทำให้ผู้เรียนพยายามที่จะไปสู่เป้าหมายนั้น และมีความเข้าใจถึงสิ่งที่เกิดขึ้น

3) อีกกลุ่มหนึ่ง คือ กลุ่มนักจิตวิทยา ได้ให้ความคิดเห็นว่าความรู้มาจากการมีปฏิสัมพันธ์กันทางสังคม จากการที่เราได้พบทวนและสะท้อนกลับไปของความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เราเข้าใจ กระบวนการเรียนรู้โดยธรรมชาติ เป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กันเป็นสังคม กล่าวคือความรู้เป็นเรื่องเกี่ยวกับสังคม ความรู้มากจากการที่คนอื่นได้แสดงออกของความคิดที่แตกต่างกันออกไปและกระตุ้นให้เราเกิดความสงสัย เกิดคำถามที่ทำให้เราอยากรู้เรื่องใหม่ ๆ

ดังนั้นการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ต้องมีคือสังคมต้องนำความรู้ดั้งเดิมออกมา เพื่อแสดงออกผ่านการสนทนาแสดงความคิดเห็น แม้ว่าการแสดงความคิดเห็นอาจจะไม่เหมือนกัน หรือขัดแย้งกัน แต่จะทำให้เกิดการพัฒนาและได้ความรู้ใหม่ จากการที่คนอื่นเสนอ ฉะนั้นต้องทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกมาว่ารู้อะไร และให้พูดคุยกันเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนรู้โดยที่ครูหรือผู้สอนช่วยเขา

จากการศึกษาทฤษฎีตามแนวคิดของ Vygotsky สรุปได้ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เกิดขึ้นได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นในสังคม วัฒนธรรม หรือสภาพแวดล้อม หากมีกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาทางความคิดของผู้เรียน และเกิดพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ขึ้นอีกด้วย และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำวิธีการสอนในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื่องจากการอภิปราย เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์ นั่นคือเป็นทั้งผู้ฟัง ผู้พูดและผู้นำเสนอ สอดคล้องกับการให้ความสำคัญทางการสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในเรื่องที่อภิปรายร่วมกันโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ อำนวยความสะดวก

2.3 รูปแบบและขั้นตอนการอภิปราย

กาญจนา เกียรติประวัติ (2523) ได้กล่าวว่า การอภิปรายในชั้นเรียนได้แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ นั่นคือ การอภิปรายกลุ่มใหญ่ จะมีผู้อภิปรายเป็นผู้เรียนในชั้นทุกคนและการอภิปรายกลุ่มย่อย จะแบ่งผู้เรียนในชั้นตามที่ผู้สอนกำหนด

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการอภิปราย ออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดขอบเขตปัญหา ประเด็นในการอภิปราย
 2. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ และรวบรวมข้อมูลจากผู้ร่วมอภิปรายด้วยกัน โดยที่ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมกับการอภิปราย
 3. การสรุปผล หาข้อยุติต่อประเด็นปัญหา
- ผู้เรียนพูดคุย

ทศนา แคมณี (2545, หน้า 347) ได้กล่าวว่าขั้นตอนที่สำคัญ (ที่ขาดไม่ได้) ของการสอน คือ

1. ผู้สอนจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละประมาณ 4 – 8 คน
2. ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดประเด็นในการอภิปราย
3. ผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันตามประเด็นอภิปราย
4. ผู้เรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม
5. ผู้สอนและผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยมาใช้ในการสรุปบทเรียน
6. ผู้สอนประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

โดยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในการสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อยให้มีประสิทธิภาพดังนี้

- 1) การจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย จำนวนสมาชิกในกลุ่มย่อยควรมีประมาณ 4 – 8 คน จำนวนที่เหมาะสมที่สุดคือระหว่าง 4 – 6 คน คือเป็นกลุ่มที่ไม่เล็กเกินไป และไม่ใหญ่เกินไป เพราะถ้ากลุ่มเล็กเกินไป กลุ่มจะไม่ได้ความคิดที่หลากหลายเพียงพอ ถ้ากลุ่มใหญ่เกินไปสมาชิกกลุ่มจะมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้น้อยหรือแสดงความคิดเห็นได้ไม่ทั่วถึง การแบ่งผู้เรียนเข้ากลุ่ม อาจทำได้โดยวิธีสุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ร่วมกลุ่มกับเพื่อนไม่ซ้ำกัน หรืออาจจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อน หรืออาจจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มจำแนกตามเพศ วัย (ถ้าผู้เรียนมีหลายวัย) ความสนใจ ความสามารถหรือเลือกอย่างเจาะจงตามปัญหาที่มีก็ได้ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของผู้สอนและสิ่งที่จะอภิปรายเทคนิคที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มมีหลากหลาย เช่น ใช้การนับหมายเลข ใครนับหมายเลขเดียวกันให้รวมกลุ่มกัน หรือใช้การจับสลาก ซึ่งอาจเป็นหมายเลข หรือเป็นภาพ เป็น

ข้อความ ผู้ที่จับฉลากได้เหมือนกัน ให้รวมกลุ่มกันหรือใช้เกมส์ต่าง ๆ เช่น เกมส์คำสั่งจับกลุ่ม โดยผู้เรียนร่วตามเสียงเพลงหรือดนตรี เมื่อดนตรีหรือเพลงหยุด ผู้สอนจะออกคำสั่งให้ผู้เรียนจับกลุ่มตามจำนวนที่ครูสั่ง เช่น จับ 4 จับ 6 หรือจับกลุ่มหญิง 3 ชาย 1 ให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานจนกระทั่งในที่สุดครูสั่งให้จับกลุ่มตามจำนวนที่ครูต้องการ เทคนิคการจัดกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการแบ่งกลุ่ม โดยเฉพาะเมื่อครูจำเป็นต้องแบ่งกลุ่มบ่อย ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและสนใจที่จะเรียนรู้ในกิจกรรมต่อไป เมื่อจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้ว ผู้สอนควรดูแลให้กลุ่มจัดที่นั่งภายในกลุ่มให้เรียบร้อย ให้อยู่ในลักษณะที่ทุกคนมองเห็นกัน และรับฟังกันได้ดี นอกจากนั้นในกรณีที่มีหลายกลุ่ม ผู้สอนควรจัดกลุ่มให้ห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เสียงอภิปรายจากกลุ่มรบกวนกันและกัน

2) ประเด็นการอภิปราย การอภิปรายจำเป็นต้องมีประเด็นในการอภิปรายมีวัตถุประสงค์ของการอภิปรายที่ชัดเจน ประเด็นการอภิปรายอาจจะมาจากผู้สอนหรือผู้เรียนก็ได้แล้วแต่กรณี การอภิปรายแต่ละครั้งไม่ควรีประเด็นมากจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนอภิปรายได้ไม่เต็มที่

3) การอภิปราย การจัดกลุ่มอภิปรายมีหลายแบบ ผู้สอนควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ในการอภิปรายที่ดีโดยทั่วไป ควรมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ที่จำเป็นในการอภิปราย เช่น ประธานหรือผู้นำการอภิปราย เลขานุการผู้จดบันทึกการประชุม และผู้รักษาเวลา เป็นต้น นอกจากนั้นสมาชิกกลุ่มทุกคนควรมีความเข้าใจตรงกันว่า ตนมีบทบาทหน้าที่ที่จะต้องช่วยให้กลุ่มทำงานให้สำเร็จ มิใช่ปล่อยให้เป็นการรับรับผิดชอบของสมาชิกเพียงบางคน หากสมาชิกกลุ่มมีความรู้ความเข้าใจว่าสมาชิกกลุ่มที่ดีควรทำอะไรบ้าง เช่น ให้ข้อมูล แสดงความคิดเห็น ชักถามโต้แย้ง สนับสนุนให้ความรู้ความเข้าใจหรือคำแนะนำแก่กลุ่มก่อนการอภิปราย และควรย้ำถึงความสำคัญของการให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายอย่างทั่วถึง ไม่ให้มีการผูกขาดการอภิปรายโดยผู้ใดผู้หนึ่ง เพราะวัตถุประสงค์หลักของการอภิปรายก็คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง และได้รับฟังความคิดเห็นที่หลากหลาย อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดที่ลึกซึ้ง และรอบคอบขึ้น การอภิปรายที่ดีควรดำเนินการไปที่ละประเด็น จะได้ไม่เกิดความสับสน และในกรณีที่มีหลายประเด็น ควรมีการกำจัดเวลาของการอภิปรายแต่ละประเด็น มิฉะนั้นการอภิปรายอาจยืดเยื้อ และประเด็นที่อยู่ท้าย ๆ จะไม่ได้รับการอภิปราย เพราะหมดเวลาเสียก่อน ประเด็นการอภิปรายกับเวลาที่ใช้ ควรมีความพอเหมาะกัน

4) การสรุปผลการอภิปราย ก่อนที่การอภิปรายจะยุติลง กลุ่มจำเป็นต้องมีการสรุปผลการอภิปราย เพื่อให้ได้คำตอบตามประเด็นที่กำหนด ผู้สอนควรบอกหรือให้สัญญาณแก่กลุ่มอภิปรายประมาณ 3 – 5 นาที ก่อนหมดเวลา เพื่อกลุ่มจะได้สรุปผลการอภิปรายเป็นข้อสรุปของกลุ่ม ซึ่งหลังจากนั้นผู้สอนอาจให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน หรือดำเนินการในรูปแบบอื่นต่อไป

5) การสรุปบทเรียน เมื่อการอภิปรายสิ้นสุด ผู้สอนจำเป็นต้องเชื่อมโยงสิ่งที่ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด กับบทเรียนที่กำลังเรียนรู้ โดยมีการนำข้อสรุปของกลุ่มมาใช้ในการสรุปบทเรียนด้วย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดกลุ่มอภิปรายต่าง ๆ การจัดกลุ่มอภิปรายมีมากมายหลายแบบ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างแบบที่นิยมใช้กันมากทั้งในการสอนและการประชุมต่าง ๆ มานำเสนอ เพื่อให้ผู้สอนจะได้เลือกใช้ให้เหมาะกับวัตถุประสงค์

1) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบกันเอง (Informal Group Discussion) กลุ่มแบบนี้ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน จำนวนประมาณ 6-10 คน มาพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นและประสบการณ์กัน เพื่อแสวงหาข้อยุติ หรือข้อตกลงร่วมกันในประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้น ในกลุ่มจะมีประธานนำการอภิปราย ช่วยดูแลและกระตุ้นให้สมาชิก ในกลุ่มแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี

2) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบฟิลลิป 66 (Phillip 66 or Buzz Group) กลุ่มแบบนี้ประกอบด้วยสมาชิก 6 คน ที่นั่งใกล้กัน หันหน้าเข้าหากัน เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง คนละ 1 นาที รวมเป็น 6 นาที จุดประสงค์ของการจัดกลุ่มแบบนี้ก็เพิ่มเปิดโอกาสให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสเสนอความคิดเห็นหรือปัญหาที่กลุ่มใหญ่กำลังพิจารณาอยู่

3) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบซินดิเคต (Syndicate Group) กลุ่มแบบนี้ประกอบด้วยสมาชิก ระหว่าง 6-10 คน ที่มีความรู้และประสบการณ์ต่างกัน จุดประสงค์ก็เพื่อให้กลุ่มย่อยนี้ได้ศึกษาหรือพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้รับมอบหมายจากที่ประชุมใหญ่ สมาชิกจะแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กันในเรื่องที่ได้รับมอบหมายโดยผลัดกันทำหน้าที่ประธานและเลขานุการกลุ่ม

4) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบระดมสมอง (Brainstorming Group) กลุ่มแบบนี้ประกอบด้วยสมาชิก ประมาณ 2-6 คน ที่มีความรู้และประสบการณ์พอสมควรในเรื่องที่จะอภิปราย จุดประสงค์ของกลุ่มนี้ก็เพื่อให้ได้ความคิดมากที่สุดในเวลาจำกัด และเพื่อแสวงหาความคิดสร้างสรรค์จากกลุ่ม กลุ่มจะมีประธานนำการอภิปรายและกระตุ้นให้สมาชิกทุกคนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี โดยไม่มีการตัดสินว่าถูก ผิด ดี ไม่ดี เพื่อให้ได้ความคิดจำนวนมาก เลขานุการกลุ่มจดบันทึกความคิดทั้งหมดไว้ ขึ้นต่อไปจึงนำความคิดที่ได้มาวิเคราะห์ และปรับปรุง เพื่อให้ได้ความคิดที่สร้างสรรค์ในเรื่องนั้น

5) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบโต๊ะกลม (Round Table Group) กลุ่มแบบนี้ มีลักษณะเหมือนการอภิปรายแบบซินดิเคต คือเป็นการอภิปรายในประเด็นที่ได้รับมอบหมายจากที่ประชุมใหญ่หรือที่สมาชิกเลือกตามความสนใจ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และประสบการณ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปร่วมกัน เพียงแต่การจัดกลุ่มจะอยู่ในลักษณะเป็นรูปวงกลมซึ่งสมาชิกจะสามารถมองเห็นกันและกันได้ อย่างทั่วถึง และในปัจจุบัน การจัดแบบลักษณะวงกลมอาจถูกแทนที่ด้วยการจัดในลักษณะอื่นเช่น รูปสี่เหลี่ยม หรือ สามเหลี่ยม ก็เรียกว่าเป็นการประชุมโต๊ะกลม หากมีวัตถุประสงค์ตรงตามรูปแบบการอภิปราย

6) การจัดกลุ่มอภิปรายเป็นคณะ (Panel Discussion Group) เป็นการให้ผู้เข้าร่วมอภิปรายได้เข้ารับฟังการอภิปรายของผู้มีความเชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถในการประเด็นนั้น รวมถึงความคิดเห็น จากผู้มีประสบการณ์ โดยจะมีผู้เข้าร่วมการประชุมหรืออภิปรายประมาณ 3-6 คน และมีผู้นำหรือผู้ดำเนินการอภิปราย เป็นผู้เชื่อมโยงความคิดเห็น คอยซักถาม และควบคุมเวลา รวมไปถึงการสรุปผลการอภิปรายด้วย

7) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบสัมมนา (Seminar Group) เป็นการจัดกลุ่มที่ค่อนข้างมีขนาดใหญ่ เนื่องด้วยจำนวนสมาชิกที่เข้าร่วมการอภิปรายถึง 20 คนขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์การจัดกลุ่มแบบนี้คือศึกษาหาความรู้ และค้นคว้าหัวข้อการอภิปราย โดยมีผู้ดำเนินการอภิปรายเป็นผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่อการอภิปราย และการสัมมนานั้นหัวข้อหรือประเด็นจะเป็นหัวข้อที่ค่อนข้างกว้างไม่มีสรุปความรู้ เป็นเพียงการประมวลความคิดเห็น และสรุปข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา หรือหัวข้อต่าง ๆ ที่ถูกยกขึ้นมาเป็นหัวข้อการสัมมนา

8) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบใกล้ชิด (Knee Group) เป็นการจับกลุ่มสัมมนาเชิงจับเข่าคุยกัน หรือสภากาแฟ เป็นการอภิปรายที่ผู้อภิปรายได้พูดคุยกันอย่างใกล้ชิด และสนิทสนมโดยมีผู้เข้าร่วมการอภิปรายประมาณ 3 – 5 คน

9) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบฮัตเดิล (Huddle Group) กลุ่มแบบนี้ เป็นการย่อยจากกลุ่มใหญ่ ให้มาเป็นกลุ่มเล็กด้วยวิธีการสุ่มแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เพื่อให้มีสมาชิกกลุ่มคละกัน จุดประสงค์และการดำเนินการมีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มอภิปรายแบบกันเอง

10) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบเวียนรอบวง (Circular Response Group) เป็นการจัดกลุ่มโดยที่ให้มีสมาชิกในการอภิปรายไม่เกิน 10 คน เพื่อให้สมาชิกกลุ่มทุกคนได้รับโอกาสได้แสดงความคิดเห็น โดยที่แต่ละคนจะมีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็นของตนเองประมาณ 1 – 2 นาที โดยเวียนจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้ายก็ได้ จนครบทุกคน ถ้าผู้เข้าร่วมอภิปรายต้องการกล่าวเสริม หรือ มีข้อโต้แย้งจะต้องรอจนถึงรอบคนตนเอง โดยถ้าเวลาในการดำเนินการอภิปรายมากหรือต้องการความคิดเห็นอื่น ๆ เพิ่มสามารถดำเนินการเพิ่มรอบ

11) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบกลุ่มซ้อน (Fish Bowl Group) กลุ่มแบบนี้มีลักษณะเป็นกลุ่มซ้อนกันเป็น 2 วง กลุ่มวงในและกลุ่มวงนอก มีสมาชิกจำนวนเท่า ๆ กัน ประมาณ 4-8 คน ในขณะที่สมาชิกกลุ่มวงในประชุมอภิปรายกันในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สมาชิกกลุ่มวงนอกจะทำหน้าที่สังเกตการณ์ จุดประสงค์เพื่อให้ผู้สังเกตการณ์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องที่อภิปรายแต่ไม่มีความจำเป็นต้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย ได้เรียนรู้ความคิดเห็นของผู้อภิปรายวงในอย่างใกล้ชิด ในบางกรณีอาจมีการสลับเปลี่ยนบทบาทให้ผู้ที่อยู่วงนอกเข้าไปอยู่ในวงในแล้วทำหน้าที่อภิปราย และสมาชิกในวงในออกมาอยู่ในวงนอกเป็นผู้สังเกตการณ์สลับเปลี่ยนกัน

12) การจัดกลุ่มอภิปรายแบบปฏิจาภิวัตน์ (Questioning-Answering) กลุ่มแบบนี้ประกอบด้วยสมาชิก ประมาณ 6-8 คน เป็นผู้ดำเนินการอภิปราย 1 คน มีผู้เชี่ยวชาญหรือวิทยากรที่รับเชิญมาครั้งหนึ่ง อีกครั้งหนึ่งเป็นตัวแทนจากกลุ่มผู้ฟัง ผู้ดำเนินการอภิปรายให้ผู้แทนผู้ฟังเสนอข้อคำถามในวิทยากรตอบ และเป็นตัวกลางช่วยเชื่อมโยงและสรุปความคิดเห็น จุดประสงค์ของกลุ่มแบบนี้ก็คือการช่วยให้สมาชิกกลุ่มเกิดความเข้าใจในปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษาในแง่มุมต่าง ๆ ตามความต้องการหรือความสนใจของผู้ฟัง

สิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2532) ได้เสนอรูปแบบการอภิปรายไว้ดังนี้ การอภิปรายกลุ่มย่อย เป็นการจัดผู้เรียนให้อยู่ในกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 5 – 6 คน แล้วให้ทุกกลุ่มดำเนินการอภิปรายตามหัวข้อที่ผู้สอนหรือผู้เรียนตั้งขึ้น โดยมีรูปแบบดังนี้

1. การอภิปรายแบบระดมความคิด เป็นการอภิปรายโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นความสามารถอย่างเต็มที่ ผู้สอนจะกำหนดประเด็นในการอภิปรายให้กับผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนแก้ไขปัญหา โดยจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความคิดเป็นของตนเอง

2. การอภิปรายหมู่ จะเป็นการอภิปรายที่ให้สมาชิกแสดงความคิดเห็น อภิปรายได้อย่างเต็มที่ทีละคนโดยที่เมื่อแต่ละคน อภิปรายจบจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามโต้แย้ง และเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยใช้มีประธาน เป็นผู้ดำเนินการรายการ 1 คน

3. การอภิปรายแบบซิมโพเซียม เป็นการอภิปรายโดยที่ ผู้เข้าร่วมจะเตรียมเนื้อหา ก่อนเข้าการอภิปราย เพื่อมานำเสนอต่อที่ประชุม โดยที่ผู้อภิปรายจะนำเสนอเฉพาะเรื่องที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น

4. การอภิปรายแบบซุบซีบปริกษา ผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้อภิปรายกับเพื่อนที่อยู่ใกล้ ๆ เช่น ผู้เรียนโต๊ะด้านหน้ากับโต๊ะด้านหลัง โดยที่การแสดงความคิดเห็นจะได้ยินกันภายในกลุ่มเท่านั้น เมื่อปรึกษาเสร็จแต่ละกลุ่มจะออกมานำเสนอ

5. การอภิปรายโต้ว่าที่ เป็นการอภิปรายโดยที่จะแบ่งมีสองฝั่ง ผลัดกันแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเอง มีทั้งฝ่ายค้านและฝ่ายเสนอ ผู้จะได้รับความรู้และประสบการณ์จากทั้งสองฝั่งและเกิดความสนุกสนาน ผู้อภิปรายจะได้ฝึกฝนการแสดงความคิดเห็น และไหวพริบในการโต้แย้ง หรือนำเสนอเพื่อให้ได้เปรียบ

(ใจเที่ยง, 2546) กล่าวว่า ขั้นตอนการอภิปรายมี 3 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียมการอภิปราย ผู้สอนต้องเตรียมในสิ่งต่อไปนี้

1.1 หัวข้อและรูปแบบการอภิปรายเตรียมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของบทเรียน เวลาเรียน จำนวนผู้เรียน สถานที่ เช่น ถ้าเวลจำกัด ควรใช้แบบซุบซีบปริกษา ถ้าต้องการรวบรวมความคิดเห็น อาจใช้แบบระดมสมอง ถ้ามีเวลาให้นักเรียนได้เตรียมเนื้อหาสาระความรู้มาล่วงหน้า ควรใช้แบบซิมโพเซียม

1.2 นักเรียน ผู้สอนควรให้นักเรียนเตรียมตัวการอภิปรายมาล่วงหน้าจะทำให้นักเรียนได้ประโยชน์จากการเรียนแบบอภิปรายอย่างแท้จริง

1.3 ห้องเรียน ผู้สอนควรจัดโต๊ะ เก้าอี้ ให้เหมาะสมกับรูปแบบการอภิปราย เช่น จัดแบบวงกลมเหมาะสำหรับการอภิปราย แบบระดมสมองจัดแบบตัวยูหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมาะสำหรับกลุ่มใหญ่ จัดแบบตัวทีหรือแบบเรียงแถวหน้ากระดานเหมาะสำหรับ แบบหมู่พานελ สื่อการเรียน อาจต้องใช้เอกสารประกอบการอภิปรายของแต่ละกลุ่มไว้ให้พร้อม

2. ขั้นตอนการอภิปราย ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการควบคุมและอภิปรายให้ดำเนินไปได้ด้วยดีต้องดำเนินการต่อไปนี้

2.1 บอกหัวข้อหรือปัญหาที่จะอภิปรายให้ชัดเจน

2.2 ระบุจุดประสงค์การอภิปรายให้ชัดเจน

2.3 บอกเงื่อนไขการอภิปรายให้ชัดเจน

2.4 ให้เดินการอภิปรายโดยผู้สอนช่วยเหลือให้การอภิปรายดำเนินไปได้ด้วยดี ผู้สอนไม่ควรเข้าไปกำกับหรือเข้าไปแทรกแซงนักเรียนตลอดควรคอยอยู่ห่าง ๆ

3. ขั้นสรุป ประกอบด้วย

3.1 สรุปผลการอภิปราย เป็นช่วงที่ผู้แทนกลุ่มสรุปอภิปราย นำเสนอผลการอภิปรายต่อที่ประชุม ผู้สอนอาจถามคำถามผู้อภิปรายได้ในสาระสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนได้รับขณะเดียวกัน ช่วยกลุ่มอภิปรายให้เกิดความกระจ่างในเนื้อหาบางตอนได้

3.2 สรุปเรียน ผู้สอนเป็นผู้สรุปเนื้อหาสาระสำคัญที่ได้จากการอภิปราย ควรได้เสริมข้อคิดแทรกความรู้ ตลอดจนนำแนวทางความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การสรุปนั้นควรสรุปเป็นหัวข้อกระดานดำ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจและบันทึกได้ง่าย

3.3 ประเมินผลการเรียน ผู้สอนควรมีการประเมินผลการเรียนการอภิปรายภายหลังที่สิ้นสุดบทเรียนเพื่อดูว่าการอภิปรายในคาบนั้นมีคุณค่า หรือมีข้อบกพร่องอย่างไร โดยประเมินให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาหัวข้อการอภิปรายจุดประสงค์

Bill and Mari (1970) ได้กล่าวว่ารูปแบบการจัดกลุ่มการอภิปรายมีอย่างหลากหลาย ซึ่งควรจัดตามจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของหัวข้อนั้น ๆ

การระดมสมอง เน้นการแก้ปัญหา และเป็นการอภิปรายหัวข้อที่เป็นแบบปลายเปิดซึ่งจะได้รับความคิดเห็นที่หลากหลาย หลังจากนั้นจะค่อย ๆ ตัดคำตอบที่เหมาะสมให้เหลือเพียง 1 – 2 คำตอบ

1. การมอบหมายให้ทำงานร่วมกัน เป็นการทำงานที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอนโดยที่ผู้เรียนจะช่วยกันทำงานให้สำเร็จ

2. กลุ่มแบบไม่ตรงไปตรงมา การอภิปรายรูปแบบนี้เน้นที่การสำคัญไปที่ผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหัวข้อการอภิปราย ผู้เรียนจะได้รับอิสระ

3. กลุ่มแบบสืบเสาะ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลือกับนักเรียน คอยกระตุ้นและให้ผลย้อนกลับ

4. กลุ่มแบบเน้นสอน ผู้สอนสอนทีละกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใกล้ชิดกับผู้สอน

จากการศึกษาเรื่องรูปแบบการจัดกลุ่มอภิปรายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดกลุ่มขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของผู้เรียน โดยแต่ละรูปแบบจะมีการเน้นความสำคัญไปที่ผู้เรียนหรือเน้นความสำคัญไปที่ผู้สอน โดยที่ส่วนใหญ่การแบ่งกลุ่มการสอนจะเน้นความสำคัญไปที่ผู้เรียนให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ได้มีปฏิสัมพันธ์กัน และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดกลุ่มแบบโต้เถียง เป็นหลักเนื่องจาก จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นั้นมุ่งเน้นไปที่การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียน ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสได้พูด ฟัง และนำเสนอและเห็นหน้าผู้อภิปรายด้วยกัน เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และขั้นตอนการสอนแบบอภิปราย ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนในการดำเนินการสอนออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นก่อนดำเนินการ ขั้นเตรียมการอภิปราย ผู้เรียนศึกษาความรู้ผ่าน Interactive learning tool โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวก จากนั้นผู้สอนกำหนดประเด็นปัญหา สร้างสถานการณ์โดยผู้เรียนจะได้มีการเตรียมตัวล่วงหน้าก่อนเข้าชั้นเรียน โดยจะมีการเก็บร่องรอยการเข้าถึง Interactive learning tool

2. ขั้นดำเนินการ ขั้นดำเนินการอภิปราย ผู้เรียนจะได้มีการอภิปรายร่วมกันตามกลุ่มที่จัดไว้ผ่านการพูดเพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน หรือผ่าน Interactive learning tool ในกิจกรรมบางคาบเพื่อให้นักเรียนได้สะดวกต่อการสรุป หรือนำเสนอในตอนท้ายของการอภิปราย โดยจะมีการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผ่านการสื่อสารทั้งจากภายในกลุ่มและ Interactive learning tool

3. ขั้นหลังดำเนินการ หรือ ขั้นสรุป ผู้เรียนนำเสนอผลสรุปกันภายในกลุ่มและจดบันทึกเป็นข้อสรุปความรู้ของหัวข้อนั้นภายในกลุ่ม จดบันทึกการสรุปของเพื่อนต่างกลุ่ม รวมไปถึงการสรุปในตอนท้ายของครูผู้สอน

2.4 ประโยชน์ของการอภิปราย

จากที่ผู้วิจัยได้ที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ความหมาย รูปแบบ และขั้นตอนการอภิปรายเพื่อกำหนดขอบเขตสำหรับ การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และหัวข้อต่อไปนี้จะเป็นการนำเสนอประโยชน์ที่ได้รับจากการอภิปราย

Bill and Marl ได้สรุปประโยชน์ของการอภิปรายว่า ผู้เรียนจะมีโอกาสได้แสดงความเป็นผู้นำของกลุ่ม และพัฒนาความสามารถทางการดูและการฟัง ซึ่งจะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนเพิ่มพูนประสบการณ์

วนิดา เสนะสุทธิพันธ์ และคณะ (2552) สรุปว่า การอภิปรายกลุ่มย่อยเพิ่มความรับผิดชอบของผู้เรียนและเพิ่มความสามารถในการหาคำตอบด้วยตนเอง

ทศนา แซมณี (2545) ได้เสนอว่า การอภิปรายกลุ่มย่อยช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเรียน มีโอกาสแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และความรู้อย่างทั่วถึง เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขึ้น จากข้างต้นที่ได้กล่าวมา ประโยชน์ของการอภิปรายในงานวิจัยที่ผ่านมา สรุปได้ว่า เป็นวิธีการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ทั้งการฟัง การพูด การเขียน รวมถึงการนำเสนอ ช่วยเพิ่มความรู้นอกจากมุมมองความคิดที่ต่างจากเดิม รวมถึงสะท้อนความคิดจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นและพัฒนาด้านการอยู่ด้วยกันในสังคม

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการอภิปราย

Rahman Fazzalur and other (2011) ได้ศึกษาผลของการอภิปรายที่ส่งผลต่อวิธีการปฏิบัติงานของนักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการสอนแบบอภิปรายกับการสอนแบบบรรยาย พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มการทดลองที่มีการสอนแบบอภิปรายสูงกว่าการสอนแบบบรรยาย

พิชญ์ ขำมา (2542) ได้ศึกษาผลของการส่งเสริมจริยธรรมทางสังคมตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ของเด็กวัยอนุบาล โดยการใช้การอภิปรายเพื่อแก้สถานการณ์ที่มีข้อขัดแย้งทางจริยธรรมเพื่อศึกษาผลของการส่งเสริมจริยธรรมทางสังคมของเด็กวัยอนุบาล ด้านกลวิธีการเจรจาเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันและด้านการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกัน ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยการใช้การอภิปรายเพื่อแก้สถานการณ์ที่มีข้อขัดแย้งทางจริยธรรมในนิทานที่มีทางสองแพร่ง พบว่า กลุ่มการทดลองมีคะแนนจริยธรรมทางสังคมด้านกลวิธีการเจรจาเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันระดับ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วนิดา เสนะสุทธิพันธ์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่องผลของการสอนด้วยการอภิปรายกลุ่มย่อยต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การเรียนรู้ด้วยตนเอง และความพึงพอใจต่อการเรียนในนักศึกษาพยาบาลไทย เพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการเรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่า ค่าเฉลี่ยหลังการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

จารุวรรณ ปัญมนัส (2554) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการอภิปรายกลุ่มย่อยที่มีผลต่อการหยั่งรู้ความรู้สึกนึกคิดของผู้อื่นสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการวิจัยในครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการหยั่งรู้ความรู้สึกนึกคิดของผู้อื่นของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการอภิปรายกลุ่มย่อยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน

(พรพิพัฒน์, 2561) ได้ศึกษาผลของการอภิปรายแบบสืบสอบร่วมกันที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนและหลังการใช้วิธีการอภิปรายแบบสืบสอบร่วมกันในเครือข่ายสังคมออนไลน์ พบว่า กลุ่มทดลองมีการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนได้รับการใช้การใช้วิธีการอภิปรายแบบสืบสอบร่วมกันในเครือข่ายสังคมออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริระ สัตยไพศาล (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคการอภิปรายกลุ่มย่อยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อศึกษาความเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปัญหาทางอุตสาหกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมหลังการเข้าร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบอภิปราย

องค์ประกอบ	ทิศนา แคมณี (2545)	กาญจนา เกียรติประวัติ (2524)	ศิริวรรณ ศรีพหล และพันทิพา อุทัยสุข (2532)	อาภรณ์ ใจเที่ยง (2546)	ศิริวรรณ ปัญจมนัส (2554)	ผู้วิจัย
การแบ่งกลุ่มผู้เรียน	✓		✓		✓	✓
กำหนดประเด็นอภิปราย	✓	✓	✓	✓	✓	✓
พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายเป็นข้อสรุปกลุ่ม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
นำข้อสรุปกลุ่มย่อยใช้ในการสรุปบทเรียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน	✓	✓		✓		✓

จากที่นักวิชาการต่าง ๆ ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการเรียนแบบอภิปราย สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนแบบอภิปราย มีดังนี้

1. การแบ่งกลุ่ม
2. กำหนดประเด็นอภิปราย
3. พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
4. สรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายเป็นข้อสรุปกลุ่ม
5. นำข้อสรุปกลุ่มย่อยใช้ในการสรุปบทเรียน
6. ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ตอนที่ 3 เทคนิค Think - Talk - Write

เทคนิค Think - Talk - Write เป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งในด้านของการพูดและการเขียน โดยความเข้าใจในการเรียนถือว่าเป็นพื้นฐานของเทคนิคนี้ โดยมี Huinker and Laughlin เป็นผู้พัฒนา

3.1 ความหมายของเทคนิค Think - Talk - Write

Huinker and Laughlin (1996, p.88) ได้ให้ความหมายของ เทคนิค Think - Talk - Write ว่า เทคนิคที่ให้ผู้เรียนได้คิด พูด ก่อนที่จะเขียนออกมา ซึ่งนักเรียนจะได้สื่อสารกับความคิดของตนเอง

Huinker and Laughlin (1996, p.81) ได้ให้ความหมายของ เทคนิค Think - Talk - Write ว่าเป็นเทคนิคที่นำมาประกอบการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิด การพูดและการเขียน โดยการหาคำตอบจากการอภิปราย ซึ่งผู้เรียนได้คิดหาคำตอบ พูดแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเขียนออกมาเป็นข้อสรุปของตนเอง

Maulida (2013) ได้ให้ความหมายของเทคนิค Think - Talk - Write ว่าเป็นเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางด้านความคิด การพูด และการเขียน และเป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาโดย Huinker

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสรุปได้ว่าเทคนิค Think - Talk - Write ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเทคนิคที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝน เพื่อส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน นั่นคือ การคิด การพูด และการเขียน โดยมีพื้นฐานมาจากความเข้าใจทางการเรียน

3.2 องค์ประกอบและขั้นตอนของเทคนิค Think - Talk - Write

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write นั้นจะต้องรู้ถึงองค์ประกอบของเทคนิค Think - Talk - Write ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงดังนี้

Huinker and Laughlin กล่าวว่า เทคนิค Think - Talk - Write จะช่วยเสริมสร้างปัญญา การสะท้อนกลับทางความคิด และการจัดระเบียบความรู้ แล้วประมวลผลความคิดต่างๆ ก่อนที่นักเรียนจะเขียนออกมาเป็นข้อสรุป เทคนิค Think - Talk - Write เกิดจากการที่นักเรียนคิด เรียบเรียงความรู้ หลังจากการอ่าน หรือรับฟังความรู้มา จากนั้นจึงพูดเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองให้กับเพื่อน ๆ ในกลุ่ม ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write นั้นควรแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อจะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ถูกกระตุ้นให้ฟัง อธิบาย แบ่งปันความคิด แล้วจดบันทึกข้อสรุป โดยองค์ประกอบของเทคนิค Think - Talk - Write มีดังนี้

1. การคิด นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยเทคนิค Think - Talk - Write นั้น จะได้คิดถึงคำตอบ หรือแนวทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จากนั้นบันทึกสิ่งที่เขียนออกมาเป็นข้อสรุปในภาษาของตนเอง การจดบันทึกจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด และการเขียน โดยที่กิจกรรมในขั้นตอนนี้จะช่วยให้นักเรียนคิดถึงประเด็นปัญหา วางแผนการหาคำตอบ และสิ่งที่จะทำในขั้นต่อไป

2. การพูด เป็นการสื่อสารโดยใช้คำ และภาษาที่เป็นกันเองและเข้าใจซึ่งกันและกันกับเพื่อนในกลุ่ม ขั้นตอนนี้จะเป็นทักษะทางการพูดที่ถูกนำเสนอให้เห็นถึงความคิดเห็น หรือการคิดของนักเรียน การอภิปรายกลุ่มเล็ก ๆ จะช่วยพัฒนาความเข้าใจ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วย

3. การเขียน เป็นการบันทึกผลการอภิปราย หรือเขียนลงใบกิจกรรม เพื่อเป็นตัวช่วยให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุป

Silver and Smith (1996: 21 อ้างถึงใน Dila, 2012) กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของผู้สอนในการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ให้มีประสิทธิภาพ คือ การกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด จากการถาม ซึ่งจะนำไปสู่การพูด และการเขียน ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมในชั้นเรียนซึ่ง ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ได้แก่

1. ขั้นแรกนักเรียนได้ฟังการบรรยาย อ่านข้อความหรือ ฟังประเด็นปัญหา และทำการจดบันทึกซึ่งเป็นความคิดเห็นของตน

2. ขั้นที่สองนักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันในกลุ่มที่ได้จัดไว้ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ใช้ภาษา และคำพูดที่เป็นของตนเอง ถ่ายทอดความคิดประเด็นปัญหา หรือหัวข้อ ความเข้าใจจะเกิดขึ้นผ่านการอภิปราย

3. ขั้นที่สามตัวแทนแต่ละกลุ่มจะออกมาสรุปข้อสรุปที่ได้จากกลุ่มแล้วให้ กลุ่มอื่น ๆ แสดงความคิดเห็น

(Dila, 2012) ได้กล่าวว่า เทคนิค Think - Talk - Write ใช้ในการพัฒนาด้านการเขียน และจะได้ฝึกทักษะด้านการพูดก่อนลงมือเขียน ทำให้ผู้เรียนได้คิด และจัดการความรู้ ความคิดของตนเอง ก่อนการเขียน เทคนิคนี้ช่วยให้ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ช่วยกันพัฒนาโครงสร้างทางความคิดผ่านการสนทนา แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

การคิด ในส่วนนี้นักเรียนจะได้ฝึกคิด โดยกันอ่านหรือฟังประเด็นคำถาม ผู้เรียนจะได้คิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ และจดบันทึกเป็นความรู้ของตนเอง รวมถึงสิ่งที่ยังไม่เข้าใจด้วย

การพูด เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ให้นักเรียนมีโอกาสได้หาคำตอบ หาความจริง นักเรียนจะได้แสดงความคิด สะท้อนความคิด แบ่งปันความคิด และเปลี่ยนกันด้วยการสื่อสารที่ดี และจะทำให้นักเรียนเห็นขั้นตอนในมุมมองที่หลากหลาย ทั้งในการแลกเปลี่ยนความคิดกับคนอื่น และการแสดงความคิดของตนเอง

การเขียนความคิดที่ตนได้มานั้น การเขียนจะประกอบไปด้วยมโนทัศน์ที่ใช้ การเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้รับมา และยุทธวิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้

จากที่กล่าวมาในข้างต้น พบว่า เทคนิค Think - Talk - Write มีองค์ประกอบที่สำคัญทั้งหมด 3 ส่วน โดยประกอบไปด้วย การคิด การพูด การเขียน แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นการคิดเกี่ยวกับคำตอบของปัญหาที่มีความเป็นไปได้หลากหลาย และเขียนบันทึกความรู้

2. การพูด (Talk) เป็นการสื่อสาร โดยใช้การพูดสนทนากับผู้เรียนในชั้นเรียน หรือในกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อถ่ายทอดสิ่งที่คิดให้กับผู้เรียนคนอื่น ๆ และอภิปรายความคิดเห็นเหล่านั้น แล้วหาข้อสรุปของความคิดเห็นได้มาจากของผู้เรียนเอง และกับเพื่อนผู้เรียน

3. การเขียน (Write) เป็นการเขียนสรุป ผลที่ได้จากการร่วมกันอภิปรายกับผู้เรียนคนอื่น ๆ รวมไปถึงวิธีการแก้ปัญหา ผลที่ได้ แนวทาง และคำตอบ

3.3 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ผู้วิชาได้ศึกษาบทบาทของครูที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติ โดยมีผู้กล่าวถึงบทบาทของครูและยกตัวอย่างกิจกรรมโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ไว้ว่า

Silver and Smith (1996, p21 อ้างใน Dila, 2012) กล่าวว่า บทบาทหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะทำให้กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think - Talk - Write มีประสิทธิภาพมากขึ้น คือการถามและการจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีการคิด เกิดความกระตือรือร้น ส่งเสริมนักเรียนทั้งในด้าน การคิด การพูด และการเขียน โดยการตั้งหัวข้อเป็นคำถามปลายเปิด จะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบได้เป็นอย่างดี ครูจะต้องตั้งใจฟังความคิด การพูด และการเขียนของนักเรียนจากการสนทนา เพื่อดูแลและประเมิน

Huinker and Laughlin (1996, pp81-88) ได้ยกตัวอย่างการสอนของครูในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ซึ่งบทบาทของครูคือผู้กำหนดปัญหา จัดสถานการณ์ ให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง และจัดให้นักเรียนมีโอกาสได้อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และครูผู้สอนควรแนะแนวทางให้นักเรียนจับบันทึกความรู้ทั้งของตนเองและของเพื่อนคนอื่น ๆ ลงในข้อสรุป

Maulida (2013, 53) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ว่า ครูควรเป็นผู้จัดสถานการณ์ ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์หาความรู้ โดยที่ครูจะเป็นผู้ชี้แนะเท่านั้น และให้นักเรียนมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้กันในกลุ่ม หรือในชั้นเรียน จากที่กล่าวมาในขั้นต้น สามารถสรุปบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ได้ว่า ครูเป็นผู้ตั้งประเด็น ปัญหา จัดสถานการณ์ในการคิดของนักเรียน และคอยชี้แนะแนวทาง พร้อมทั้งให้โอกาสกับนักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองผ่านการอภิปราย แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัชรภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุภารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนเรียนโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

(Winayawati, 2012) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ที่มีต่อความสามารถในการเขียนและความเข้าใจในการอินทริกัลในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ทักษะทางด้าน การเขียนทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่คะแนนความสามารถสูงกว่ากลุ่มที่ไม่คะแนนความสามารถ และ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับเทคนิค Think - Talk - Write ดีกว่ากลุ่มที่เรียนปกติ

(Elida, 2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write ดีกว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ใช้การวิเคราะห์อย่างมีนัยสำคัญที่ .05

สรุป จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในข้างต้น พบว่าการใช้เทคนิค Think - Talk - Write มีผลต่อการพัฒนาความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค Think - Talk - Write มาช่วยสนับสนุนในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

NCTM (1989: 214) ได้กล่าวว่า การสื่อสารเป็นความสามารถของนักเรียน ในการใช้ สัญลักษณ์ คำศัพท์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงถึงแนวคิด ทฤษฎี เป็นการผสมผสานระหว่างความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายในสิ่งที่ตนได้เข้าใจ โดยผู้เรียนจะเข้าใจถึงความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้ง เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอวิธีการของตนเอง ได้พิสูจน์อย่างมีเหตุผล หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งประเด็นคำถาม โจทย์ปัญหา ด้วยวิธีการสื่อสารที่หลากหลาย ทั้งการ การเขียน การพูด และการฟัง

NCTM (2000) ได้แยกการใช้สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อแนวคิดออกเป็นการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นการสื่อสารจึงเป็นการแลกเปลี่ยน และทำความเข้าใจให้ชัดเจน

Barrody (1993) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นภาษาหนึ่งที่เป็นเครื่องมือในการคิดและค้นหารูปแบบ การแก้ปัญหา และสื่อสารแนวคิดต่าง ๆ ให้มีความชัดเจน ถูกต้อง และรัดกุม

Thomas (1991: 75) กล่าวว่า คณิตศาสตร์คือการสื่อสาร ผู้เรียนจำเป็นต้องพัฒนาทักษะให้รอบด้าน ทั้งการเขียน การพูด และการฟังในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ การใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วัตถุ แผนภูมิ กราฟ การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการ นำเสนอ อภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟัง

Kenedy and Tipps (1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์

Rey and other (2001) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้รวบรวมแนวคิด โดยใช้วิธีการพูดและการเขียนเพื่อแสดงแนวคิดของตนเอง โดยเฉพาะการสื่อสารสองทาง ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความรู้ รวบรวม และขยายแนวคิดแลกเปลี่ยนกับผู้อื่น โดยใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เช่น การแสดงท่าทาง กราฟ แผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้การพูดและการเขียน

Prestege (2002: 26) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร คือนักเรียนสามารถอภิปราย อธิบายข้อมูล บันทึก และนำเสนอข้อค้นพบได้หลายหลายเป้าหมายและหลายหลายวิธีการ การสื่อสารเกิดจากหลายวัตถุประสงค์ ทั้งการแสดงความคิดเห็นของตนเองและการพูด ฟังจากผู้อื่น

อริสรา ชมชื่น (2550) ได้ให้ความหมายว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ภาษา คำศัพท์ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอ เพื่อ

อธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ หรือแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นกับผู้เรียนหรือบุคคลอื่น ได้อย่างเข้าใจ

ทินรัตน์ กาญจนกฤษ (2550) ได้ให้ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการถ่ายทอดความรู้ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดงความคิดเห็นและการจัดกิจกรรม หรือร่วมกันอภิปรายอย่างมีวัตถุประสงค์

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้การพูดและการเขียน ใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบาย นำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง

(ม้าคนอง, 2553) ได้กล่าวว่า ความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจ ความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นได้เข้าใจอย่างถูกต้อง ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย อธิบายเป็นลำดับขั้นตอน มีเหตุผลมาสนับสนุน

(สุนทร สมบัติธีระ & สิทธิพล อาจอินทร์, 2555) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะของนักเรียนที่เกี่ยวกับการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้ (1) การสื่อสารหมายถึง การใช้คณิตศาสตร์เพื่อถ่ายทอดข้อมูล หรือข้อความจริงให้เป็นที่เข้าใจ (2) การสื่อความหมาย หมายถึงการสื่อสารแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมโดยใช้การพูดเพื่ออธิบาย อภิปราย ตั้งคำถาม การเขียน ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ ตาราง กราฟ การใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับทราบ และเข้าใจความหมายตรงกัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวแปร กราฟ ตาราง สมการ ฟังก์ชัน เป็นต้น มาช่วยในการนำเสนอ และสื่อความหมาย

สุบรรณ ตั้งศรีเสรี (2556) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หมายถึงการใช้การพูด การเขียน เพื่ออธิบาย แสดงความเข้าใจหรือความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำศัพท์ที่เป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ ตาราง แบบจำลอง หรือโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงความหมายและความสัมพันธ์ในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างถูกต้อง เหมาะสมและชัดเจน

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556) กล่าวว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการแสดง อธิบายแนวคิดโดยใช้หลักการและความรู้ทางคณิตศาสตร์ ใช้ภาษาและสัญลักษณ์

ทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ แปลความ ตีความ แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

จากที่ศึกษาความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายหลักการ แนวคิด และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ เพื่อนำเสนอความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจในแนวคิดของตนเองอย่างถูกต้อง และชัดเจน

4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นมีส่วนสำคัญในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยที่นักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญดังนี้

NCTM. (1989: 21-22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาทางคณิตศาสตร์ เป็นกุญแจสู่การเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ยังมีบทบาทในการช่วยเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อต่างๆ แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารยังช่วยให้ผู้เรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้กับสิ่งที่เรียน โดยที่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความคิดเห็น และความเข้าใจในแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ความสามารถที่ต้องการให้เกิดคติดกับนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน และการสาธิต
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำเสนอโดยการเขียน การพูด หรือแผนภาพได้
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์ได้

(Mumme & Shepherd, 1993) ได้เสนอประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมการทำความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน กล่าวคือ การแสดงออกทางความคิด ร่วมกับการอภิปราย การฟังนักเรียนคนอื่น ๆ แสดงความคิดเห็น หรือแสดงแนวคิด จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์มากขึ้น การฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความคิดของคนอื่นในมุมมองที่แตกต่างแต่สถานการณ์เดียวกัน นักเรียนสามารถเข้าใจบนพื้นฐานของประสบการณ์ตรงและส่งเสริมการสร้างความรู้ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในสิ่งที่กำลังคิดมากขึ้น

2. การสื่อสารเป็นวิธีหนึ่งในการแลกเปลี่ยนความเข้าใจคณิตศาสตร์ของกันและกัน กล่าวคือนักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กัน ทำให้เกิดการช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น เกิดการเรียนรู้จากเพื่อนในกลุ่มมากกว่าการเรียนกับครูผู้สอน เพราะในกลุ่มมีการใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่ายในระดับเดียวกัน ผู้เรียนย่อมพูดคุยกันรู้เรื่อง และไม่เกิดการอายในการซักถามเรื่องที่ตนไม่เข้าใจ เหมือนกับซักถามครูผู้สอน และยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอธิบายความเข้าใจให้เพื่อฟัง และเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง เพราะนักเรียนที่อธิบายต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมก่อนอธิบายหรือนำเสนอ

3. การสื่อสารเป็นการเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นนักเรียนรู้ คือ เมื่อครูตั้งประเด็นคำถามนักเรียนจะเป็นผู้ตอบโดยการพูดหรือการเขียนสิ่งที่นักเรียนคิด หรือนักเรียนถามตอบกันเองก็จะทำให้เกิดความเชื่อมั่นในความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนเอง การให้นักเรียนได้นำเสนอ อธิบายเป็นสิ่งสำคัญ เพราะนักเรียนจะต้องใช้ศักยภาพ และควบคุมการเรียนรู้ของตนเองในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม และนักเรียนก็จะเป็นผู้พัฒนา และเสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเรียนรู้ คือ การพูดและการฟังในกลุ่มเพื่อน ได้อธิบายเป็นกลุ่มย่อย ๆ เป็นวิธีที่ผู้เรียนไม่มีความวิตกกังวลในการแสดงความคิดเห็น เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ เป็นสิ่งที่สร้างความกระตือรือร้นให้กับผู้เรียนเกิดความร่วมมือในการเรียนรู้

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูเป็นผู้หยั่งรู้ ในความคิดของนักเรียน คือ ครูจะเรียนรู้จากการฟังนักเรียนอธิบายโดยกระบวนการให้เหตุผล โดยความสามารถในการอธิบายเป็นทักษะที่ได้จากการฝึกฝนทักษะการสื่อสารในกลุ่มเพื่อนที่ใช้ภาษาเข้าใจได้ง่าย และเหมาะสมกับระดับความสามารถ จากความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนแนวคิด ความรู้ของกันและกัน ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

4.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการสื่อสาร ดังนี้ โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทุกคน จัดระเบียบความ เพิ่มพูนความรู้ สร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ แสดงความคิด อธิบายได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และแม่นยำ ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการพิจารณาแผน หรือยุทธวิธี สามารถใช้ภาษา ชัดเจนและถูกต้อง

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2552) ได้กำหนดมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ให้บรรลุผลตรงกันไว้ในตัวชี้วัดและสาระการ

เรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics) (NCTM. 2004 : Online) และ กรมวิชาการ (2551 : 54 - 56) ได้กำหนดมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางนี้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์			
ป.1 – ป.3	ป.4 – ป.6	ม.1 – ม.3	ม.4 – ม.6
ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนออย่างถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนออย่างถูกต้องและเหมาะสม	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนออย่างถูกต้องและชัดเจน	

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2555) ได้กล่าวถึงมาตรฐานทางด้านการสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานด้านการสื่อสาร : นักเรียนสามารถ

1. ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องราวและชัดเจน

3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่นได้

ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น

มาตรฐานด้านการนำเสนอ : นักเรียนสามารถ

1. สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้

3. ใช้การนำเสนอจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคมทางคณิตศาสตร์ได้

4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จากการคิดวิเคราะห์ถึงปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อ

สื่อสารความรู้เหล่านั้นให้มีความถูกต้องและชัดเจน ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

NCTM (1989) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการ ในลักษณะการสืบค้น สืบเสาะ และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์

2. ส่งเสริมการอ่าน การพูด การเขียนและการแสดงความคิดเห็น โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสได้แสดงความรู้ แนวคิด และอธิบายเหตุผลให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับวิธีการของตนทั้งการพูดและการฟัง

Rowan (1993) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อเป็นรูปธรรม ให้นักเรียนได้อธิบายถึงสิ่งที่เจอ

2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว สิ่งที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัว เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต เพราะเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง และใกล้ตัวนักเรียนทำให้การสื่อสารสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดจะช่วยให้นักเรียนได้คิดด้วยวิธีการที่หลากหลาย และได้คำตอบที่หลากหลาย และได้ใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์

4. ให้ออกาสนักเรียนได้สื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนนั้นสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมต้องเขียนอธิบาย เป้าหมายจะต้องชัดเจน

5. ในการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเกิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจความคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง

6. การชี้แนะโดยตรงและโดยอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและการจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

รัฐจวน คำวิชรพิทักษ์ (2538) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมโดยใช้การสื่อสารในห้องเรียนไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องพิสูจน์ก่อนที่จะเชื่อ

2. การส่งสารของครู ควรใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมและตรงกับสภาพความเป็นจริงแล้วเปลี่ยนเป็นความคิด หรือการคาดหวัง และให้นักเรียนได้คิดอย่างอิสระ

3. การสื่อสารของครูควรฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต หรือใช้เทคนิควิธีการสอนแบบค้นพบ หรือแก้ปัญหา

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถาม และแสดงความคิดเห็นให้มากที่สุดเพื่อช่วยให้ได้คิด

Bushman (1995) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารไว้ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบ และให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยกับคำตอบหรือไม่
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิด ๆ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูล และเงื่อนไขหนึ่งของปัญหาให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ และมีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหา
4. เสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหาบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาต่อให้สำเร็จ และให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่และอธิบายวิธีการแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวกับคำตอบให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้น และเขียนปัญหาใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เพียงคำสั้น ๆ
7. หลังจากแก้ปัญหาเสร็จ นักเรียนแก้ปัญหาใหม่ที่มีบริบทต่างจากเดิม แต่ยังคงโครงสร้างเดิมไว้
8. เสนอปัญหาชีวิตจริงไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่หายไป
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางนั้น
10. เสนอปัญหาปลายเปิด แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา
11. ให้นักเรียนเขียนเรื่องราวใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขอยู่ด้วยเพื่อใช้เป็นแหล่งในการสร้างโจทย์ปัญหา

(กรมวิชาการ, 2546) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะ การสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่าง ๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยมีครูชี้แนะแนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ

จากที่กล่าวมาในข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสื่อสารคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้ โดยแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาคือจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิด อธิบาย นำเสนอ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ทั้งในรูปของการใช้ภาษาและการเขียน นอกจากนี้การแก้ปัญหาคควรเป็นปัญหาปลายเปิดเพื่อ

ฝึกให้นักเรียนได้คิด และการนำเสนอคำตอบออกมาอาจเขียนเป็นรูปตัวแปร ภาพ ตาราง ในการสื่อความหมายให้เหมาะกับสถานการณ์นั้น ๆ โดยผู้สอนมีส่วนร่วมในการชี้แนะแนวทาง

4.5 การประเมินความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Kenedy and Tipps (1994) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ

NCTM (1989) ได้ระบุว่าการประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรหาหลักฐานให้ผู้เรียนมีความ สามารถ ดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด เขียน สานิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมายและประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่พบเห็นจากสิ่งที่มี การนำเสนอในรูปแบบการเขียนหรือจากสิ่งที่มี การนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ความสามารถทางการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จาก แนวคิด ความหมายที่ผู้เรียนนำเสนอออกมา การประเมินควรมีความหลากหลาย ทั้ง การสื่อสารกับนักเรียนเอง และการสื่อสารกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งการสื่อสารที่นักเรียนแสดงออกมา อาจอยู่ในรูปของ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย โครงสร้าง แผนภูมิ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจ **เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์**

Kenedy and Tipps (1994) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้านดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

- ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจ ชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ

- การนำเสนอไม่ชัดเจน

- การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน

- การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์

- การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

Suzanne Lane, et al. (1996: 264 – 266) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค ซึ่งพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลของแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education, 1989) กขเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูบรีคเฉพาะ (Specific Rubric) สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistic) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 – 4 คะแนน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค

ระดับคะแนน 4	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณให้สมบูรณ์ถูกต้อง
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	ใช้ข้อมูลภายนอกได้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น พิจารณาความเหมาะสมและวิธีที่เป็นระบบสำหรับการแก้ปัญหาแสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ ชัดเจนและอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์และเป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบได้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่ไม่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงความเชี่ยวชาญ ในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบเหตุผล
ระดับคะแนน 3	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก แต่อาจมีข้อผิดพลาดอยู่เล็กน้อย

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีด (ต่อ)

ความรู้เกี่ยวกับ กลยุทธ์	ใช้ข้อมูลภายนอกได้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผนและไม่ เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของปัญหาและแสดงความ เข้าใจทั่ว ๆ ไปของสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น แสดงหลักฐาน อธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจนและอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพ ประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มี ประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุน การให้ เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
ระดับคะแนน 2	
ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการบางส่วนในคณิตศาสตร์ ใช้ คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ส่วนมาก ผิด การคำนวณอาจผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับ กลยุทธ์	ระบุส่วนประกอบที่สำคัญได้บ้าง แต่แสดงความเข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างส่วนประกอบนั้น แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ บ้าง แต่การอธิบายกระบวนการอาจไม่สมบูรณ์หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจนหรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่อง หรือไม่ชัดเจนการสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจ ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
ระดับคะแนน 1	
ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก ใช้ คำศัพท์เฉพาะสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์ผิด การ คำนวณผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับ กลยุทธ์	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบที่สำคัญ ของปัญหาผิดหรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป แสดง หลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์ไม่เหมาะสม การอธิบาย กระบวนการแก้ไขอาจจะไม่สมบูรณ์ หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้อง ตามสถานการณ์หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความยาก

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ (ต่อ)

ระดับคะแนน 0	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความไม่เข้าใจในแนวคิดและหลักการทางคณิตศาสตร์
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบของปัญหาผิด ลอกส่วนปัญหาของโจทย์มาแต่พยายามแก้ปัญหา
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา แผนภาพประกอบผิดพลาด

กรมวิชาการ (2551) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน / ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้องนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นระบบกระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน นัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์

ตารางที่ 6 ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

2 / พอใช้	การ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ แต่ คำ ต อ บ ฎ ก ต้ อ ง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์แต่ คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจน บางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	การ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตาราง การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 / ไม่พยายาม	ไม่ทำหรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 94) ได้เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : ความสามารถในการสื่อสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 7 ตารางแสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารของ สสวท.

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (แสนภาคี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลตามลำดับขั้นตอนชัดเจน และมีรายละเอียดครบถ้วน สมบูรณ์
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนบางประเด็น และยังขาดรายละเอียดในบางประเด็น
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 271) ได้เสนอเกณฑ์การวัดประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของ ศศิธร แม้นสงวน

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 (แสนกัคดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางเลย และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 (ไม่พยายาม)	ไม่นำเสนอ

(โรงเรียนไกลกังวล, 2557) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนวังไกลกังวล

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน เป็นระบบ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 (แสนกัคดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 (พอใช้)	พยายามใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจน เป็นบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน
0 (ไม่พยายาม)	ไม่นำเสนอ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยปรับปรุงจากกรมวิชาการ และศศิธร แม้นสงวน ดังตารางที่ 4 และ 6

ตารางที่ 10 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัย

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 (แสนกัคดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง
2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางเลย และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 (ไม่พยายาม)	ไม่นำเสนอ

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พัชราภรณ์ ทองนาค (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สุดารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิค

Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนเรียนโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

L. Winayawati (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ที่มีต่อความสามารถในการเขียนและความเข้าใจในการอินทริกรัลในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า กลุ่มคะแนนความสามารถมีทักษะด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่คะแนนความสามารถ และ กลุ่มที่จัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกับเทคนิค Think - Talk - Write ดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 11 ตารางแสดงการสังเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	อัมพร มาคะนอง (2553)	กรมวิชาการ (2551)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555)	NCTM (1989)	Kenedy and Tipps (1994)	ผู้วิจัย
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์	✓	✓		✓	✓	✓
อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวัน กับภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์	✓				✓	
ใช้ทักษะการอ่านและฟังในการแปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และสามารถเขียนด้วยความเข้าใจ	✓			✓		
สร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์ และอธิบายสิ่งที่ค้นพบจากการตรวจสอบ	✓					
สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต	✓	✓	✓	✓		✓
ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ถามคำถามขยายความที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่เคยอ่านหรือเคยได้ยินมาก่อน	✓					
เห็นคุณค่าของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และบทบาทของสัญลักษณ์เหล่านั้นในการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์	✓					
ตระหนักว่าการแสดง การอภิปราย การอ่าน การเขียน และการฟังเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญสำหรับการเรียนรู้และการใช้คณิตศาสตร์	✓					

จากที่นักวิชาการต่าง ๆ ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต
3. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน
4. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ
5. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน



บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีแบบแผนการวิจัยในส่วนของกรอบแบบดังนี้

E	O1	X	O2
---	----	---	----

E	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
O1	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียน
X	หมายถึง	การเรียนรู้ในบริบทของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write
O2	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียน

ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write

ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ซึ่งผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ระยะเวลาเป็นแผนภูมิดังนี้

การวิจัยระยะที่ 1

การพัฒนาแบบแผนการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้การอภิปราย
 - 1.2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write
 - 1.3. ศึกษาข้อมูลการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
 - 1.4. ศึกษาข้อมูลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 1.5. วิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการร่างรูปแบบ
2. นำข้อสรุปมาร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
3. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผลผลิต

- ร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
1. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ
 2. ร่างรูปแบบการเรียนรู้ตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ

4. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ตรวจสอบ และปรับปรุงตามคำแนะนำ
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกัน Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ และปรับแก้ตามคำแนะนำ

- รูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
1. รูปแบบการเรียนรู้ ๓ ปรับปรุงตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ

การวิจัยระยะที่ 2

การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้
ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ
 - 1.1. การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
 - 1.1.1. ศึกษา
 - 1.1.2. นำมาใช้
 - 1.1.3. ตรวจสอบความถูกต้อง
 - 1.1.4. สร้างแบบประเมิน
 - 1.1.5. ตรวจสอบคุณภาพ
 - 1.1.6. ปรับปรุง แก้ไข ทดลองจริง
 - 1.2. แผนการเรียนรู้
 - 1.2.1. ศึกษา
 - 1.2.2. ปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา เขียนแผน และปรับปรุง
 - 1.2.3. นำแผนให้ผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุง
 - 1.3. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 - 1.3.1. แบบสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 1.3.2. แบบประเมินความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น
 - 1.3.3. แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 - 1.3.4. ตรวจสอบและแก้ไข

ผลผลิต

เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. แบบสังเกตพฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. แบบสอบถามความคิดเห็นรูปแบบการเรียนรู้
4. แผนจัดการเรียนรู้
5. เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
6. แหล่งข้อมูลบนเว็บ

การวิจัยระยะที่ 2

การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้
ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write

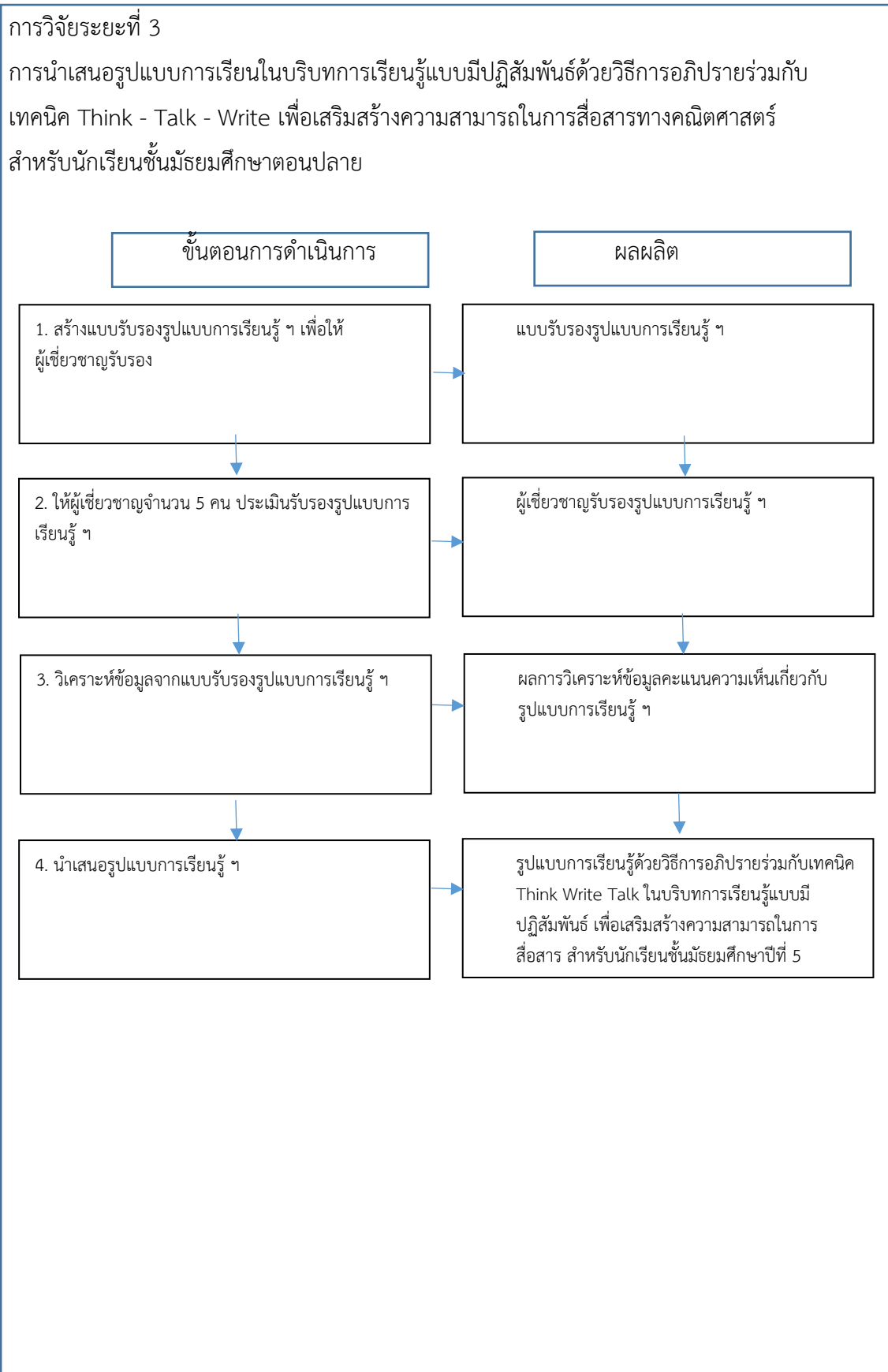
ขั้นตอนการดำเนินการ

ผลผลิต

2. ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 - 2.1. วัดระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
 - 2.2. ดำเนินการทดลองตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 - 2.3. วัดระดับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง
 - 2.4. สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อมูล

1. สรุปคะแนนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. สรุปพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. สรุปผลความคิดเห็น



**ระยะที่ 1 การพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการ
สื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**

การวิจัยในชั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย
ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบ
เจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 2 คน
ผู้เชี่ยวชาญทางการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์
ระดับมัธยม 2 คน

2. กลุ่มตัวอย่างในการรับรองรูปแบบการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think -
Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง
(Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา 2 คน
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับ
มัธยม 2 คน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษอย่างน้อย 5 ปี และ/หรือ
- 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีและสื่อสาร ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการเรียนด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี และ/
หรือ

- 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์อย่างน้อย 5 ปี และ/หรือ
- 2) เป็นผู้ที่มีผลงานวิชาการด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. แบบประเมิน รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 กำหนดประเด็นคำถาม โดยเรียบเรียงเป็นข้อคำถามในแต่ละขั้นตอน เพื่อพัฒนาแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 นำแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม

1.4 ปรับแก้แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

1.5 วิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาคำประกอบและขั้นตอนของรูปแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย คือ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยวิธีการอภิปราย ได้แก่ แนวคิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย ความหมายการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วย

วิธีการอภิปราย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบท การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5.2 ข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิค Think - Talk - Write คือ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ด้วยโดยใช้เทคนิค Think - Talk - Write ได้แก่ แนวคิดของเทคนิค Think - Talk - Write ความหมายของเทคนิค Think - Talk - Write ขั้นตอนการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ประโยชน์จากการใช้เทคนิค Think - Talk - Write และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทาง ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ คือ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ความหมายของการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย ประโยชน์จากการ เรียนรู้ด้วยวิธีการอภิปราย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อ เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.5.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความสำคัญการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ แนวทางในการพัฒนาการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ การประเมินการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการ พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย

2 . แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 กำหนดประเด็นในการประเมิน เพื่อพัฒนาแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบท การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้าง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.3 นำแบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสม

2.4 ปรับแก้แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษารวบรวมเอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

1.1.1 บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

1.1.1.1 การเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์

1.1.1.2 ความสำคัญของการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์

1.1.1.3 รูปแบบการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์

1.1.1.4 เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

1.1.1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 วิธีการสอนแบบอภิปราย

1.1.2.1 ความหมายของวิธีการสอนแบบอภิปราย

1.1.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอภิปราย

1.1.2.3 รูปแบบและขั้นตอนการอภิปราย

1.1.2.4 ประโยชน์ของการอภิปราย

1.1.2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.3 เทคนิค Think – Talk – Write

1.1.3.1 ความหมายของเทคนิค Think - Talk – Write

1.1.3.2 องค์ประกอบและขั้นตอนของเทคนิค Think - Talk – Write

1.1.3.3 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think -

Talk – Write

1.1.3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.4 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.1.4.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.1.4.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.1.4.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.1.4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์

1.1.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.5 สรุปองค์ประกอบและขั้นตอนการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write

2. ร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำองค์ประกอบและขั้นตอนที่ได้จากการวิเคราะห์สังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในระยะที่ 1 มาร่างเป็นรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์การอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมแล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

2. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ การอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในด้านองค์ประกอบและขั้นตอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ความเหมาะสมของการนำไปใช้ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบและขั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

รับรองความตรงตามเนื้อหา ในด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญไว้คือ เป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านการเรียนรู้แบบอภิปราย ด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 5 คน และปรับแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยในขั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับการใช้ในรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 การออกแบบเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning tools) ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1.1 ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์กลุ่มนักเรียน หลักสูตร เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การเรียนโดยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1.2 นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning tool) ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และปรับปรุงตามคำแนะนำ

1.1.4 สร้างแบบประเมินเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning tool) ตามรูปแบบการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1.5 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning tool) ตามรูปแบบการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x} = 4.60, S.D. = 0.55$)

1.1.6 ปรับปรุง แก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปทดลองจริง

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.1 ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ รูปแบบการเรียนรู้กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.2 ปรึกษาอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับรายละเอียดของเนื้อหา กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ บทบาทผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาและขั้นตอนต่าง ๆ

1.2.3 เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.4 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะ

1.2.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คนตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะ

1.3 พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมเครื่องมือ

1.3.1 แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.3.1.1 ศึกษารายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.3.1.2 ศึกษาหลักการและวิธีวัดและประเมินผลที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยอ้างอิงจากแนวทางการวัดความสามารถทางการสื่อสารและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ได้ 5 ประการ ได้แก่ 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปภาพ รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูด และการเขียน วัดถูกรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต 3) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4) สะท้อน อภิปรายและอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ 5) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และการเขียน

1.3.1.3 พัฒนาร่างแบบสังเกตพฤติกรรมโดยมีขั้นตอนการสร้างดังตารางที่ 11 ตารางที่ 12 ตารางแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรมที่ใช้สังเกต	แนวทางการให้คะแนน	สิ่งที่ใช้สังเกต	
		พฤติกรรมระหว่างเรียน	ร่องรอยพฤติกรรม
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปภาพ รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์	1.1 สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครู และบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน 1.2 มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้		
2. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัดถูกรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทาง พีชคณิต	2.1 ใช้การนำเสนอจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคมทางคณิตศาสตร์		
3. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	3.1 สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3.2 เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา		
4. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ	4.1 ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ 4.2 วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่น		
5. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน	5.1 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น 5.2 มีการค้นคว้า ออกแบบ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ 5.3 มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหาคำตอบ ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์		

1.3.1.4 ดำเนินการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรม จากนั้นนำแบบสังเกตพฤติกรรมให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกตความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.3.1.5 นำแบบสังเกตที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) เมื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากแบบสังเกตพฤติกรรม พบว่า เกณฑ์การประเมินมีความเหมาะสมผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ค่า IOC=.93)

1.3.1.6 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.3.1.7 นำแบบสังเกตพฤติกรรมที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.3.2 แบบประเมินความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์

1.3.2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะข้อสอบอัตนัย ข้อคำถามแต่ละข้อเป็นการประยุกต์และวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอวิธีการหาคำตอบ โดยแบ่งเป็นข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

1.3.2.2 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนประเมิน เพื่อหาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวชี้วัด

1.3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3.3.1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3.3.2 กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นแบบสอบถามที่มีลักษณะประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด สร้างข้อคำถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3.3.3 นำแบบสอบถามไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครอบคลุมของคำถาม และความเหมาะสมของภาษา จากนั้นจึงปรับปรุงตามคำแนะนำ

1.3.3.4 จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (ค่า IOC=0.82)

ระยะที่ 2 การศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยใจชั้นตอนนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนวิธีการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คนขึ้นไป ในภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2561 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งมีเหตุผลประกอบดังนี้

นักเรียนมีความสามารถและองค์ประกอบไม่แตกต่างกับโรงเรียนทั่วไป

ผู้บริหารและครูในโรงเรียนหอวังปทุมธานีให้การสนับสนุนและช่วยเหลือเป็นอย่างดี

โรงเรียนมีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี

จำนวนนักเรียนเพียงพอต่อการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะเป็นวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี ภาคการศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน รวมระยะเวลา 10 คาบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ระยะ

ตารางที่ 13 ตารางแสดงการสรุปขั้นตอน เทคนิคที่ใช้ และเครื่องมือ ที่มีผลต่อตัวแปรตาม

ระยะที่	รายละเอียด	เทคนิค	เครื่องมือ	ตัวแปรตาม
1	<p>ขั้นตอนที่ 1 วางแผนการสอน</p> <p>1. อธิบายวิธีการเรียนการสอน และสอบก่อนเรียน</p> <p>2. จัดกิจกรรมเพื่อแบ่งกลุ่มผู้เรียน ผู้สอนแนะนำเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อมในการเรียนรู้ ปฏิบัติ ในครั้งต่อไป เช่น โทรศัพท์ หรือ อุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียน ผู้สอนใช้ Presentation (Google Slide) ร่วมกับ Interactive Plugin Tools (Pear Deck) ใน</p>	Think Talk Write	<p>1. แบบ บ วัต ความสามารถ ทางการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์</p> <p>2. แบบ สังเกต พฤติกรรม การ สื่อสารทาง คณิตศาสตร์</p>	<p>1. ออกแบบและนำเสนอ ข้อมูลในรูปแบบที่สื่อ ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างชัดเจน</p>

	การนำเสนอและทดลองการเข้ากลุ่มอภิปราย โดยให้แสดงความคิดเห็นกันพอประมาณ ผู้สอนกำหนดประเด็นคำถามปลายเปิด โดยให้เวลาผู้เรียนคิด แล้วจึงให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความเห็น แล้วนำเสนออีกพอสมควร เพื่อในคาบต่อไปผู้เรียนจะสามารถอภิปรายได้อย่างคล่องแคล่ว		3. เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Pear deck)	
2	<p>ขั้นตอนที่ 2 จัดกิจกรรมการเรียน</p> <p>1. ในแต่ละคาบกำหนดหัวข้อการอภิปราย ผู้สอนอธิบายเล่าเรื่องเนื้อหาที่เรียน โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ตอบกับผู้สอน ผ่านเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ผู้สอนกำหนดหัวข้อการอภิปราย จากเนื้อหาการเรียน ตั้งประเด็นคำถาม โจทย์ปัญหาปลายเปิดซึ่งนักเรียนมีโอกาสได้คิดด้วยวิธีการที่หลากหลาย</p> <p>2. อภิปรายตามหัวข้อ ผู้เรียนร่วมกันคิดอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา และคำตอบที่เป็นไปได้ จากนั้นสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อถ่ายทอดความคิดเห็น และอภิปรายความคิดเห็น โดยที่ครูเป็นผู้ควบคุมชั้นเรียน</p> <p>3. สรุปสาระที่ได้จากการอภิปรายเป็นข้อสรุปกลุ่ม รวบรวมความคิดของทุกคนในกลุ่ม แล้วสรุปออกมาเป็นองค์ความรู้ของตนเอง และของกลุ่ม แล้วจดบันทึก</p> <p>4. สรุปทบทเรียน</p> <p>ผู้เรียนนำเสนอความคิดของกลุ่มซึ่งในแต่ละคาบจะมีวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกัน และผู้นำเสนอของกลุ่มจะสลับกันออกมานำเสนอ หรือนำเสนอพร้อมกันเพื่อให้ทุกคนมีโอกาสได้แสดงออก</p>	<p>Talk</p> <p>Think Talk</p> <p>Write</p> <p>Talk</p>	<p>1. แบบ สังเกต พฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Pear deck)</p> <p>3. แบบทดสอบออนไลน์ (Quizziz)</p>	<p>1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรมรูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัตถุประสงค์ รูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต</p> <p>3. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน</p> <p>4. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ</p> <p>5. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจาและด้วยการเขียน</p>
3	<p>ขั้นตอนที่ 3 วัดและประเมินผล</p> <p>1. ผู้สอนวัดประเมินผลของจากข้อสอบ</p> <p>2. กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสื่อสาร - การนำเสนอ - แนวคิด 	<p>Think</p> <p>Write</p> <p>Talk</p>	<p>1. แบบ วัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. แบบ สังเกต พฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</p>	<p>1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรมรูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์</p> <p>2. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจาและด้วยการเขียน</p>

ระยะที่ 1 การวางแผนการสอน การเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอน การเตรียมสถานที่ และอุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ในห้องเรียน เขียนบันทึกข้อความถึงผู้อำนวยการโรงเรียนให้ทราบถึงวิธีการสอน

คาบที่ 1 ปฐมนิเทศ กิจกรรมการแบ่งกลุ่มผู้เรียน และวัดประเมินผลก่อนเรียน

1. ก่อนการทดลอง เตรียมสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกในการทดลอง
2. แนะนำการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ และวิธีการใช้งาน เพื่อความสะดวกต่อการเรียนการสอนในคาบถัดไป
3. ทำการวัดความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการเรียนด้วยรูปแบบฯ

ระยะที่ 2 ดำเนินการสอน ในคาบที่ 2 – 9 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีประเด็นหลักของเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงเนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) รวมระยะเวลา 8 คาบ ซึ่งจะมีการประเมินพฤติกรรมทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทุกครั้ง และประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในคาบที่ 2, 4, 6, 8 รวมถึงการเก็บร่องรอยของการทำกิจกรรมในแต่ละคาบ แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น

คาบที่ 2 – 4 ประเด็นที่ 1 เรื่อง “ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต”

- ความหมายของลำดับ
- ลำดับเลขคณิต
- ลำดับเรขาคณิต

คาบที่ 5 – 7 ประเด็นที่ 2 เรื่อง “อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต”

- อนุกรมเลขคณิต
- อนุกรมเรขาคณิต
- พจน์ทั่วไปของลำดับ

คาบที่ 8 - 9 ประเด็นที่ 3 เรื่อง “การประยุกต์ใช้”

- การประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมเลขคณิต
- การประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

1.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย 3 – 4 คน โดยแบ่งตามความสามารถของนักเรียน เก่ง กลาง อ่อน

1.1.2 ให้กลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัยร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลได้

1.1.3 กลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning Tools) ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้ให้สำหรับการอภิปราย เพื่อหาข้อมูลและแสดงความคิดเห็นเพื่อให้นักเรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย

1.1.4 กลุ่มตัวอย่างร่วมกันหาข้อสรุปกลุ่ม โดยสรุปเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์โดยแก้ไข ประยุกต์ใช้เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning Tools) เพื่อเตรียมการนำเสนอ

1.1.5 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้มีโอกาสซักถามในประเด็นที่สงสัย ผู้วิจัยถามในสาระสำคัญของเนื้อหา และช่วยอธิบายให้เกิดความเข้าใจ ขยายความรู้ของกลุ่มตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 3 การวัดและประเมินผล

ในสัปดาห์ที่ 10 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนในรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และทำการวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่า (T – Paired Sample Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. วิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังและพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk

- Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากร่องรอยการทำงานของนักเรียนในระหว่างดำเนินการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์เนื้อหาและดูพัฒนาการความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากระดับคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อประกอบการนำมาอธิบายผลและหาข้อสรุป

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเกณฑ์การให้คะแนนประมาณค่า 5 ระดับโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้ รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบในระยะที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอในรูปแบบของแผนประกอบความเรียง
2. นำเสนอและให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบ โดยจะเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ จำนวน 5 คนแสดงความเห็นและประเมินรับรองรูปแบบ
3. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงรายละเอียดในด้านองค์ประกอบ และขั้นตอนให้มีความถูกต้องสมบูรณ์และสื่อความหมายได้มากที่สุด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในระยะนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 คน ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในระยะนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบรับรองการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยแบบประเมินเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ และแบบปลายเปิด แล้วนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม

3. ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้ครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นตอนการดำเนินการเก็บข้อมูล

1. นำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนแบบอภิปราย และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 5 คน แสดงความคิดเห็น และประเมินรับรองรูปแบบฯ

2. นำข้อมูลและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขให้ครบถ้วนสมบูรณ์

3. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แล้วนำข้อมูลและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 การศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. การศึกษาความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

2.1 นำรูปแบบที่ได้ในข้อ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน พิจารณาและแสดงความคิดเห็น โดยใช้วิธีสัมภาษณ์

2.2 ปรับแก้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 นำร่างรูปแบบที่ได้ในข้อ 1 ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรับรองคุณภาพความตรงตามเนื้อหา โดยประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 คนประเมิน

1. การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.

1.1 การศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนและองค์ประกอบดังนี้

1.1.1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งหมด 4 องค์ประกอบดังนี้

1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หมายถึง การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการอสารโต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน 1) แบบรายคู่ เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น ช่วยเหลือกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง สามารถจัดเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) แบบกลุ่มศึกษา เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการจัดกิจกรรมที่สามารถเน้นผู้เรียนรายคนปฏิสัมพันธ์กลุ่ม หรือ เน้นระหว่างกลุ่ม 3) แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เช่น ผู้เรียนศึกษางาน นำเสนอและรับข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่ม 4) แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน กลุ่มบุคคลภายนอก

2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้ดำเนินการ ผู้สอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหาการสอนเพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ และแนะแนวทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยจะเป็น 1) การปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในการเรียนแบบอภิปราย ทั้งเป็นกลุ่ม หรือเป็นคู่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ 2) การปฏิสัมพันธ์ในประสบการณ์เสมือนจริง ผู้ออกแบบสร้างแวดล้อมจำลองจากสถานที่ต่าง ๆ มีการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบความคิดด้วยการแก้ปัญหา ร่วมมือกันเมื่อเข้ามาয়ংเว็บไซต์นั้น ๆ สร้างภาพสามมิติ จำลองให้เกิดมิติเสมือนกับการใช้เครื่องมือสื่อสารในเวลาจริง 3) การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึง ประเภทของการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี โดยอาศัยเครื่องมือบนเครือข่าย สร้างปฏิสัมพันธ์กัน การสร้างความปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้พบกันจริง ความสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ช่วยให้บรรลุเป้าหมาย วัตถุประสงค์

3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย ที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะอย่างเป็นระบบ สามารถนำเสนอข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน สะดวกต่อการศึกษาทั้งในเรื่องขอเวลา และเหมือนมีคนถ่ายทอด และกระตุ้นชี้แนะการเรียน

4) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ หมายถึง ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อหาความรู้ที่สอนได้ จัดเตรียมไว้ ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนที่ไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล หรือ มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น แสดงแนวคิดได้ไม่เก่ง

1.1.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการแบ่งกลุ่ม จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยแบ่งสมาชิกกลุ่ม เป็นกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน จำนวน 3 - 4 คน จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้เรียนอ่อน เมื่อจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้ว ผู้สอนควรดูแลให้กลุ่มจัดที่นั่งภายในกลุ่มให้เรียบร้อย ให้อยู่ในลักษณะที่ทุกคนมองเห็นกันหรือสามารถติดต่อกันได้ด้วย interactive tools และรับฟังกันได้ดี นอกจากนี้ในกรณีที่มีหลายกลุ่ม ผู้สอนควรจัดกลุ่มให้ห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เสียงอภิปรายจากกลุ่มรบกวนกันและกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกำหนดประเด็นอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูล ตามหัวข้อที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนด โดยประยุกต์ใช้ interactive tools ให้มีส่วนช่วยในการกำหนดประเด็นอภิปราย

ขั้นที่ 3 ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้สำหรับการอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็น และทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะสร้างสถานการณ์โดยการพูด การเขียน สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเอง หรือสร้างข้อความแย้งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 4 ขั้นหาข้อสรุปกลุ่ม ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจ และรวมความคิดเห็นเป็น ความเข้าใจในหัวข้อประเด็นอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่ม โดยที่สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมตัวนำเสนอ

ขั้นที่ 5 ขั้นหาข้อสรุปบทเรียน ผู้เรียนจะนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มผ่าน interactive tools ออกมาเป็นแผนภาพ ข้อความ และสัญลักษณ์ สามารถอธิบายความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนต่างกลุ่มสามารถสร้างข้อขัดแย้ง หรือซักถามข้อสงสัย และผู้สอนสามารถซักถามสาระสำคัญและช่วยอธิบายให้ชัดเจนขึ้น และขยายความรู้และทักษะการสื่อสารของนักเรียนแต่ละคนผ่าน interactive tools

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยเป็นการวัดตามสภาพจริง และจากร่องรอยใน interactive tools ทั้งแบบ real time และ take away ที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำ โดยจะพิจารณาจากความถูกต้อง และความเหมาะสมในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย

1.2 จากการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมที่เสริมสร้างทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.2.1 ความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอเป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น ตัวแปร กราฟ ตาราง สมการ ฟังก์ชัน เป็นต้น มาช่วยในการนำเสนอและสื่อความหมาย

1.2.2 ตัวชี้วัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1) ด้านการสื่อสาร: นักเรียนสามารถ

1. ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องราวและชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่นได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น

2) ด้านการนำเสนอ : นักเรียนสามารถ

1. สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้
3. ใช้การนำเสนอจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคมทางคณิตศาสตร์ได้
4. แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน และการสาธิต

1.2.3 คุณลักษณะของผู้มีความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน และการสาธิต
2. ทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำเสนอ โดยการเขียนการพูด หรือแผนภาพได้
3. สามารถใช้ศัพท์สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิด และอธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์ได้



ภาพที่ 11 ร่างรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



Think



Talk



Write



เครื่องมือการเรียนรู้



แบ่งกลุ่ม



กำหนดประเด็นอภิปราย



พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



หาข้อสรุปกลุ่ม



หาข้อสรุปบทเรียน



ประเมินผลการเรียน

2. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.1 จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปประเด็นได้ดังนี้

2.1.1 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมดีแล้ว ควรอธิบายลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ใช้

2.1.2 ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

- ควรเพิ่มประโยชน์ ความสำคัญ หรือความจำเป็นของความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้เพิ่มมากขึ้น

กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

- กิจกรรมในแต่ละขั้นตอน ให้ระบุอุปกรณ์และความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้
- ลดความซ้ำซ้อนของบางกิจกรรมเพื่อความกระชับในเวลาการสอน

โมเดลของรูปแบบการเรียนรู้

- รูปแบบของโมเดลควรแบ่งการปฏิสัมพันธ์เป็น 4 แบบ
- การมีปฏิสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบสามารถเกิดได้ทุกขั้นตอนไม่ควรทำเป็นลักษณะลูกศรชี้หน้า
- ปรับขนาดตัวอักษรให้ชัดเจนและดูง่าย
- เพิ่มข้อความรูปแบบการเรียนรู้ และองค์ประกอบแต่ละแบบ

2.2 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มาพัฒนาต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ด้าน องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบท

การเรีอรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีรายละเอียด ดังนี้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีอรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งหมด 4 องค์ประกอบดังนี้

1. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารโต้ตอบอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน 1) แบบรายคู่ เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น ช่วยเหลือกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง สามารถจัดเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) แบบกลุ่มศึกษา เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการจัดกิจกรรมที่สามารถเน้นผู้เรียนรายคนปฏิสัมพันธ์กลุ่ม หรือ เน้นระหว่างกลุ่ม 3) แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เช่น ผู้เรียนศึกษางาน นำเสนอและรับข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่ม 4) แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน กลุ่มบุคคลภายนอก

2. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้ดำเนินการ ผู้สอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหาการสอนเพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ แนะนำแนวทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยจะเป็น 1) การปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในการเรียนแบบอภิปราย ทั้งเป็นกลุ่ม หรือเป็นคู่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ 2) การปฏิสัมพันธ์ในประสบการณ์เสมือนจริง ผู้ออกแบบสร้างแวดล้อมจำลองจากสถานที่ต่าง ๆ มีการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบความคิดด้วยการแก้ปัญหา ร่วมมือกันเมื่อเข้ามายังเว็บไซต์นั้น ๆ สร้างภาพสามมิติจำลองให้เกิดมิติเสมือนกับการใช้เครื่องมือสื่อสารในเวลาจริง 3) การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึงประเภทของการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี โดยอาศัยเครื่องมือบนเครือข่าย สร้างปฏิสัมพันธ์กัน การสร้างความปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้พบกันจริง ความสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ช่วยให้บริการอุปมาอุปไมยวัตถุประสงค์

3. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา

หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย ที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะอย่างเป็นระบบ สามารถนำเสนอข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน สะดวกต่อการศึกษาทั้งในเรื่องขอเวลา และเหมือนมีคนถ่ายทอดและกระตุ้นชี้้นำการเรียนรู้

4. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ

หมายถึง ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อหาความรู้

ลักษณะของการมีปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ในแต่ละองค์ประกอบ มีดังนี้

1. การเขียน เขียนอธิบาย เขียนตอบคำถาม เขียนแสดงความคิดเห็น
2. คำถามปรนัย ตอบเพื่อแสดงความคิดเห็น การมีส่วนร่วมในห้องเรียน
3. ตัวเลข ใช้ตัวเลขเป็นภาษาแสดงวิธีการคิด อธิบายวิธีทำ
4. Website ลิงค์เพื่อเข้าไปเรียนรู้เนื้อหาเพิ่มเติม หรือก่อนเข้าห้องเรียน
5. การวาด วาดกราฟ ตาราง แผนภาพอธิบาย สะท้อนแนวคิด นำเสนอความรู้
6. การลาก ใช้การลากแทนการแสดงความเห็นระหว่างการเรียน

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1) ขั้นการแบ่งกลุ่ม

จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยแบ่งสมาชิกกลุ่ม เป็นกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน จำนวน 4 - 5 คน จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อน เมื่อจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้ว ผู้สอนควรดูแลให้กลุ่มจัดที่นั่งภายในกลุ่มให้เรียบร้อย ให้อยู่ในลักษณะที่ทุกคนมองเห็นกันหรือสามารถติดต่อกันได้ด้วย interactive tools และรับฟังกันได้ดี นอกจากนั้นในกรณีที่มีหลายกลุ่ม ผู้สอนควรจัดกลุ่มให้ห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เสียงอภิปรายจากกลุ่มรบกวนกันและกัน

ขั้นที่ 2) ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย

ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกำหนดประเด็นอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูล ตามหัวข้อที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนด โดยประยุกต์ใช้ interactive tools ให้มีส่วนร่วมในการกำหนดประเด็นอภิปราย

ขั้นที่ 3) ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้สำหรับการอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็น และทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะสร้างสถานการณ์โดยการพูด การเขียน สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเอง หรือสร้างข้อความแย้งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 4) ขั้นหาข้อสรุปกลุ่ม

ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจ และรวมความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ผู้เรียนจะเข้าใจสาระสำคัญในหัวข้อประเด็นอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่ม โดยที่สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมตัวนำเสนอผ่าน interactive tools

ขั้นที่ 5) ขั้นหาข้อสรุปบทเรียน

ผู้เรียนจะนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มผ่าน interactive tools ออกมาเป็นแผนภาพ ข้อความ และสัญลักษณ์ สามารถอธิบายความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนต่างกลุ่มสามารถสร้างข้อขัดแย้ง หรือซักถามข้อสงสัย และผู้สอนสามารถซักถามสาระสำคัญและช่วยอธิบายให้ชัดเจนขึ้น และขยายความรู้และทักษะการสื่อสารของนักเรียนแต่ละคนผ่าน interactive tools

ขั้นที่ 6) ขั้นประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยเป็นการวัดตามสภาพจริง และจากร่องรอยใน interactive tools ทั้งแบบ real time และ take away ที่ครูผู้สอบมอบหมายให้ผู้เรียนทำ โดยจะพิจารณาจากความถูกต้อง และความเหมาะสมในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย

2.3 ผู้วิจัยนำต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรับรองคุณภาพ โดยประเมินตามความเหมาะสมขององค์ประกอบ และขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสื่อสารรวมจำนวน 3 คน

ผลการประเมินต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 4.1 โดยมีเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้ 4.50 – 5.00 = มากที่สุด 3.50 – 4.49 = มาก 2.50 – 3.49 = ปานกลาง 1.50 – 2.49 = น้อย และ 1.00 – 1.49 = น้อยที่สุด

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรี
 ้รูปแบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย
 ผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน	แปล
	\bar{x}	มาตรฐาน	ความหมาย
		<i>S.D.</i>	
วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการ เรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน	4.40	0.55	มาก
เครื่องมือที่ใช้ในการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
องค์ประกอบที่ส่งผลการเรียนตามรูปแบบ			
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน	4.80	0.45	มากที่สุด
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ	4.40	0.55	มาก

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรี
 ้รูปแบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย
 ผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

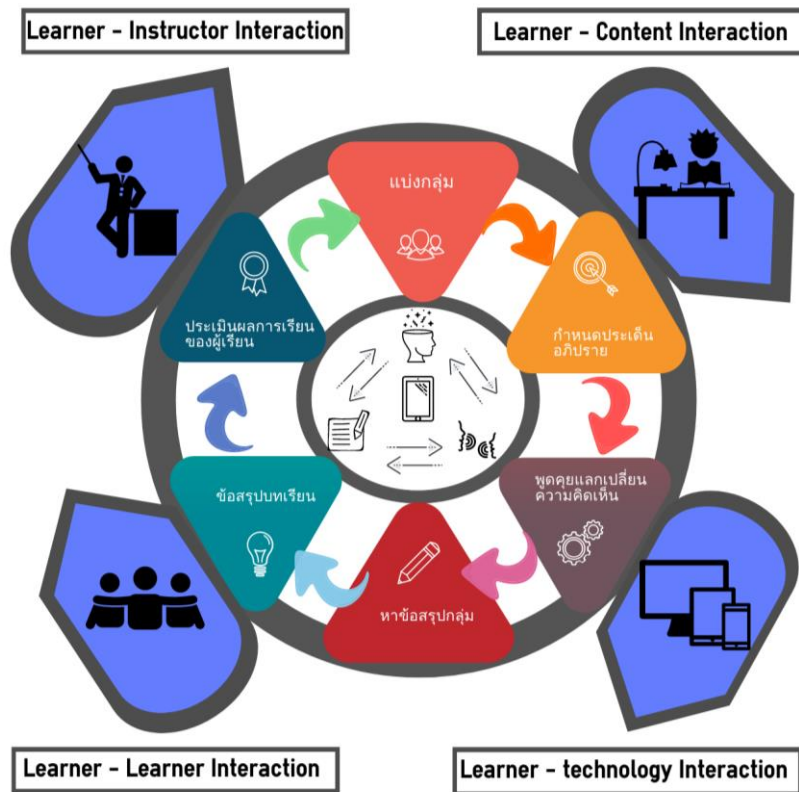
รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน <i>S.D.</i>	แปล ความหมาย
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามรูปแบบฯ			
การเตรียมการ			
การปฐมนิเทศและแนะนำการเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
การทดสอบก่อนเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
กระบวนการเรียนการสอน	4.20	0.45	มาก
ขั้นการแบ่งกลุ่ม			
ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย	4.20	0.45	มาก
พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.60	0.55	มากที่สุด
หาข้อสรุปกลุ่ม	4.00	0.00	มาก
ข้อสรุปบทเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล	4.80	0.45	มากที่สุด
การทดสอบหลังเรียน			
เครื่องมือที่ใช้ในรูปแบบฯ			
Interactive tools	4.60	0.55	มากที่สุด
แหล่งข้อมูลบนเว็บ	3.80	0.45	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ ใบงานหรือแบบบันทึก	4.40	0.55	มาก
กิจกรรม			
แบบสังเกตพฤติกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 14 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรี
 ้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย
 ผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน <i>S.D.</i>	แปล ความหมาย
การใช้งานรูปแบบ รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ จริง	4.60	0.55	มากที่สุด
สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอน ตาม รูปแบบการเรียนรู้ฯ	4.40	0.55	มาก
ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ	4.20	0.45	มาก
รูปแบบการเรียนรู้ฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริม ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้จริง	4.40	0.55	มาก
รวม	4.49	0.49	มาก

จากตารางที่ 14 ผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรี
 ้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
 ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า โดยรวมต้นแบบรูปแบบมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดซึ่ง
 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความเหมาะสมของต้นแบบรูปแบบ ในภาพรวมอยู่ในระดับ มาก (\bar{x}
 =4.49, *S.D.*=0.49) แสดงว่า (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรี
 ้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วย
 วิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง
 คณิตศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปทดลองใช้ได้ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็น
 เพิ่มเติมดังนี้

1. อธิบายรายละเอียดของโมเดลให้ชัดเจน
2. ปรับ Think – Talk – Write ซึ่งเป็นเทคนิค นำไปรวมกับ ขั้นตอนในกระบวนการจัดการ
 เรียนการสอน



ภาพที่ 12 โมเดลรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ

	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน		ขั้นแบ่งกลุ่ม
	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา		ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย
	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน		ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ		ขั้นหาข้อสรุปกลุ่ม
	Think		ขั้นหาข้อสรุปบทเรียน
	Talk		ขั้นการประเมินผลการเรียนการสอนของผู้เรียน
	Write		เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

ตอนที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนหอวัง ปทุมธานี จังหวัด ปทุมธานี ที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน ระยะเวลาในการทดลอง 8 คาบ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน ได้แก่

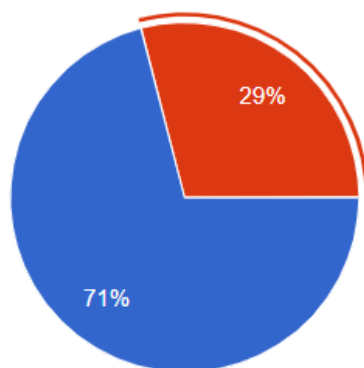
1. รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถทางการสื่อสารก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
3. ผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรม
4. ผลการสำรวจความคิดเห็นในการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีองรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงในตาราง 4.2 และ ภาพที่ 4.3 ตารางที่ 15 ตารางรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

สถานภาพ	N = 31	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	22	71
หญิง	9	29
รวม	31	100

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชาย จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 71 เป็นเพศหญิงจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 29 และกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพที่ 13 แผนภูมิวงกลมแสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง (สถานภาพ : เพศ)

2. ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างดังแสดงในตาราง 16

ตารางที่ 16 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนความสามารถด้านการสื่อสาร	คะแนน	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $S.D.$	t.	Sig.
ก่อนเรียน	16	6.06	2.61	-13.44	0.00
หลังเรียน	16	10.03	1.87		

**p < .05

จากตารางที่ 16 พบว่า คะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 10.03$, $S.D. = 1.87$ ส่วนคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 6.06$, $S.D. = 2.61$ ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียน และหลังเรียนพบว่า นักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. ผลการสังเกตพฤติกรรมการมีความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม

ตัวอย่าง

การสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในคาบที่ 2 และ คาบที่ 9 สังเกตโดยใช้วิธีการตรวจสอบรายการ (checklist) จากรายการพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้าน ได้ผลตามตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ตารางแสดงตารางแสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม

ตัวอย่าง

พฤติกรรมที่สังเกต	การสังเกตในคาบที่ 2		การสังเกตในคาบที่ 4		การสังเกตในคาบที่ 6		การสังเกตในคาบที่ 8	
	จำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	ร้อยละจำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	จำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	ร้อยละจำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	จำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	ร้อยละจำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	จำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม	ร้อยละจำนวนครั้งที่พบพฤติกรรม
1. การใช้การสื่อสารช่วยในระบบความคิดทางคณิตศาสตร์	8	25.81	9	29.03	12	38.71	16	51.62
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครู และบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน	20	64.52	24	77.42	25	80.65	29	93.55
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่น	10	32.26	13	41.94	15	48.39	16	51.61
4. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น	11	35.48	13	41.94	18	58.06	20	64.52

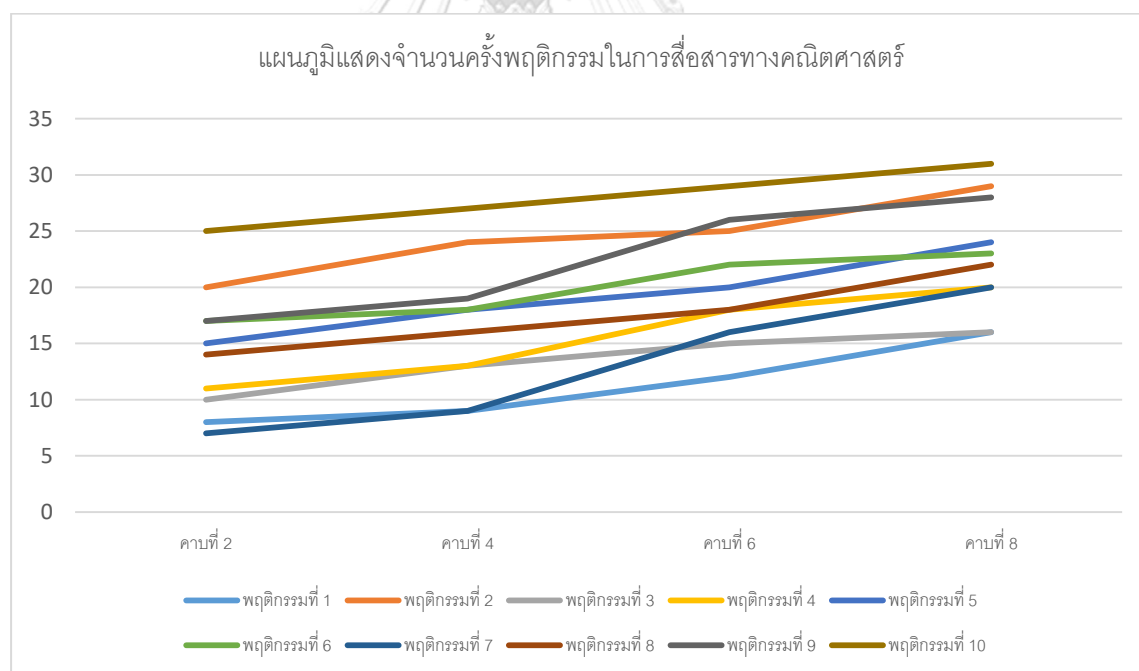
ตารางที่ 17 ตารางแสดงตารางแสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

พฤติกรรมที่สังเกต	การสังเกตในคาบที่ 2		การสังเกตในคาบที่ 4		การสังเกตในคาบที่ 6		การสังเกตในคาบที่ 8	
	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	ร้อยละ จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	ร้อยละ จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม	จำนวนครั้ง ที่พบ พฤติกรรม
5. สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวมบันทึกและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์	15	48.39	18	58.06	20	64.52	24	77.42
6. เลือกใช้ประยุกต์และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆในการแก้ปัญหา	17	54.84	18	58.06	22	70.97	23	74.19
7. ใช้การนำเสนอจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพทางสังคมทางคณิตศาสตร์	7	22.58	9	29.03	16	51.61	20	64.52
8. มีการค้นคว้าออกแบบแนวคิดทางคณิตศาสตร์	14	45.16	16	51.61	18	58.06	22	70.97
9. มีการบันทึกข้อมูลต่างๆระหว่างการทำเนิการหาคำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	17	54.84	19	61.29	26	83.87	28	90.32

ตารางที่ 17 ตารางแสดงตารางแสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

พฤติกรรมที่สังเกต	การสังเกตในคาบที่ 2		การสังเกตในคาบที่ 4		การสังเกตในคาบที่ 6		การสังเกตในคาบที่ 8	
	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	จำนวนครั้ง	จำนวนครั้ง	ร้อยละ	จำนวนครั้ง	จำนวนครั้ง
ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม	ที่พบพฤติกรรม
10. มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้	25	80.65	27	87.10	29	93.55	31	100.00

จากตารางที่ 16 แสดงผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง จากรายการพฤติกรรมทั้งหมด 10 รายการ และสามารถแสดงเป็นแผนภูมิ เรียงตามลำดับพฤติกรรมจากตารางได้ดังนี้



ภาพที่ 14 แสดงแผนภูมิจำนวนครั้งพฤติกรรมในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 14 และตารางที่ 16 สามารถเรียงลำดับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามากที่สุดไปสู่พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกน้อยที่สุด ได้ดังนี้

1) มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ผลการสังเกตสรุปว่า นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้น ในการโต้ตอบ และแสดงความคิดเห็น ทั้งด้านการเรียน และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในกลุ่มของตนเอง ผ่านสื่อที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ (ร้อยละ 100.00)

2) สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน

ผลการสังเกตสรุปว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ครู ในรูปแบบของแผนภาพสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบ หรือ อภิปรายในประเด็นคำถาม ไม่ออกนอกเรื่อง (ร้อยละ 93.55)

3) มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหาคำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการบันทึกข้อมูลที่ได้ ทั้งจากขั้นกำหนดประเด็น อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หาข้อสรุปกลุ่ม และหาข้อสรุปบทเรียน เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การแทนด้วยตัวแปร หรือสร้างตารางประกอบ (ร้อยละ 90.32)

4) สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สร้าง และนำเสนอข้อมูลออกมาเป็นแผนภาพ ตาราง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อ รวบรวม จัดบันทึกออกมาเป็นแนวทางทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้สื่อสาร อธิบายได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนบางส่วนยังอธิบายแนวคิดของตนเองไม่ชัดเจน (ร้อยละ 77.42)

5) เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนนำสื่อที่ครูได้เตรียมให้ ประยุกต์และปรับเปลี่ยน ในการนำเสนอเป็นแนวทางของตนเอง เพื่อนำเสนอ หาคำตอบ อธิบายประเด็นคำถาม หรืออธิบายแบบฝึกหัดในสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนอีกส่วนเลือกใช้วิธีการนำเสนอที่สามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในบางปัญหา (ร้อยละ 74.19)

6) มีการค้นคว้า ออกแบบ แนวคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้ค้นคว้า ประเด็นคำถาม หาคำตอบ และนำข้อมูลที่ได้มาร่วมกันออกแบบเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม และของตนเอง แต่ยังมีรายละเอียด

บางส่วนที่ไม่ครบถ้วน หลังสรุปออกมาเป็นแนวคิดของตนเอง ซึ่งครูผู้สอนจะช่วยอธิบายเพิ่มเติมใน ขณะที่ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์นั้น (ร้อยละ 70.97)

7) ใช้การนำเสนอ จำลอง และตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคม ทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงพฤติกรรมนี้จะสามารถนำเสนอสถานการณ์ ปลายเปิด เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา อภิปรายและเปรียบเทียบรวมทั้งกลุ่มหรือทั้งชั้น รวมไปถึงสรุปแนวคิดจากการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนอีกส่วนยังมีข้อผิดพลาดบ้างในบาง สถานการณ์ เช่นกันเปรียบเทียบวิธีคิดระหว่างกลุ่ม (ร้อยละ 64.52)

8) ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงพฤติกรรมนี้ ในระหว่างแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในกลุ่ม หรือ การนำเสนอแนวคิดของกลุ่มหน้าชั้นเรียน จะใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และตรงกับประเด็นคำถาม หรือ ผิดพลาดน้อยมาก (ร้อยละ 64.52)

9) ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงพฤติกรรมนี้ จะเป็นนักเรียนที่สื่อสารเยอะ หรือ แสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่าง ๆ เยอะ ซึ่งนักเรียนจะจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างดีเยี่ยม แต่กับนักเรียนที่สื่อสารน้อยลง การจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ก็จะน้อยลงด้วย (ร้อยละ 51.16)

10) วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของผู้อื่น

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนประมาณครึ่งหนึ่ง จะวิเคราะห์ และประเมินความคิดของผู้เรียน ผู้อื่น ขนที่ออกมานำเสนอ อธิบายข้อสรุป หรือวิธีคิด (ร้อยละ 51.16)

ตารางที่ 18 ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ
เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	แปล ความหมาย
ด้านเนื้อหา			
1. ฉันคิดว่าเนื้อหาในบทเรียนมีความง่ายเหมาะสม	4.77	0.50	มากที่สุด
2. ฉันคิดว่าเนื้อหาจัดแบ่งเวลาเหมาะสมกับการเรียน	4.06	0.51	มาก
สรุป	4.42	0.51	มาก
ด้านเครื่องมือ			
1. การนำเสนอ ด้วย Interactive tool มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ	4.45	0.72	มาก
2. Interactive tool ทำให้ฉันเกิดความเข้าใจมากขึ้น	4.10	0.83	มาก
3. การมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือ ง่ายและสะดวก	3.87	0.81	มาก
4. การเชื่อมโยงไปหาแหล่งข้อมูลออนไลน์ ทำให้ฉันสะดวกต่อ การหาความรู้เพิ่มเติม	3.90	0.65	มาก
สรุป	4.08	0.75	มาก
ด้านการนำไปใช้			
1. ฉันคิดว่าจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสม และไม่ อึดอัด	4.29	0.74	มาก
2. กิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนทำให้ฉันสามารถแลกเปลี่ยนความ คิดเห็น และประสบการณ์กับเพื่อนได้อย่างอิสระ	4.19	0.75	มาก
3. ฉันพยายามสื่อสาร สื่อความหมาย ในสิ่งที่ฉันเข้าใจ	4.26	0.73	มาก
4. ฉันสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	3.90	0.75	มาก
5. การค้นหาข้อมูลด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยให้เกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์	3.97	0.80	มาก
6. ฉันคิดว่าการแลกเปลี่ยนความคิดด้วยวิธีการที่ หลากหลายทำให้ฉันกล้าแสดงความคิดเห็นเพิ่มขึ้น	4.10	0.75	มาก
7. ฉันคิดว่ากิจกรรมการอภิปราย และเทคนิค think – talk – write ช่วยให้มีการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างชัดเจน	4.23	0.76	มาก

ตารางที่ 18 ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ
เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน	แ	ป	ล
	\bar{x}	มาตรฐาน			ความหมาย
		<i>S.D.</i>			
ด้านการนำไปใช้					
8. ฉันคิดว่าการสรุปกลุ่ม และการสรุปชั้นเรียน ช่วยให้คำตอบของปัญหาถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น	4.19	0.75			มาก
9. ฉันคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันมีความเข้าใจคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น	4.16	0.78			มาก
10. ฉันคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันอยากเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.19	0.79			มาก
11. ฉันคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และกล้าแสดงออก	4.00	0.89			มาก
12. ฉันคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับการเรียนคณิตศาสตร์	4.35	0.71			มาก
สรุป	4.15	0.77			มาก

ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 4.5 โดย 4.50 – 5.00 = มากที่สุด 3.50 – 4.49 = มาก 2.50 – 3.49 = ปานกลาง 1.50 – 2.49 = น้อย และ 1.00 – 1.49 = น้อยที่สุด

จากตารางที่ 18 พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่ผู้เรียนมีต่อรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในภาพรวมจะอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.17, S.D.=0.73$) เมื่อพิจารณาในรายด้านพบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ยกเว้นในหัวข้อ ฉันคิดว่าเนื้อหาในบทเรียนมีความง่ายเหมาะสม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.77, S.D.=0.50$)

4. ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบ มีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ว่า การเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ เป็นการเรียนที่สนุกสนาน นักเรียนใช้สื่อในการทำกิจกรรมได้ ง่าย และนักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้น ซึ่งช่วยการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ ดังข้อความสนับสนุนต่อไปนี้

“การใช้สื่อทำได้ง่าย และสะดวกต่อการทำกิจกรรม แต่โจทย์บางข้อใช้เวลาในการวิเคราะห์ โจทย์ค่อนข้างนานจึงหาข้อสรุปนานด้วย” นักเรียนเลขที่ 13

“ชอบการที่ได้พูดคุยกับเพื่อน ๆ เหมือนเป็นการเปิดใจ ช่วยกันคิด” นักเรียนเลขที่ 9

“สนุกกับกิจกรรมแข่งขันระหว่าง 2 ทีมในคาบสุดท้าย และยังได้ความรู้เพิ่มเติม”

“ได้ใช้สื่อในการเรียน และออกแบบข้อสรุปหลาย ๆ แบบแต่ชอบการวาดเพราะชอบวาดรูป ครึ่ง” นักเรียนเลขที่ 17

“ทำให้รู้ว่าเรียนเรื่องนี้แล้วเอาไปทำอะไรคะ” นักเรียนเลขที่ 18

“ชอบพิมพ์คุยกับเพื่อนครับ ความรู้สึกเหมือนแชทคุยกัน ได้ความรู้และความเข้าใจ”

นักเรียนเลขที่ 25

“ได้วิธีคิดหาคำตอบหลายแบบคะ ไม่เหมือนกับที่เราใช้คิด แต่คำตอบเหมือนกันนะคะ”

“เหมือนมีเพื่อนคอยทิวให้ทุกคาบครับ บางคาบผมก็ทิวให้เพื่อน” นักเรียนเลขที่ 28

“ฟังเวลาเพื่อนนำเสนอได้ความรู้ใหม่ ๆ เยอะเลย” นักเรียนเลขที่ 29

“แข่งกันทำในแบบฝึกหัดท้ายบท ตื่นเต้นดีครับ แบบฝึกหัดหลากหลาย

แต่ใช้เวลาในการคิดบางข้อนานนิดนึงครับ” นักเรียนเลขที่ 30

ตอนที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรื่องรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ใน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบฯ มาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบฯ แล้วนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินรับรองรูปแบบฯ

ผลการนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีงรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ โดยมิเกณฑ์ในการวิเคราะห์ดังนี้ 4.50 – 5.00 = มากที่สุด 3.50 – 4.49 = มาก 2.50 – 3.49 = ปานกลาง 1.50 – 2.49 = น้อย และ 1.00 – 1.49 = น้อยที่สุด ซึ่งผลจากการประเมินรับรองรูปแบบแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนรู้	ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน <i>S.D.</i>	แปล ความหมาย
บทนำ			
หลักการและเหตุผล	4.4	0.55	มาก
วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ	4	0.71	มาก
รูปแบบและคำอธิบาย			
แผนภาพแสดงรูปแบบการเรียนรู้	4.2	0.45	มาก
องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ	4.05	0.37	มาก
เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ฯ			
ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมี	4.23	0.55	มาก
ปฏิสัมพันธ์ ฯ			
รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการ	4	0.71	มาก
เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง			
คณิตศาสตร์			
โดยภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้สามารถนำไปใช้	4	0	มาก
ปฏิบัติในสถานการณ์จริงได้			
รวม	4.12	0.48	มาก

จากตารางที่ 19 พบว่าในภาพรวมของการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสม แสดงว่ารูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการประเมินรับรองรูปแบบฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับ (มาก)

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาแบบฯ และการนำแบบฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อหาที่ใช้เป็นเพียงเรื่องลำดับและอนุกรมเท่านั้น ควรที่จะนำเนื้อหาอื่นที่มีในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือนักเรียนเรียนมาเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสื่อสารเพิ่มมากขึ้น
2. แนวคิดทางคณิตศาสตร์มีลักษณะอย่างไร ควรมีเกณฑ์เขียนพฤติกรรมให้ชัดเจน
3. รูปแบบนี้มีความน่าสนใจมากแต่คงต้องปรับเนื้อหาที่จะมาทำสื่อ ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ ไม่ง่ายเกินไปมีความท้าทายเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง
4. การเรียนรู้แบบ online มีข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจจะเข้าถึงได้ต่างกัน แต่ปัญหานี้น่าจะคลี่คลายได้จากการที่เทคโนโลยีเหล่านี้ค่อนข้างถูกและกว้างขวาง นักเรียนทุกคนน่าจะมีอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ หรือทางโรงเรียนอาจจัดหาห้องคอมพิวเตอร์สำหรับการสอนรูปแบบนี้ได้
5. องค์ประกอบทั้งหมด เน้นเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ ซึ่งนำรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียว และควรเพิ่มองค์ประกอบด้าน เครื่องมือ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งการวัดประเมินผล
6. องค์ประกอบที่ 3 อยากให้อธิบายว่าปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย เนื้อหาจะมีลักษณะอย่างไร

บทที่ 5

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดของรูปแบบ โดยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ

1. หลักการและเหตุผลของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. องค์ประกอบของ รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2. ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การนำรูปแบบรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ปฏิบัติ

1. วิธีการนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปใช้

2. เงื่อนไขของการนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปใช้

ตอนที่ 1

บทนำ

หลักการเหตุผล

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) โดยที่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564) ที่มุ่งให้การศึกษและการเรียนรู้มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล พัฒนาคนไทยให้มีทักษะการคิดสังเคราะห์ สร้างสรรค์ ต่อยอดสู่นวัตกรรม มีทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี มีการเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิต และส่งเสริมระบบการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM Education) เพื่อพัฒนาผู้สอนและผู้เรียนในเชิงคุณภาพ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างการเรียนรู้กับการทำงาน (Work Integrated Learning) นอกจากนี้ สสวท. ได้ศึกษาแนวโน้มด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี พบว่าประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ให้ความสำคัญกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (Partnership for the 21st Century Skills, 2016) ได้แก่ การคิดแบบมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem – Solving) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation) ควบคู่กับความสามารถการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

แต่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีผลทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สังเกตได้จากรายงานสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 โดยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 30.72 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมาก และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 และจาก

รายงานผลการประเมิน PISA 2018 พบว่า ในวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนไทยที่มีความสามารถระดับ 1 มีถึงร้อยละ 53 ซึ่งระดับ 1 เป็นระดับที่ต่ำสุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562) โดยที่การประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของ PISA จึงให้ความสำคัญชัดเจนที่ความต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต ซึ่งต้องการให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบค้นตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้ต้องการทักษะหลายอย่าง เป็นต้นว่า ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล ทักษะการโต้แย้ง การสื่อสาร ทักษะการสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหาและการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์ การดำเนินการ ในกระบวนการเหล่านี้ นักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ทับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน ดังนั้นการที่ PISA เลือกใช้คำว่า ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ แทนคำว่า “ความรู้คณิตศาสตร์” เพื่อเน้นความชัดเจนของความรู้คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งนี้ โดยถือข้อตกลงเบื้องต้นว่าการที่คนหนึ่งจะใช้คณิตศาสตร์ได้ คนนั้นจะต้องมีความรู้พื้นฐานและทักษะทางคณิตศาสตร์มากพออยู่แล้ว ซึ่งนั่นหมายถึงสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ขณะอยู่ที่โรงเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

ซึ่งเห็นได้ว่าความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการสื่อสารที่มีความหมาย เป็นภาษาเฉพาะ รัดกุม สามารถสื่อสาร และนำมาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน โดยมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด และการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนควรได้รับการส่งเสริมให้มีการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Mathematics, 1989) คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของการใช้งานในชีวิตจริง การพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม จึงมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน คณิตศาสตร์ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้นในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุผล และการมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะชีวิต (ตั้งประเสริฐ, 2558)

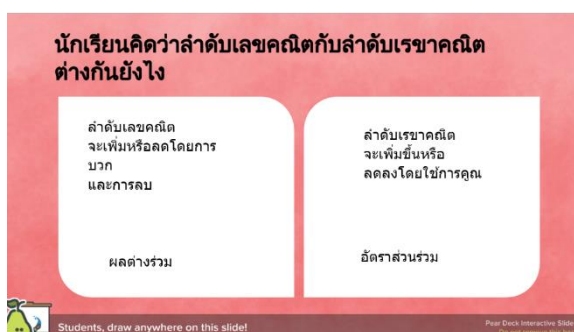
Khlaisang & Songkram (2013) ได้กล่าวว่าผู้เรียนในปัจจุบันคาดว่าจะใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางวิชาการ และการพัฒนาของเครือข่ายสังคม ในห้องเรียนรวมถึงความแพร่หลายในการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่แบบไร้สาย ซึ่งมีทำให้เกิดความท้าทาย มีความต่อเนื่องและได้รับการโต้ตอบในทันทีซึ่งต่างจากการสอนรูปแบบดั้งเดิมที่จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่า ซึ่ง Kereluik, Mishra, fahnoe & Terry (2013) ได้คิดสอดคล้องกับบทความของ Rotherham and Willingham (2010) ที่ได้อธิบายว่า เป้าหมายหลักของการศึกษาไม่ได้เปลี่ยนไปในศตวรรษที่ 21 แต่วิธีการได้รับผลอย่างชัดเจนจากผลของการเปลี่ยนแปลงของ เทคโนโลยีเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอน นานกว่าศตวรรษ นับตั้งแต่ยุคของวิทย์ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ สู่ยุคการสอนแบบโปรแกรมและพัฒนา

เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่คอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอน และต่อเนื่องมาถึงยุคของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสามารถเชื่อมโยงโลกเข้าไว้ด้วยกัน คอมพิวเตอร์ก็ยังมีบทบาทสำคัญต่อวงการศึกษามาก เพราะทำให้โลกถูกย่อขนาดลงมาเป็นห้องเรียนขนาดใหญ่ที่มี สารสนเทศ ข้อมูลและสื่อการเรียนการสอนหลากหลายรูปแบบที่ใครก็สามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการของตนเอง (สงคราม, 2557) เทคโนโลยีในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในด้านการเรียนการสอน ที่อำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้และมีประสิทธิภาพมากขึ้นการนำเอาเครื่องมือ (Tools Application) ในการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนรู้ รวมถึงการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ การสอนแบบผสมผสานระหว่างการสอนแบบออนไลน์และการสอนแบบบรรยายในห้องเรียนจริง จะเกิดเป็นระบบการเรียนการสอนที่มีสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา ผู้เรียนสามารถโต้ตอบ และแสดงความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม ซึ่งจะเป็แรงจูงใจในการเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับเนื้อหา รวมไปถึงผู้เรียนกับอุปกรณ์ ซึ่งจะทำให้เกิดบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์จะสนับสนุนผู้เรียนทั้งในด้านของ การคิด ระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นโดยการพูดและการเขียน โดยการสนทนาผ่านเว็บ การนำเสนอข้อสรุปหรือวิธีทำที่ได้จากการเรียน จะมีการโต้ตอบ (Feedback) และให้แรงเสริม (Reinforcement) จากผู้สอนซึ่งคอยเป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และชี้แนวทางในแต่ละขั้นตอนของการเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ รวมไปถึงทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์เป็นที่น่าสนใจเพราะการเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งก่อนการเรียน ระหว่างการเรียน และหลังการเรียน ใช้ทั้งทบทวนการเรียนรู้ ประหยัดเวลาในการเรียนโดยให้ผู้เรียนเรียนล่วงหน้า เหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้กิจกรรมการมีปฏิสัมพันธ์มีความสามารถในการเสริมสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียน โดยเป็นการสนับสนุนผู้เรียนให้เื้อื่อต่อการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์จึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างแรงผลักดันช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในเชิงบวกและในการพัฒนาการสนทนาเชิงสร้างสรรค์ (Villardón-Gallego, García-Carrión, Yáñez-Marquina, & Estévez, 2018)

การจัดการเรียนคณิตศาสตร์ในรูปแบบการอภิปรายนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มศักยภาพให้ผู้เรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ผู้วิจัยจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเทคนิค Think - Talk - Write เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมความสามารถทางการสื่อสารผ่านทางช่องทางทางการพูดและการเขียน โดยแนวความคิดนี้มีพื้นฐานมาจากความเข้าใจทางการเรียน ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น และเขียนสรุปได้ ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ

ที่จะต้องพัฒนาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้ 1) การคิด (Think) ผู้เรียนแต่ละคนคิดวิเคราะห์ถึงคำตอบที่เป็นไปได้ แล้วจดบันทึกสิ่งที่อ่านซึ่งจะเขียนในรูปแบบภาษาของตนเอง เพื่อบันทึกความรู้ 2) การพูด (Talk) ผู้เรียนจะสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม หรือในชั้นเรียน เพื่อสื่อสาร ความคิดเห็น ความคิด การอภิปรายในกลุ่ม จะช่วยพัฒนาความเข้าใจและทักษะการสื่อสารของผู้เรียน 3) การเขียน (Write) เป็นการแสดงผลที่ได้จากการอภิปราย ยุทธวิธี ผลที่ได้รับหรือคำตอบได้ โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิค Think - Talk - Write มาแทรกในการจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบอภิปรายทุกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้สนใจในการใช้เทคนิค Think - Talk - Write เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เช่น (ทองนาค, 2559) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think - Write - Talk ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ที่ได้รับผลจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค Think Write Talk สูงขึ้น สุดารัตน์ ภิรมย์ราช (2555) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิค Think - Talk - Write ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า พัฒนาการทางด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Agus and Haninda (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write พบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีการจัดการเรียนรู้แบบ Think - Talk - Write สูงขึ้นกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น การเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write อาจจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

การเรียนรู้เน้นการ online ที่ผู้เรียนเข้าถึงได้ ผ่านอุปกรณ์ที่หลากหลาย โดยกระบวนการเรียนรู้ ดำเนินโดยใช้ห้องเรียนเสมือน ผ่านระบบจัดการเรียนรู้ (google classroom) และการใช้ส่วนเสริม (add - on) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ร่วมกับการใช้โปรแกรมสำหรับทำแบบทดสอบ โดยมีตัวอย่างรูปแบบเชิงเทคนิค ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 15 google slide โดยใช้เทคนิคการคิด (Think) ผ่าน Pear deck จากภาพที่ 15 แสดงถึงการใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด ในขั้นนำก่อนดำเนินการอภิปราย

Solve: [แบบที่เรียนจะแบ่งตัวจาก 1 เป็น 2 ตัวใช้เวลา 1/2 ชั่วโมง อยากทราบว่าใน 1 วันจะมีแบบที่เรียนทั้งหมดกี่ตัว]
Show your work below and put the answer in the yellow box.

$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

$$= \frac{1(1-2^{48})}{1-2}$$

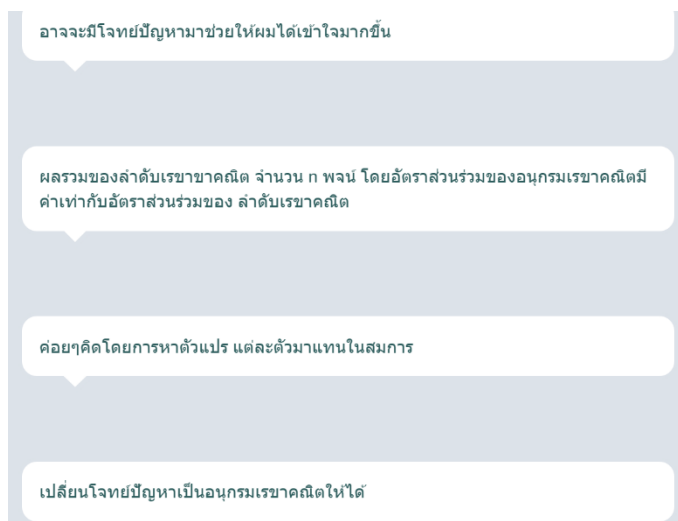
$$= -\frac{(1-2^{48})}{1}$$

หรือ: $2^n = 25$

1, 2, 4, ...

$-(1-2^{48})$

ภาพที่ 16 google slide โดยใช้เทคนิคการคิด (Think) ผ่าน Peardeck จากภาพที่ 16 แสดงให้เห็นถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถอธิบายออกมาเป็นแผนภาพ วิธีการหาคำตอบ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อมานำเสนอวิธีคิด และอภิปรายกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 17 google slide โดยใช้เทคนิคการพูด (Talk) ผ่าน Peardeck

จากภาพที่ 17 จะแสดงให้เห็นถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งผู้สอนได้ตั้งประเด็นคำถาม จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง เปรียบเสมือนกับการสนทนาผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ร่วมกันอภิปราย คิดหาวิธีแก้ไขปัญหา

กิจกรรมกลุ่ม : ในการปล่อยจรวดสู่อวกาศเหนือระดับน้ำทะเล
 วินาทีแรกจรวดขึ้นไปได้สูง 45 ไมล์ ในวินาทีต่อไปจรวดขึ้นไปได้
 สูงน้อยลงวินาทีละ 5 ไมล์เสมอ จงหาว่านานเท่าใดจรวดจึงจะขึ้น
 ไปสูงกว่าระดับน้ำทะเล 210 ไมล์ 45, 40, 35, ...

$$S_n = \frac{n}{2} (2a_1 + (n-1)d)$$

$$210 = \frac{n}{2} (2(45) + (n-1)(-5))$$

$$210 = \frac{n}{2} (90 + 5n - 5)$$

$$420 = 90n + 5n^2 - 5n$$

$$0 = 5n^2 + 85n - 420$$

$$0 = n^2 + 17n - 84$$

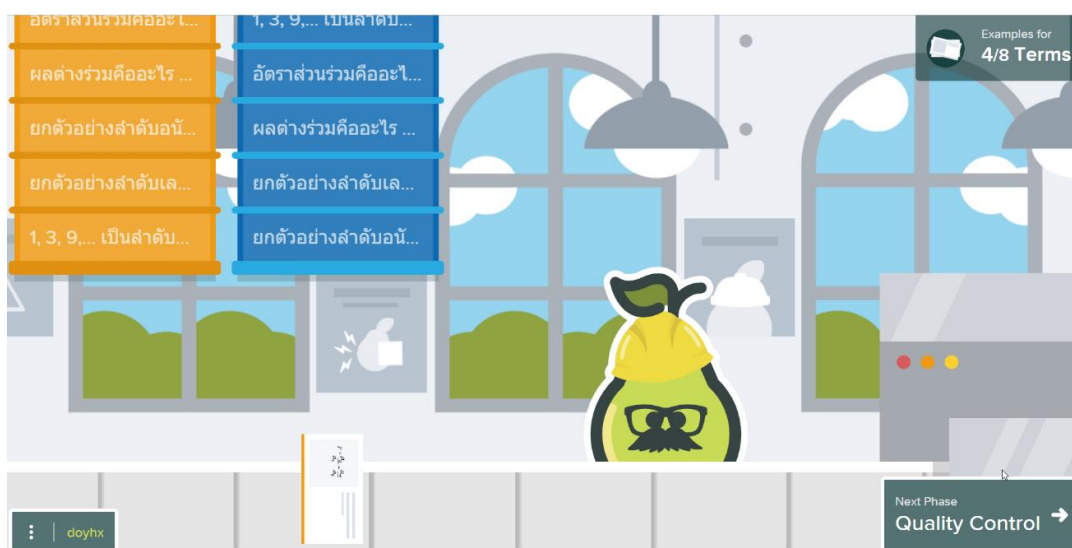
$$0 = (n+21)(n-4)$$

$$n = 4, -21$$

Students, draw anywhere on this slide! Pear Deck Interactive Slide Do not remove this bar

ภาพที่ 18 google slide โดยใช้เทคนิคการเขียน (Write) ผ่าน Peardeck

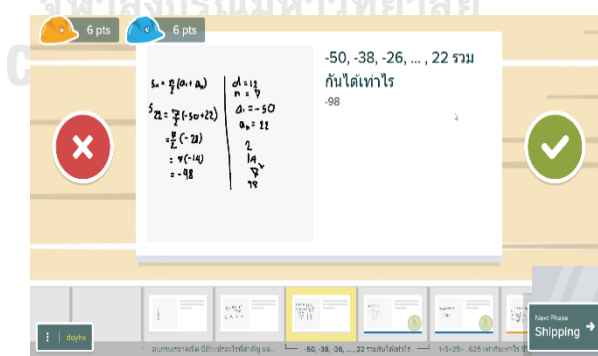
จากภาพที่ 18 จะแสดงให้เห็นถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งผู้สอนได้สร้างโจทย์ปัญหา จากนั้นผู้เรียนแต่ละคน คิดวิธีแก้ปัญห และนำเสนอ



ภาพที่ 19 การใช้เทคนิค Think – Talk – Write ผ่าน Peardeck Vocabulary

จากภาพที่ 19 เมื่อนักเรียนอภิปราย ร่วมกันพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตามประเด็นคำถาม และได้ข้อสรุปอย่างชัดเจนแล้ว นักเรียนจะสามารถแก้โจทย์ปัญหา ประยุกต์ความรู้ที่ได้รับมาเป็นวิธีการคิดของตนเอง

นอกจาก Peardeck ที่เป็นส่วนเสริมของ google slide แล้ว Peardeck Vocabulary ถือเป็นเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งสามารถจับคู่ผู้เรียนเป็น 2 ทีมเพื่อแข่งกันตอบปัญหา และร่วมกันวิเคราะห์ในแต่ละข้อว่ามีวิธีคิดอย่างไร มีวิธีอื่นอีกหรือไม่ หรือทำผิดตรงไหน โดยในท้ายที่สุดจะมี 1 ทีมที่ได้คะแนนเยอะ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 20 การใช้เทคนิค Think – Talk – Write ผ่าน Peardeck Vocabulary

จากภาพที่ 20 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนที่ถูกแบ่งเป็น 2 ทีม จะได้จับคู่กับเพื่อนในทีมอีก 1 คน เพื่อร่วมกันแสดงวิธีคิดของโจทย์ข้อเดียวกัน แล้วสรุปออกมาเป็นคำตอบ โดยเมื่อทำแต่ละข้อเสร็จแล้วคำตอบจะถูกส่งให้ผู้สอน เพื่อนำมาแสดงให้ทุกคนในห้องร่วมกันวิเคราะห์อีกครั้งว่าเป็นวิธีที่ดีหรือยังมีจุดผิดพลาด แล้วร่วมกันแก้ไข

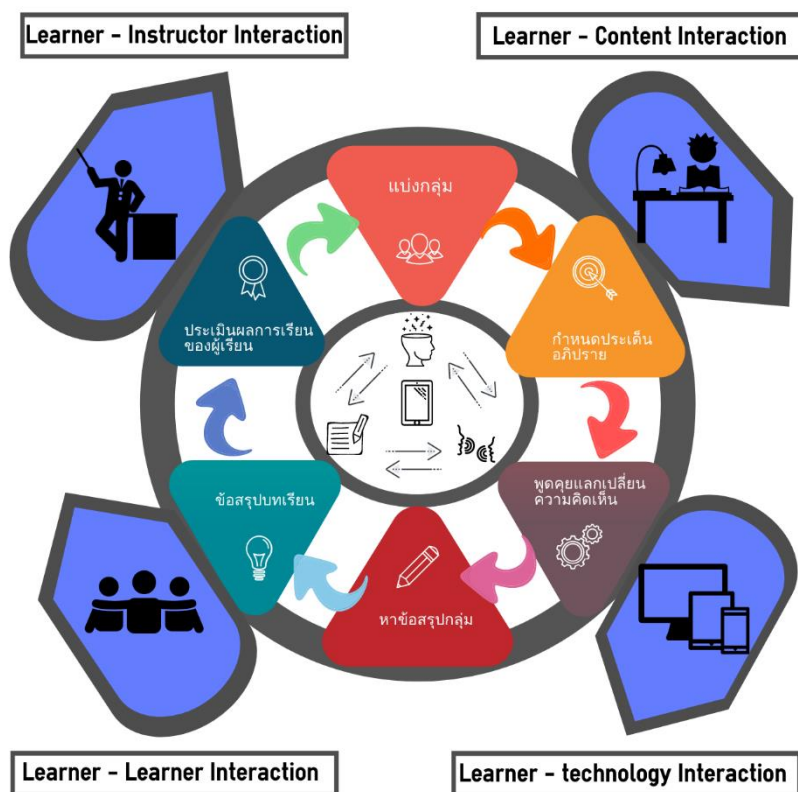
จากจุดเด่นของระบบการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย และเทคนิค Think – Talk – Write ดังข้างต้น จึงขอเสนอองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีงรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีงรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 4 องค์ประกอบได้แก่

1. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน
2. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
3. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา
4. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ

ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรีงรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. การแบ่งกลุ่ม
2. กำหนดประเด็นอภิปราย
3. พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
4. หาข้อสรุปกลุ่ม
5. ข้อสรุปบทเรียน
6. ประเมินการเรียนของผู้เรียน



ภาพที่ 21 โมเดลรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ผ่านการรับรองจากผู้เชี่ยวชาญ



รายละเอียดขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 4 องค์ประกอบได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารโต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน 1) แบบรายคู่ เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น ช่วยเหลือกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง สามารถจัดเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) แบบกลุ่มศึกษา เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการจัดกิจกรรมที่สามารถเน้นผู้เรียนรายคนปฏิสัมพันธ์กลุ่ม หรือ เน้นระหว่างกลุ่ม 3) แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เช่น ผู้เรียนศึกษางาน นำเสนอและรับข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่ม 4) แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน กลุ่มบุคคลภายนอก

องค์ประกอบที่ 2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้ดำเนินการ ผู้สอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหา การสอนเพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและคอยช่วยเหลือ และแนะแนวทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยจะเป็น 1) การปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในการเรียนแบบอภิปราย ทั้งเป็นกลุ่ม หรือเป็นคู่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ 2) การปฏิสัมพันธ์ในประสบการณ์เสมือนจริง ผู้ออกแบบสร้างแวดล้อมจำลองจากสถานที่ต่าง ๆ มีการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบความคิดด้วยการแก้ปัญหา ร่วมมือกันเมื่อเข้ามายังเว็บไซต์นั้น ๆ สร้างภาพสามมิติจำลองให้เกิดมิติเสมือนกับการใช้เครื่องมือสื่อสารในเวลาจริง 3) การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึง ประเภทของการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี โดยอาศัยเครื่องมือบนเครือข่าย สร้างปฏิสัมพันธ์กัน การสร้างความปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้พบกันจริง ความสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ช่วยให้บรรลุเป้าหมายวัตถุประสงค์

องค์ประกอบที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย ที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะอย่างเป็นระบบ สามารถนำเสนอข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน สะดวกต่อการศึกษา ทั้งในเรื่องขอเวลา และเหมือนมีคนถ่ายทอดและกระตุ้นซึ่งนำการเรียนรู้ โดยเนื้อหาจะมีลักษณะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด วิเคราะห์

องค์ประกอบที่ 4 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ

ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อหาความรู้ ในทำนองเดียวกันนักเรียนประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการออกแบบความรู้ แนวความคิดของตนเองเพื่ออธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ

รายละเอียดของขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการแบ่งกลุ่ม

จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยแบ่งสมาชิกกลุ่ม เป็นกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน จำนวน 4 - 5 คน จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อน เมื่อจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้ว ผู้สอนควรดูแลให้กลุ่มจัดที่นั่งภายในกลุ่มให้เรียบร้อย ให้อยู่ในลักษณะที่ทุกคนมองเห็นกันหรือสามารถติดต่อกันได้ด้วย interactive tools และรับฟังกันได้ดี นอกจากนั้นในกรณีที่มีหลายกลุ่ม ผู้สอนควรจัดกลุ่มให้ห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เสียงอภิปรายจากกลุ่มรบกวนกันและกัน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย

ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกำหนดประเด็นอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูล ตามหัวข้อที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนด โดยประยุกต์ใช้ interactive tools ให้มีส่วนช่วยในการกำหนดประเด็นอภิปราย

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้สำหรับการอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็น และทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะสร้างสถานการณ์โดยการพูด การเขียน สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเอง หรือสร้างข้อความแย้งที่น่าสนใจ

ขั้นตอนที่ 4 ค้นหาข้อสรุปกลุ่ม

ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจ และรวมความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ผู้เรียนจะเข้าใจสาระสำคัญในหัวข้อประเด็นอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนจะสรุปเป็นแผนภาพ กราฟ ตาราง ข้อความ แนวคิด หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำมาประยุกต์ แกะไขร่วมกับ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ให้ เพื่อให้การสร้างแนวคิดของนักเรียนมีประสิทธิภาพสูงสุด

ขั้นตอนที่ 5 ค้นหาข้อสรุปบทเรียน

ผู้เรียนจะนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มผ่าน interactive tools ออกมาเป็นแผนภาพ ข้อความ และสัญลักษณ์ สามารถอธิบายความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนต่างกลุ่มสามารถสร้างข้อขัดแย้ง หรือซักถามข้อสงสัย และผู้สอนสามารถซักถามสาระสำคัญและช่วยอธิบายให้ชัดเจนขึ้น และขยายความรู้และทักษะการสื่อสารของนักเรียนแต่ละคนผ่าน interactive tools

ขั้นตอนที่ 6 ชั้นประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยเป็นการวัดตามสภาพจริง และจากร่องรอยใน interactive tools ทั้งแบบ real time และ take away ที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำ โดยจะพิจารณาจากความถูกต้อง และความเหมาะสมในการใช้รูปภาพ กราฟ ตาราง ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย

ตอนที่ 3 การนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ปฏิบัติ

การนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ปฏิบัติ ประกอบด้วย 1) วิธีการนำรูปแบบฯ ไปใช้ และ 2) เงื่อนไขของการนำรูปแบบฯ ไปใช้

1. วิธีการนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้

1.1 ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีการเตรียมความพร้อมก่อนการสอน นั่นคือผู้สอนจะต้องเตรียมพร้อมในด้านเครื่องมือ โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการจัดการเรียนการสอนภายในโรงเรียน ซึ่งได้แก่ ห้องเรียน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตภายในโรงเรียน (LAN, Wi-Fi) และอุปกรณ์การเรียนรู้ที่ใช้ ทั้งคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์การเรียนรู้เคลื่อนที่ของนักเรียนเอง ควรมีการแนะนำการใช้สื่อการสอน (interactive tools) ให้กับผู้เรียน

1.2 ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียน ในด้านเครื่องมือหรือโครงสร้างพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน รวมไปถึงการทำกิจกรรมในห้องเรียน

1.3 ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีการปฐมนิเทศ เพื่อชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการเรียน ขั้นตอนการเรียนต่าง ๆ และกิจกรรมของรูปแบบฯ ให้ผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้สอน นักเรียน เจ้าหน้าที่ เป็นต้น โดยชี้ให้เห็นประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ในรูปแบบฯ นี้ เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะเกิดประโยชน์หรือมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อเมื่อ ได้รับความร่วมมือหรือเห็นคุณค่าประโยชน์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

1.4 ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีการเก็บข้อมูลและตรวจสอบความมีส่วนร่วมของผู้เรียน และผลที่ได้จากการเรียนเป็นระยะๆ ตลอดระยะเวลาในการใช้รูปแบบฯ เพื่อความแน่ใจว่าผู้เรียนจะเกิดความรู้ หรือพัฒนาทักษะในด้านนั้นจริง หากมีปัญหาเกิดขึ้นผู้สอนจะสามารถแก้ไขสถานการณ์นั้นๆ ได้อย่างทันท่วงที

1.5 ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับ ถึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด แต่ถึงกระนั้นผู้สอนสามารถปรับระยะเวลาและความเหมาะสมของกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละชั้น ตามความเหมาะสม

เงื่อนไขของการนำรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้

1. รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน 3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา 4) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ และมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขึ้นแบ่งกลุ่ม 2) ขึ้นกำหนดประเด็นอภิปราย 3) ขึ้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4) ขึ้นหาข้อสรุปกลุ่ม 5) ขึ้นหาข้อสรุปบทเรียน 6) ขึ้นประเมินผลการเรียน ดังนั้น หากนำรูปแบบฯ ไปใช้ให้ได้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้สอนควรดำเนินกิจกรรมให้ครอบคลุมทั้ง 4 องค์ประกอบ และทั้ง 6 ขั้นตอน ทั้งในด้านของบุคคล ด้านสื่อการสอนและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2. ในการนำรูปแบบฯ ไปใช้ จะเน้นการใช้ Interactive tools ดังนั้นควรเตรียมความพร้อมในด้านของอุปกรณ์อย่างเช่น ตัว interactive tools เอง คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์การเรียนรู้เคลื่อนที่ของนักเรียน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตลอดจนทักษะการใช้ของตัวผู้เรียนและผู้สอน

3. ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเนื้อหาที่เหมาะสมกับตัวผู้เรียนเอง และสามารถนำมาออกแบบกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียน

4. ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรให้คำแนะนำในการใช้งาน interactive tools อย่างใกล้ชิด และควบคุมดูแลและสนับสนุนผู้เรียนขณะทำกิจกรรมตามที่กำหนดให้ครบถ้วนทุกขั้นตอน

5. ผู้สอนที่นำรูปแบบฯ ไปใช้ ควรมีความสามารถในการควบคุมชั้นเรียนได้ดี เพื่อสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างราบรื่น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. เพื่อพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - talk - write และแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อร่างรูปแบบฯ และนำร่างรูปแบบฯ ที่ได้ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินและรับรองรูปแบบฯ และปรับแก้ตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้จริง

ระยะที่ 2 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วง ปทุมธานี ในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 31 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีการออกแบบและพัฒนาจากการวิเคราะห์กลุ่มนักเรียน เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดและหลักการของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากนั้นตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุง แก้ไขให้พร้อมก่อนนำไป ทดลองจริง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยสร้างเครื่องมือจากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการวิเคราะห์เนื้อหา สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

ประเด็นที่ 1 เรื่อง “ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต”

- ความหมายของลำดับ
- ลำดับเลขคณิต
- ลำดับเรขาคณิต

ประเด็นที่ 2 เรื่อง “อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต”

- อนุกรมเลขคณิต
- อนุกรมเรขาคณิต
- พจน์ทั่วไปของลำดับ

ประเด็นที่ 3 เรื่อง “การประยุกต์ใช้”

- การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเลขคณิต
- การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาเกี่ยวกับรายละเอียดของเนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ บทบาทผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาและขั้นตอนต่าง ๆ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสม และทำการ ปรับปรุง แก้ไขเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการทดลองต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากกรมวิชาการ และศศิธร แม้นสงวน ซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นอัตนัย ข้อคำถามแต่ละข้อจะเป็นการทดสอบด้วยโจทย์ สถานการณ์ เกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนนำเสนอโดยใช้ ภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์รวมถึงการนำเสนอข้อมูลโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ให้ 4 คะแนน ถ้าใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน ถ้าใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ให้ 2 คะแนนถ้า ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน ให้ 1 คะแนน ถ้าใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ใช้กราฟแผนภูมิ หรือตารางเลย และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน และให้ 0 คะแนนถ้าไม่นำเสนอ จำนวน 6 ข้อ 2 ชุด แบ่งเป็นก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำแบบวัดความสามารถทางการสื่อสารทั้งฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะศึกษา จำนวน 38 คน และนำผลมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ความยากง่ายของแบบวัด คัดเลือกข้อสอบจำนวนชุดละ 4 ข้อเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายอยู่ที่ 0.2 – 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เมื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร Cronbach's alpha พบว่ามีค่าความเที่ยงเท่ากับ .800

2. แบบสังเกตพฤติกรรม มีการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมาจากการศึกษา รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ หลักการและวิธีการวัดและประเมินผล เกี่ยวข้องกับความมีเหตุผลโดยอ้างอิงจากพฤติกรรมที่บ่งชี้ถึงการมีพฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 5 ประการ ได้แก่ 1) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปธรรม รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 2) สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและเขียน วัดรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต 3) ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4) สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความ

คาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ 5) สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน จากนั้นพัฒนาร่างแบบสังเกตพฤติกรรม โดยการวิเคราะห์และระบุตัวชี้วัดที่ใช้ในเกณฑ์การประเมินเป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผล แบ่งพฤติกรรมในการเห็นออกเป็น 10 พฤติกรรมย่อย รวมทั้งกำหนดร่องรอยพฤติกรรมและเขียนคำบรรยายลักษณะพฤติกรรมที่พึงประสงค์ นำแบบวัดไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนพิจารณาตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนโดยใช้รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งได้มาจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดประเด็นคำถามเพื่อพัฒนาแบบสอบถาม โดยเป็นแบบสอบถามที่เป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) และแบบปลายเปิดในการสร้างข้อคำถาม เพื่อสำรวจความคิดเห็นต่อความเหมาะสม ของขั้นตอนการพัฒนาตามรูปแบบฯ และสำรวจความคิดเห็นต่อบริการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ร่วมกับรูปแบบฯ นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตลอดจนความครบถ้วนและครอบคลุมของคำถามที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้จะเป็นวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการทดลองก่อนเรียน และหลังเรียน โดยทดลองกับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี ในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 31 คน

	E	O1	X	O2
เมื่อ	E	หมายถึง		กลุ่มทดลอง
	O1	หมายถึง		การทดสอบก่อนเรียน
	X	หมายถึง		การเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write
	O2	หมายถึง		การทดสอบหลังเรียน

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลา 8 คาบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลอง แบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนการสอน การเตรียมความพร้อมในการเรียนการสอน การเตรียมสถานที่ และอุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยความสำคัญต่อการเรียนรู้ในห้องเรียน เขียนบันทึกข้อความถึงผู้อำนวยการโรงเรียนให้ทราบถึงวิธีการสอน

คาบที่ 1 ปฐมนิเทศ และกิจกรรมการแบ่งกลุ่มผู้เรียน และวัดประเมินผลก่อนเรียน

1.1 ก่อนการทดลอง เตรียมสถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวก ในการทดลอง

1.2 แนะนำการใช้เครื่องมือในการเรียนรู้ และวิธีใช้งาน เพื่อความสะดวกต่อการเรียนการสอน

1.3 ทำการวัดความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการเรียน ด้วยแบบวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 2 ประกอบการเรียนการสอน ในคาบที่ 2 – 9 ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีประเด็นหลักของเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงเนื้อหาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง 2560) รวมระยะเวลา 8 คาบ ประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในคาบที่ 2 และ 9 รวมถึงการเก็บร่องรอยของการทำกิจกรรมในแต่ละคาบ แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น

คาบที่ 2 – 4 ประเด็นที่ 1 เรื่อง “ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต”

- ความหมายของลำดับ
- ลำดับเลขคณิต
- ลำดับเรขาคณิต

คาบที่ 5 – 7 ประเด็นที่ 2 เรื่อง “อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต”

- อนุกรมเลขคณิต
- อนุกรมเรขาคณิต
- พจน์ทั่วไปของลำดับ

คาบที่ 8 – 9 ประเด็นที่ 3 เรื่อง “การประยุกต์ใช้”

- การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเลขคณิต
- การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

1.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย 3 – 4 คน โดยแบ่งตามความสามารถของนักเรียน เก่ง กลาง อ่อน

1.1.2 ให้กลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัยร่วมกันกำหนดประเด็นการอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลได้

1.1.3 กลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้สำหรับการอภิปราย เพื่อหาข้อมูลและแสดงความคิดเห็นเพื่อให้นักเรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย

1.1.4 กลุ่มตัวอย่างร่วมกันหาข้อสรุปกลุ่ม โดยสรุปเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์โดยแก้ไข ประยุกต์ใช้ interactive tools เพื่อเตรียมการนำเสนอ

1.1.5 กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้มีโอกาสซักถามในประเด็นที่สงสัย ผู้วิจัยถามในสาระสำคัญ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจน ผู้วิจัยขยายความรู้ของกลุ่มตัวอย่างจากสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ระยะที่ 3 การวัดและประเมินผล

ในคาบที่ 10 ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนในรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและทำการวัดความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนจากรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่า (T – Paired Sample Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยวิธีการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากเกณฑ์การให้คะแนนประมาณค่า 5 ระดับโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ระยะที่ 3 การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบฯ มาปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญรับรอง รูปแบบ โดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพแสดงรูปแบบ และความเรียงอธิบายรูปแบบ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของรูปแบบในระยะที่ 2 มาปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอในรูปของแผนภาพ ประกอบความเรียงนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญรับรองรูปแบบ จำนวน 5 คน แสดงความคิดเห็นและประเมินรับรองรูปแบบ นำข้อมูลและข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงรายละเอียดใน ด้านองค์ประกอบ และขั้นตอนให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลจากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลจากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยองค์ประกอบแล้วขั้นตอนดังนี้

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 4 องค์ประกอบได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารโต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน 1) แบบรายคู่ เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น ช่วยเหลือกันแบบหนึ่ง

ต่อหนึ่ง สามารถจัดเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 2) แบบกลุ่มศึกษา เป็นการมีปฏิสัมพันธ์ด้วยการจัดกิจกรรมที่สามารถเน้นผู้เรียนรายคนปฏิสัมพันธ์กลุ่ม หรือ เน้นระหว่างกลุ่ม 3) แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม เช่น ผู้เรียนศึกษางาน นำเสนอและรับข้อมูลย้อนกลับ จากกลุ่ม 4) แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม เช่น การปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้เรียน กลุ่มบุคคลภายนอก

องค์ประกอบที่ 2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้ดำเนินการ ผู้สอนจะเตรียมการวางแผนเนื้อหา การสอนเพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ผู้สอนจะนำเสนอเนื้อหา ความรู้ไปยังผู้เรียนและ ค่อยช่วยเหลือ และแนะแนวทางตามความต้องการ หรือความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล โดยจะ เป็น 1) การปฏิสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในการเรียนแบบอภิปราย ทั้งเป็นกลุ่ม หรือเป็นคู่ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ 2) การปฏิสัมพันธ์ในประสบการณ์เสมือนจริง ผู้ออกแบบสร้างแวดล้อมจำลองจากสถานที่ต่าง ๆ มีการ ปฏิสัมพันธ์ได้ตอบความคิดด้วยการแก้ปัญหา ร่วมมือกันเมื่อเข้ามายังเว็บไซต์นั้น ๆ สร้างภาพสามมิติ จำลองให้เกิดมิติเสมือนกับการใช้เครื่องมือสื่อสารในเวลาจริง 3) การปฏิสัมพันธ์ทางสังคม หมายถึง ประเภทของการสื่อสารที่เกิดขึ้นได้หลากหลายวิธี โดยอาศัยเครื่องมือบนเครือข่าย สร้างปฏิสัมพันธ์ กัน การสร้างความปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นพื้นฐานการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้พบกันจริง ความสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดแรงจูงใจ ช่วยให้บริการอุปมา วัตถุประสงค์

องค์ประกอบที่ 3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา

หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปของไฮเปอร์มีเดีย ที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้โดยเฉพาะอย่าง เป็นระบบ สามารถนำเสนอข้อมูล กิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียน สะดวกต่อ การศึกษาทั้งในเรื่องขอเวลา และเหมือนมีคนถ่ายทอดและกระตุ้นซึ่งนำการเรียนรู้

องค์ประกอบที่ 4 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ

หมายถึง ผู้เรียนสื่อสารกับบทเรียน สามารถโต้ตอบ ตอบคำถามจากบทเรียน ผู้เรียนใช้ เทคโนโลยีในการสื่อสารกับเนื้อหาความรู้

รายละเอียดของขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการแบ่งกลุ่ม

จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยแบ่งสมาชิกกลุ่ม เป็นกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน จำนวน 4 - 5 คน จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งช่วยเหลือผู้ที่เรียนอ่อน เมื่อจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มแล้ว ผู้สอนควรดูแลให้กลุ่มจัดที่นั่งภายในกลุ่มให้เรียบร้อย ให้อยู่ในลักษณะที่ทุกคนมองเห็นกันหรือสามารถติดต่อกันได้ด้วย interactive tools และรับฟังกันได้ดี นอกจากนั้นในกรณีที่มีหลายกลุ่ม ผู้สอนควรจัดกลุ่มให้ห่างกันพอสมควร เพื่อไม่ให้เสียงอภิปรายจากกลุ่มรบกวนกันและกัน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย

ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกำหนดประเด็นอภิปราย เลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน โดยผู้เรียนแต่ละคนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูล ตามหัวข้อที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันกำหนด โดยประยุกต์ใช้ interactive tools ให้มีส่วนช่วยในการกำหนดประเด็นอภิปราย

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้สำหรับการอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็น และทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะสร้างสถานการณ์โดยการพูด การเขียน สะท้อน และอธิบายแนวคิดของตนเอง หรือสร้างข้อความแย้งที่น่าสนใจ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นหาข้อสรุปกลุ่ม

ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจ และรวมความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ผู้เรียนจะเข้าใจสาระสำคัญในหัวข้อประเด็นอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่ม โดยที่สามารถสรุปเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมตัวนำเสนอผ่าน interactive tools

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นหาข้อสรุปบทเรียน

ผู้เรียนจะนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มผ่าน interactive tools ออกมาเป็นแผนภาพ ข้อความ และสัญลักษณ์ สามารถอธิบายความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน โดยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนต่างกลุ่มสามารถสร้างข้อขัดแย้ง หรือซักถามข้อสงสัย และผู้สอนสามารถซักถามสาระสำคัญและช่วยอธิบายให้ชัดเจนขึ้น และขยายความรู้และทักษะการสื่อสารของนักเรียนแต่ละคนผ่าน interactive tools

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ประเมินความรู้และทักษะผู้เรียน โดยเป็นการวัดตามสภาพจริง และจากร่องรอยใน interactive tools ทั้งแบบ real time และ take away ที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนทำ โดยจะพิจารณาจากความถูกต้อง และความเหมาะสมในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย

ตอนที่ 2 ผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. คะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 10.03$, $S.D. = 1.87$ ส่วนคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ย $\bar{x} = 6.06$, $S.D. = 2.61$ ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายก่อนเรียน และหลังเรียนพบว่า นักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยภาพรวมมีคะแนนความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2 ผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง จากรายการพฤติกรรมทั้งหมด 10 รายการสามารถเรียงลำดับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมามากที่สุด 3 อันดับแรกดังนี้

2.1 มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ผลการสังเกตสรุปว่า นักเรียนทุกคนมีความกระตือรือร้น ในการโต้ตอบ และแสดงความคิดเห็น ทั้งด้านการเรียน และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในกลุ่มของตนเอง ผ่านสื่อที่ครูผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ (ร้อยละ 100.00)

2.2 สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราวชัดเจน

ผลการสังเกตสรุปว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ครู เพื่อหาคำตอบ หรือ อภิปรายในประเด็นคำถาม ไม่ออกนอกเรื่อง (ร้อยละ 93.55)

2.3 มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหาคำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการบันทึกข้อมูลที่ได้ ทั้งจากขั้นกำหนดประเด็น อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หาข้อสรุปกลุ่ม และหาข้อสรุปบทเรียน เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การแทนด้วยตัวแปร หรือสร้างตารางประกอบ (ร้อยละ 90.32)

3. ผลการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่

4.5 โดย $4.50 - 5.00 =$ มากที่สุด $3.50 - 4.49 =$ มาก $2.50 - 3.49 =$ ปานกลาง $1.50 - 2.49 =$ น้อย และ $1.00 - 1.49 =$ น้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นที่ผู้เรียนมีต่อรูปแบบการเรียนรู้ในบริบท การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อ เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในภาพรวม จะอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.17, S.D.=0.73$) เมื่อพิจารณาในรายด้านพบว่า ความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ยกเว้นในหัวข้อ ฉันคิดว่าเนื้อหาในบทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}=4.77, S.D.=0.50$)

จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบฯ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถทางด้านการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่า หลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์จากแบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยสามารถเรียงลำดับพฤติกรรม ที่นักเรียนแสดงออกมามากที่สุด 3 อันดับแรก คือ มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครู จัดเตรียมไว้ให้ (ร้อยละ 100.00) สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้ อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน (ร้อยละ 93.55) มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหา คำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 90.32)

ส่วนผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมี ปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถ ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นใน ภาพรวมอยู่ในระดับ มาก

ตอนที่ 3 ผลการรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบฯ มาปรับปรุง แก้ไขรูปแบบฯ แล้วนำเสนอ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินรับรองรูปแบบฯ ซึ่งผลการประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้ใน บริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อ เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสม แสดงว่ารูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถ นำไปใช้ได้จริง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการประเมินรับรองรูปแบบฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับ (แสนภาคี) ($\bar{x} = 4.12, S.D. = 0.48$) นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบฯ และการนำรูปแบบฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง โดยสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อหาที่ใช้เป็นเพียงเรื่องลำดับและอนุกรมเท่านั้น ควรที่จะนำเนื้อหาอื่นที่มีในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือนักเรียนเรียนมาเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสื่อสารเพิ่มมากขึ้น
2. แนวคิดทางคณิตศาสตร์มีลักษณะอย่างไร ควรมีเกณฑ์เขียนพฤติกรรมให้ชัดเจน
3. รูปแบบนี้มีความน่าสนใจมากแต่คงต้องปรับเนื้อหาที่จะมาทำสื่อ ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ ไม่ง่ายเกินไปมีความท้าทายเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง
4. การเรียนรู้ในแบบ online มีข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์สื่อสารไร้สาย หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจจะเข้าถึงได้ต่างกัน แต่ปัญหานี้น่าจะคลี่คลายได้จากการที่เทคโนโลยีเหล่านี้ค่อนข้างถูกและกว้างขวาง นักเรียนทุกคนน่าจะมีอุปกรณ์สื่อสารที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ หรือทางโรงเรียนอาจจัดหาห้องคอมพิวเตอร์สำหรับการสอนรูปแบบนี้ได้
5. องค์ประกอบทั้งหมด เน้นเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ ซึ่งนำรวมกันเป็นองค์ประกอบเดียว และควรเพิ่มองค์ประกอบด้าน เครื่องมือ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งการวัดประเมินผล
6. องค์ประกอบที่ 3 อยากให้อธิบายว่าปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย เนื้อหามีลักษณะอย่างไร

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ตลอดจนเอกสาร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การศึกษาผลของการใช้รูปแบบ และข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจึง อภิปรายผลการวิจัยในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

จากการศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปรายร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยตามการ ออกแบบรูปแบบฯ ทั้ง 6 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นการแบ่งกลุ่ม ผู้สอนดำเนินการปฐมนิเทศ แจงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของ ผู้เรียน การใช้เครื่องมือต่าง ๆ รวมไปถึงระยะเวลาในการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งใช้เวลา ทั้งหมด 10 ชั่วโมง และจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบอภิปราย ของ (แฉมณี, 2559) ซึ่งได้เสนอแนวทางไว้ว่า ควรแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 – 6 คน ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้เรียน เก่ง – ปานกลาง – อ่อน เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันทำงานช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มี เป้าหมายในการทำงานร่วมกัน และมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งของตนและของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มได้รับความ สำเร็จร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนทุกคนสามารถมองเห็นซึ่งกันและกันหรือสามารถติดต่อกันได้ด้วย interactive tools และรับฟังกันได้ดี เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างทั่วถึง

และผู้เรียนได้เรียนรู้ การทำงานร่วมกัน มีการสื่อสารกันภายในกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้สำเร็จตามเป้าหมาย ซึ่งจะเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของผู้เรียนในรูปแบบการเรียนรู้ฯ ในด้าน การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ที่ระบุว่า เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการสื่อสารโต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ ซึ่งมีลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์รวมทั้งจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนได้หลายวิธี ลักษณะการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ทั้งแบบรายคู่ แบบกลุ่มศึกษา แบบรายบุคคลปฏิสัมพันธ์กับกลุ่ม แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม สอดคล้องกับ (กรมวิชาการ, 2546) พัทธ์กล่าวไว้ว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ ให้ผู้เรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนขั้นตอนพร้อมทั้งแนวคิดในการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่ม รับฟังหรือโต้แย้งในแนวคิดโดยมีการใช้แผนภาพ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนแนวคิดของตน ซึ่งจากแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์พบว่า สอดคล้องกับแบบสังเกตพฤติกรรมในข้อ สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน (ร้อยละ 93.55) ผลการสังเกตสรุปว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีการสื่อสาร และแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ผู้สอน ในรูปแบบของแผนภาพสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาคำตอบ หรือ อภิปรายในประเด็นคำถาม ไม่ออกนอกเรื่อง ทั้งนี้การดำเนินกิจกรรมในขั้นต้น แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาของผู้เรียนทั้งในด้านความรู้และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (โสจະยะพันธ์, 2558) โ และ ได้อธิบายว่า การทำงานเป็นกลุ่มจะช่วยให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งผลให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนเป็นกลุ่ม สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ (ปัญจมนัส, 2554) ได้อธิบายว่า การเรียนแบบอภิปรายกลุ่ม เป็นการสนทนาของกลุ่มบุคคล เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน หรือเปิดโอกาสให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นหรือประสบการณ์อย่างทั่วถึง

2. ขั้นตอนกำหนดประเด็นอภิปราย ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกำหนดประเด็นอภิปราย โดยเลือกรูปแบบการอภิปรายที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียนในแต่ละชั่วโมง ซึ่งประเด็นอภิปรายจะถูกเลือกผ่าน interactive tools ที่ผู้เรียนนำเสนอและเป็นประเด็นที่ถูกเลือกมากที่สุด จากประเด็นที่สนใจของผู้เรียน ปัญหาที่พบ หรือวิธีคิดแก้ปัญหาจากโจทย์ที่เกิดข้อสงสัย หรือไม่ชัดเจน หลังจากสืบค้นก่อนชั่วโมงเรียน โดยผู้เรียนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศ โดยผู้สอนได้เตรียมไว้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ยังไม่เข้าใจเนื้อหาตามไม่ทันเพื่อนในกลุ่ม เข้าไปศึกษาก่อนดำเนินการในขั้นการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มเติม ซึ่งจะเชื่อมโยงกับองค์ประกอบในด้าน การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ นั่นคือผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในการค้นคว้าความรู้และโต้ตอบ เพื่อเข้าถึงเนื้อหาที่ครูผู้สอนได้เตรียมไว้ และยังเชื่อมโยงกับองค์ประกอบในด้านการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งผู้เรียนจะมี

โอกาสได้แสดงความคิดเห็นร่วมกันกับผู้สอน โดยปฏิสัมพันธ์โต้ตอบความคิดผ่าน interactive tools ซึ่งแตกต่างจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนโดยตรง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีลักษณะการแสดงความคิดเห็นหรือการแสดงออกที่ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ (Williamson, 2013) ที่อธิบายว่า การนำสื่อสังคมออนไลน์มาใช้อาจมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน แต่โดยรวมแล้วการนำสื่อสังคมออนไลน์มาใช้นั้น ส่วนใหญ่เพื่อเป็นการส่งเสริมแนวความคิด สนับสนุนและขยายวิธีการสื่อสาร และการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการเผยแพร่ให้ทั่วถึงมากขึ้น และการกำหนดประเด็นอภิปรายผ่านสื่อ Interactive tools ทำให้เกิดการแสดงออกมากขึ้นซึ่ง สอดคล้องกับแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนพบว่า ในหัวข้อ มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้ กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ (ร้อยละ 100) ผลการสังเกตสรุปว่า ผู้เรียนทุกคนมีความกระตือรือร้น ในการโต้ตอบ และแสดงความคิดเห็น ทั้งด้านการเรียน และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในกลุ่มของตนเอง ผ่านสื่อที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ จากการสอบถามผู้เรียนด้วยแบบสำรวจความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับการแสดงความคิดเห็น ผ่าน interactive tools พบว่า ผู้เรียนคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และกล้าแสดงออก ($\bar{x} = 4.00$) การอยากมีส่วนร่วมในชั้นเรียน หรือการกำหนดประเด็นการอภิปราย สอดคล้องการหลักการเรียนรู้ของ (Burnaby, 2001) ที่กล่าวไว้ว่า การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนไม่ใช่เพียงการรับข้อมูลจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงประสบการณ์และการเรียนรู้จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก กระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ได้แสดงความคิดเห็น และแบ่งปันประสบการณ์ของแต่ละคน ผู้เรียนสามารถเจรจาถึงความคาดหวังอะไรที่ต้องการและทำอย่างไรจึงจะได้ตามที่คาดหวัง รวมทั้งเป้าประสงค์ความรู้ ทักษะ และทัศนคติ

3. ขั้นพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools โดยผู้สอนได้เตรียมสำหรับการอภิปราย เพื่อแสดงความคิดเห็น และทำให้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย โดยที่ผู้เรียนจะสร้างสถานการณ์โดยการพูด การเขียน สะท้อน สร้างข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ นักเรียนได้วิเคราะห์ข้อมูล อธิบายแนวคิดของตนเองในรูปแบบของกราฟ รูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ผ่าน interactive tools เป็นการอภิปรายกันภายในกลุ่ม ทำให้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และความความคิดเห็นซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ในแต่ละชั่วโมงผู้สอนให้ผู้เรียนในกลุ่มหมุนเวียนกันอภิปราย เพื่อช่วยกันอธิบายเสนอแนะความรู้เพิ่มเติมในจุดที่ยังไม่ชัดเจน ผ่าน interactive tools สอดคล้องกับบทความวิจัยของ (อุจน์จิตร & สหัทธพันธ์, 2561) ซึ่งอธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเชื่อมโยงกับองค์ประกอบในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ ซึ่งยังสอดคล้องกับพฤติกรรมสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อ ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดง

แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น (ร้อยละ 64.52) ผลการสังเกตพบว่า ผู้เรียนมีการแสดงออกแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในระหว่างการแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งรูปภาพ กราฟ หรือสัญลักษณ์ตามสถานการณ์ จากการสอบถามนักเรียนด้วยแบบสำรวจความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนที่ 3 พบว่า นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่า การเชื่อมโยงไปหาแหล่งข้อมูลออนไลน์ ทำให้นักเรียนสะดวกต่อการหาความรู้เพิ่มเติม ($\bar{x} = 3.90$) การมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือง่ายและสะดวก ($\bar{x} = 3.87$) กิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนทำให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์กับเพื่อนได้อย่างอิสระ ($\bar{x} = 4.19$) นักเรียนคิดว่าการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยวิธีการที่หลากหลายทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นเพิ่มขึ้น ($\bar{x} = 4.10$) การค้นหาข้อมูลด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยให้เกิดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ($\bar{x} = 3.97$) ทั้งนี้การดำเนินกิจกรรมขั้นต้น แสดงให้เห็นถึงความสนใจของนักเรียนที่มีต่อขั้นตอนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์และการนำเสนอความคิด ซึ่งการ ที่ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือความรู้ มีส่วนร่วมในการอภิปราย ได้ถ่ายทอด ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ อย่างเข้าใจลึกซึ้งและจดจำ ได้นาน สอดคล้องกับบทความวิจัยของ (กาญจนกฤษกร, 2550) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการถ่ายทอดความรู้ ที่อาจเป็นการพูด การเขียน การแสดงความคิดเห็น และการทำกิจกรรมหรือร่วมกันอภิปรายอย่างมีวัตถุประสงค์ สอดคล้องกับ (กระทรวงสาธารณสุข, 2546) ซึ่งได้กล่าวว่า ผู้เรียนควรจะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ของตนเองออกมานำเสนอร่วมกับเพื่อน ๆ จะทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณเองได้มีส่วนร่วมในฐานะสมาชิกคนหนึ่ง มีความสำคัญที่มีคนฟังเรื่องราวของตนเอง และได้โอกาสรับรู้เรื่องราวของคนอื่น ซึ่งจะทำให้ความรู้เพิ่มขึ้น โดยสอดคล้องกับ ดวงธิดา รักษาแก้ว (2552) กล่าวว่า ปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนเป็นการเรียนที่ผู้เรียน ทำกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถสื่อสารกับสื่อประเภทต่าง ๆ สื่อบุคคล และ สื่อที่มีการออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างกัน

4. ค้นหาข้อสรุปกลุ่ม หลังจากผู้เรียนได้สืบค้นความรู้และทำการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์กันแล้ว ผู้เรียนจะเริ่มเข้าใจ และรวมความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ผู้เรียนจะเข้าใจสาระสำคัญในหัวข้อประเด็นอภิปราย และสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะเกิดความรู้ใหม่เพิ่มเติมในหัวข้ออภิปรายและสามารถสรุปแล้วประยุกต์ออกมาเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมตัวนำเสนอผ่าน interactive tools ซึ่งสอดคล้องกับบทความของ สุนทร สมบัติธีระ และ สิทธิพล อาจอินทร์ (2555) ได้อธิบายว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่เกี่ยวกับการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ ซึ่งการสื่อสารจะเป็นการใช้คณิตศาสตร์

ถ่ายทอดข้อมูล หรือข้อความจริงให้เป็นที่น่าสนใจ การสื่อความหมาย เป็นการสื่อสารแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ทั้งรูปธรรมและนามธรรมโดยใช้ การอธิบาย อภิปราย ตั้งคำถาม การเขียนตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ ตาราง กราฟ การใช้สื่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบ และเข้าใจความหมายตรงกัน นั่นคือผู้เรียนจะได้พบหนทางที่เหมาะสมที่สุด ผู้เรียนจึงหาข้อสรุปไว้เป็นหลักการ บันทึกข้อมูลและผลสรุปที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ ซึ่งสอดคล้องกับแบบสังเกตพฤติกรรมในข้อ เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา (ร้อยละ 74.19) ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนนำสื่อที่ครูได้เตรียมให้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยน ในการนำเสนอเป็นแนวทางของตนเอง เพื่อนำเสนอ หาคำตอบ อธิบายประเด็นคำถาม หรืออธิบายแบบฝึกหัดในสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนอีกส่วนเลือกใช้วิธีการนำเสนอที่สามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในบางปัญหา รวมไปถึง มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหาคำตอบในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 90.32) ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการบันทึกข้อมูลที่ได้ ทั้งจากขั้นกำหนดประเด็นอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น หาข้อสรุปกลุ่ม และหาข้อสรุปบทเรียน เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การแทนด้วยตัวแปร หรือสร้างตารางประกอบ ทั้งนี้การดำเนินกิจกรรมขั้นต้น แสดงให้เห็นถึงความสนใจของนักเรียนที่มีต่อขั้นการหาข้อสรุปกลุ่ม ซึ่งในการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะได้สรุปผ่าน interactive tools จะทำให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้ใช้เครื่องมือที่หลากหลาย และได้ออกแบบแนวคิดของตนเองในลักษณะและวิธีการคิดที่ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้ว่า นักเรียนคิดว่าการได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tools ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ($\bar{x}=4.16$) นักเรียนคิดว่าการสรุปกลุ่ม และการสรุปชั้นเรียน ช่วยให้คำตอบของปัญหาถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น ($\bar{x}=4.19$) และยังสอดคล้องกับ ทิศนาแซมณี (2559) ที่กล่าวไว้ว่า การสรุปผลการอภิปราย ก่อนที่การอภิปรายจะยุติลง กลุ่มจำเป็นต้องมีการสรุปผลการอภิปราย เพื่อให้ได้คำตอบตามประเด็นที่กำหนด ผู้สอนควรบอกหรือให้สัญญาณแก่กลุ่มอภิปราย เพื่อกลุ่มจะได้สรุปผลการอภิปรายเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

5. ข้อสรุปบทเรียน ผู้สอนดำเนินกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มหมุนเวียนเป็นตัวแทนกลุ่ม เพื่อนำเสนอข้อสรุปกลุ่มของตนเอง เป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการปรึกษาหารืออย่างถี่ถ้วน ออกมาเป็น เป็นแผนภาพ ข้อความ และสัญลักษณ์ สามารถอธิบายความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน ผ่าน interactive tools โดยที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนต่างกลุ่มสามารถสร้างข้อขัดแย้ง หรือซักถามข้อสงสัย และผู้สอนซักถามสาระสำคัญและอธิบายแนวคิดให้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจุดที่ผิดพลาดหรือยังไม่ครบถ้วน และขยายความรู้ของนักเรียนแต่ละคนผ่าน interactive tools โดยผู้เรียนแต่ละคนใช้

แนวคิดของตนเองที่ได้จากการสรุป นำไปประยุกต์ใช้ในการตอบคำถามจากสถานการณ์ใหม่ที่ผู้สอนสร้าง ออกมาเป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างชัดเจน โดยเมื่อสิ้นสุดการสรุปบทเรียน ผู้เรียนจะเกิดความรู้ใหม่ที่ตอกผลึก ซึ่งในขั้นตอนนี้เชื่อมโยงกับองค์ประกอบในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ กิจกรรมนี้สอดคล้องกับแบบสำรวจความคิดเห็นนักเรียนในข้อ การนำเสนอ ด้วย Interactive tool มีความแปลกใหม่น่าสนใจ ($\bar{x} = 4.45$) และ นักเรียนคิดว่าการสรุปกลุ่ม และการสรุปชั้นเรียน ช่วยให้คำตอบของปัญหาถูกต้องและชัดเจนยิ่งขึ้น ($\bar{x} = 4.19$) และสอดคล้องกับแบบสังเกตพฤติกรรมในข้อ ใช้การนำเสนอจำลอง และตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคม ทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 64.52) ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่แสดงพฤติกรรมนี้จะสามารถนำเสนอสถานการณ์ปลายเปิด เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา อภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งกลุ่มหรือทั้งชั้น รวมไปถึงสรุปแนวคิดจากการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนอีกส่วนยังมีข้อผิดพลาดบ้างในบางสถานการณ์ เช่นกัน เปรียบเทียบวิธีคิดระหว่างกลุ่ม และ สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึกลง และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ 77.42) ผลการสังเกตพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สร้าง และนำเสนอข้อมูลออกมาเป็นแผนภาพ ตาราง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อ รวบรวม จัดบันทึกออกมาเป็นแนวทางทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้สื่อสาร อธิบายได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนบางส่วนยังอธิบายแนวคิดของตนเองไม่ชัดเจน ทั้งนี้การดำเนินกิจกรรมในขั้นต้น แสดงให้เห็นถึงความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการหาข้อสรุปบทเรียน และยังสามารถขยายความรู้ โดยการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ โดยผู้เรียนจะได้ใช้ความรู้ แก้ไขปัญหาผ่าน interactive tools ซึ่งการสรุปบทเรียนในลักษณะโยงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันจะช่วยให้เห็นถึงความต่อเนื่องและชัดเจนรวมทั้งการสรุปบทเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ และในชีวิตจริง และยังสอดคล้องกับบทความของ (แสนภักดี, 2550) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การสรุปบทเรียน เป็นสิ่งแรกที่ควรทำ หลังจากการเรียนรู้ได้ผ่านไปแล้ว เป็นการทบทวนหรือผลการปฏิบัติงาน โดยกระบวนการหลัก ๆ จะเป็นการนำสิ่งที่เกิดขึ้นมาสรุปเป็นความคิดจากการทดลอง

6. ขั้นการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ผู้สอนประเมินความรู้และความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบจากผลการที่ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับกับสถานการณ์ใหม่ รวมทั้งประเมินจากแบบฝึกหัดซึ่งผู้เรียนได้รับมอบหมายให้ทำทั้งในคาบ และเป็นการบ้าน ที่เป็นหลักฐานร่องรอยที่ได้บันทึกมาจากขั้นที่ 5 ซึ่งเชื่อมโยงกับองค์ประกอบในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา และในด้านการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ สอดคล้องกับแบบสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนในข้อ นักเรียนพยายามสื่อสาร สื่อความหมาย ในสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ ($\bar{x} = 4.26$) และยังรวมไปถึงการทดสอบผู้เรียนหลังจัดกิจกรรม เพื่อนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับก่อน

ทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) ได้กำหนดมาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน การประเมินผล ให้บรรลุผลตรงกันไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ซึ่งสอดคล้องกับ(สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ที่กล่าวว่า การวัดประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นการวัดและการประเมินการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของผู้เรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการท่องจำ โดยวิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาและสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลอง ได้แก่ปัญหา สืบค้นข้อมูล และนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางการคิด

ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปและการอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การนำรูปแบบการเรียนรู้ฯ ไปใช้ ควรศึกษาบริบท และความพร้อมของสถานศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับงานวิจัย โดยพื้นฐานแล้ว งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Learning Tools) เป็นหลัก มีความจำเป็นจะต้องมีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีความเร็วเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน
2. ผู้สอนควรศึกษาเครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (interactive Learning Tools) ที่นำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้ เลือกใช้วิธีการสอน เทคนิคและพัฒนาให้เหมาะสมกับวิชาที่สอน และวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อกำหนดปัญหาและความต้องการพัฒนาของผู้เรียนในด้านนี้ต้องการ
3. ผู้สอนควรอธิบายให้นักเรียนเข้าใจการดำเนินการสอน และสอนวิธีใช้เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ เพื่อให้การดำเนินการสอนเป็นไปได้อย่างราบรื่น และเตรียมเครื่องมือสื่อสาร คอมพิวเตอร์ สำหรับการดำเนินการสอน ให้เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน หรือเตรียมอุปกรณ์ที่สามารถใช้ทดแทน
4. ประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ฯ หลังทดลองทันที เพื่อศึกษาผลที่ได้ มาปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในครั้งนี้ ควรนำไปขยายผลกับการทำทดลองกลุ่มอื่น ๆ ที่มีการจำแนกตัวแปรอิสระ นอกจาก กลุ่มเก่ง กลาง อ่อน หรือ ตัวแปรตาม นอกจากวิชาคณิตศาสตร์ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านทรัพยากรจึงเสนอแนะให้ผู้สนใจได้ทำการศึกษาต่อไป

2. งานวิจัยในครั้งนี้ใช้ส่วนเสริมใน google presentation ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ Pear deck add - on ซึ่งมีจุดเด่นในการสร้างการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ เหมาะแก่การพัฒนาการเรียนในด้าน การสื่อสารซึ่งกันและกัน ปัจจุบันมีการพัฒนาส่วนเสริมขึ้นอย่างหลากหลาย และซึ่งจะมีข้อดีที่ แตกต่างกัน สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนานักเรียนในด้านอื่น เช่น Lucidchart Diagrams ซึ่งช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ และประยุกต์ใช้ในการสร้างแผนภาพความคิด สรุปความรู้



บรรณานุกรม

- Agus, S., & Haninda, B. (2018). The effect of Cooperative Learning Model Think-Talk-Write (TTW) Type on Mathematical Problem-Solving Abilities In Terms of Learning Habits. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 9, 33-40. doi:10.24042/ajpm.v9i1.2235
- Anderson, L. (2011). Use the World Café concept to create an interactive learning environment. *Education for Primary Care*, 22(5), 337-338. doi:10.1080/14739879.2011.11494028
- Brigh, S. (2013). *Creating an Interactive Learning Environment*. Retrieved from <https://blog.capterra.com/creating-interactive-learning-environment/>
- Burnaby, B. (2001). The many faces of Participatory adult education. In P. Campbeil & B. Burbaby (Eds.), *Participatory practices in adult education* (pp. 307-308). New Jersey: Lawrence Erlbaum Association.
- Dila, D. O. (2012). Think - Talk - Write strategies. Retrieved from http://syahputri90dila.blogspot.com/2012/01/metode-pembelajaran-bahasa-inggris_12.html
- Elida, N. (2012). Meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa sekolah menengah pertama melalui pembelajaran Think - Talk - Write (TTW). *Journal ilmiah Program Studi Matematika STKIP Siliwango Bandung*, 1(2), 178-185.
- Kereluik, K., Mishra, P., Fahnoe, C., & Terry, L. (2013). What knowledge is of most worth: Teacher knowledge for 21st century learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 29(4), 127-140. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1010753>
- Khlaisang, J., & Songkram, N. (2013). E-learning system to enhance cognitive skills for learners in higher education: A review of possibly open education. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 21(1), 17-23. Retrieved from [http://www.ijcim.th.org/SpecialEditions/v20nSP2-1/02_29_Jintavee_\[5\].pdf](http://www.ijcim.th.org/SpecialEditions/v20nSP2-1/02_29_Jintavee_[5].pdf)
- Mathematics, N. C. o. T. o. (1989). *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Maulidah, N. (2013). Think-talk-write (TTW) strategy for teaching descriptive writing.

- Journal Pendidikan Bahasa Inggris STKIP PGRI Sidoarjo*, 1(1), 48-58.
- Mumme, J., & Shepherd, N. (1993). *N. Communication in mathematics. In Implementing the K – 8 Curriculum an Evaluation Standard*. Virginia: NCTM.
- Rospigliosi, P. A. (2018). Why do I care about interactive learning Environments?, . *Interactive Learning Environments*, 26(1), 1-2. doi:10.1080/10494820.2018.1410761
- Villardón-Gallego, L., García-Carrión, R., Yáñez-Marquina, L., & A, E. (2018). Impact of the Interactive Learning Environments in Children's Prosocial Behavior. *Sustainability*, 10(7), 21-38. doi:10.3390/su10072138.
- Williamson, A. (2013). Social Media Guidelines for Parliaments. Retrieved from <http://www.ipu.org/PDF/publications/SMG2013EN.pdf>
- Winayawati, L. (2012). Implementasi model pembelajaran kooperatif dengan strategi Think - Talk - Write terhadap kemampuan menulis rangkuman dan pemahaman matematis materi integral. *Journal of Mathematics Education Research*, 1(1), 65-71.
- จันทิมา เจริญผล. (2561). การพัฒนาระบบวิดีโอสตรีมมิงแบบปฏิสัมพันธ์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการเรียนแบบรอบรู้ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการกำกับตนเอง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ทิตินา แชมณี. (2559). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประชาสรรค์ แสนภักดี. (2550). การสรุปทเรียน การถอดบทเรียน และการถอดรหัสการพัฒนา. วารสารสาธารณสุข *ช อ น แ ก่ น , 2 1 6 (1)* . Retrieved from <http://www.prachasan.com/tda2007/IdeaFeb2007.pdf>
- โรงเรียนไกลกังวล. (2557). คู่มือการจัดการเรียนการสอนทางไกลผ่านดาวเทียม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. ประจวบคีรีขันธ์: สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ.
- โสจยะพันธ์, ช. (2558). การพัฒนารูปแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยวิธีการเรียนแบบกลุ่มสืบสอบออนไลน์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเรียนรู้เป็นทีมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2546). หลักการสอน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- กรมวิชาการ. (2546). คู่มือหลักสูตรการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ, ส. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย *ฉบับปรับปรุง พ .ศ . 2 5 5 6* . Retrieved from <http://www.ipst.ac.th/files/curriculum2556/ManualMathM4-M6.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ, ส. (2560). คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตาม

- หลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551. Retrieved from <http://www.scimath.org/e-books/8379/8379.pdf>
- กระทรวงศึกษาธิการ, ส. (2562). ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์. Retrieved from <https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/mathematical-literacy/>
- กระทรวงสาธารณสุข, ก. (2546). คู่มือส่งเสริมสุขภาพจิตนักเรียนมัธยมศึกษาสำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ทินรัตน์ กาญจนกฤษ. (2550). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง แคลคูลัสเบื้องต้น โดยใช้หลักการ "สุจิตูริ" ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ/กระบวนการสื่อสารคณิตศาสตร์ของนักเรียนเตรียมทหาร. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ปภณ ตั้งประเสริฐ. (2558). ความสำคัญของคณิตศาสตร์. Retrieved from http://krupaphon.blogspot.com/2015/09/Blog-post_15.html
- พัชรภรณ์ ทองนาค. (2559). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดฮิวริสติกส์ร่วมกับเทคนิค *Think - Talk - Write* ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- อัจฉรา ประไพตระกูล. (2548). การสอน. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- จวีวรรณ ปัญจมนัส. (2554). ผลของโปรแกรมอภิปรายกลุ่มย่อยที่มีต่อการยังรู้ความรู้อีกนักคิดของผู้อื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ชัญนิ พรพิพัฒน์. (2561). ผลของการอภิปรายแบบสืบสอบร่วมกันที่ใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงธิดา รักษาแก้ว. (2552). ผลของปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ออนไลน์ในสถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ณัฐกร สงคราม. (2557). บทบาทคอมพิวเตอร์ จากเครื่องมือช่วยสอนสู่เครื่องมือทางปัญญา. In ป. กรณีกิจ, เ. สงคราม, & จ. คล้ายสังข์ (Eds.), เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา: นวัตกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน (pp. 217-245). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2562). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2561 Retrieved from http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM_6_2561.pdf

สมบัติธีระ, ส., & อาจอินทร์, ส. (2555). การพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลซิปปา. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 35(3), 80-86. Retrieved from <https://www.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/download/50453/41727>.

สุดารัตน์ สมบัติธีระ, & สิทธิพล อาจอินทร์. (2555). ผลการใช้ *Think - Talk - Write* ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบที่มีต่อการให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, ส. (2552). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อติมา อุ่นจิตร, & ชนาگانต์ สหัทศัน. (2561). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิทยาลัยนาฏศิลป์ ภาพสินธุ์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน. วารสารวิทยาศาสตร์ และ วิทยาศาสตร์ศึกษา, 1 (2), 196-205. Retrieved from [http://journal.sci.ubu.ac.th/journalcomplete/2561Vol1Issue2/08JSSE01\(02\)2561-02\(MS07-2561\)Chanokkarn.pdf](http://journal.sci.ubu.ac.th/journalcomplete/2561Vol1Issue2/08JSSE01(02)2561-02(MS07-2561)Chanokkarn.pdf)



รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิจัยที่ให้ความอนุเคราะห์แนะนำ และตรวจแก้ไขปรับปรุง เครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

1. รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม
สำนักเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล พรามณี
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ อนุสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยธัญบุรี
4. อาจารย์ ดร.นิพาดา ไตรรัตน์
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ รณกฤต แสงพรหม
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัย
และพัฒนาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณรงค์ฤทธิ์ ฉายา
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัย
และพัฒนาการศึกษา
3. อาจารย์วรารากฤษ นันท์แก้ว
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนหอวังปทุมธานี
4. อาจารย์อำไพ แก้วบุตรดี
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนหอวัง ปทุมธานี
5. อาจารย์ภูมิพัฒน์ รัตอัน
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 20 อุดรธานี

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนแบบอภิปราย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ พรหมสกล
ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
2. ดร. บุญสม ศรีศักดิ์
ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ โรงเรียนสงวนหญิง
3. อาจารย์วิภาพร สิงคเวหน
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 2



ภาคผนวก ข.

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยระยะที่ 1

แบบสัมภาษณ์การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้
แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสัมภาษณ์การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write
เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวข้อ การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วย
วิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Interactive Learning Environment Using Discussion Method with
Think Talk Write Technique to Enhance Mathematic Communication Ability of Upper
Secondary School Students

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

วิทยานิพนธ์

ผู้วิจัย

นายเดช พลเดช

นิสิตระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวทางการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

1. เริ่มสนทนา

1.1 อธิบายวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์

1.2 อธิบายขอบเขตของการสัมภาษณ์

1.3 ขออนุญาตบันทึกเทป

2. การสัมภาษณ์

2.1 ท่านคิดว่าองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมี
ปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมหรือไม่
และควรจะมีเพิ่มเติมองค์ประกอบใดเพื่อให้รูปแบบการเรียนรู้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1) ปฏิสัมพันธ์กับตนเอง

2) ปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน

3) ปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน

4) ปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือ

2.2 ท่านคิดว่าขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทั้ง 6 ขั้นตอน มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

- 1) แบ่งกลุ่ม
- 2) กำหนดประเด็นอภิปราย
- 3) พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 4) หาข้อสรุปกลุ่ม
- 5) สรุปบทเรียน
- 6) ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

2.3 ท่านคิดว่ากิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมหรือไม่ และควรปรับแก้ไขรายละเอียดในข้อใดบ้าง อย่างไร

2.4 ท่านคิดว่าแผนภาพแสดงรูปแบบการเรียนรู้การเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมหรือไม่

2.5 ท่านคิดว่ารูปแบบการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยระยะที่ 1

แบบประเมินรับรอง (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวข้อ การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Interactive Learning Environment Using Discussion Method with Think Talk Write Technique to Enhance Mathematic Communication Ability of Upper Secondary School Students

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

วิทยานิพนธ์

ผู้วิจัย

นายเดช พลเดช

นิสิตระดับปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์การประเมิน

เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมินนำไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ ฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองในการใช้สอนจริง

คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยคำถามจำนวน 5 ตอนได้แก่ 1) แผนภาพของรูปแบบการเรียนรู้ 2) องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามรูปแบบฯ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ 4) เครื่องมือที่ใช้ตามรูปแบบการเรียนรู้ 5) การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมิน (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปราย
ร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อผู้รับรองรูปแบบ

.....

ตำแหน่ง

.....

สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 1 ภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปราย
ร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อความคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
วัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้					
หลักการและแนวคิดพื้นฐานในการ พัฒนารูปแบบการเรียนรู้					
องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้					
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน					
เครื่องมือที่ใช้ในการเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา					
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน					
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน					
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องมือ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบการเรียนรู้ฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
การเตรียมการ					
1.1 การปฐมนิเทศและแนะนำการเรียน					
การทดสอบก่อนเรียน					
กระบวนการเรียนการสอน					
2.1 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่ม					
2.2 ขั้นตอนกำหนดประเด็นอภิปราย					
2.3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
หาข้อสรุปกลุ่ม					
ข้อสรุปบทเรียน					
2.6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน					
การวัดและประเมินผล					
3.1 การทดสอบหลังเรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบการเรียนฯ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 5 การใช้งานรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปราย
ร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
รูปแบบการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ได้จริง					
สถานที่ในการจัดกิจกรรมการเรียน การสอน ตามรูปแบบการเรียนรู้					
ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้					
รูปแบบการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมความสามารถในการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานตามรูปแบบการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ต้นแบบ) รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

- รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้
- รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้
- รูปแบบยังไม่มี ความเหมาะสม

ลงชื่อ

(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม

เรื่อง	ลำดับและอนุกรม	วิชา	คณิตศาสตร์
ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 5	จำนวน	8 คาบ
ปีการศึกษา	2562		

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

สาระการเรียนรู้

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับเป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเป็นการเขียนแสดงพจน์ทั่วไป

ในรูป เมื่อแทน n ด้วยสมาชิกในเซต $\{1, 2, 3, \dots, n\}$ แล้วได้พจน์ที่ $1, 2, 3, \dots, n$ ของลำดับที่กำหนด

- ลำดับเลขคณิต เป็นลำดับที่มีผลต่างของพจน์หลังกับพจน์หน้าที่อยู่ติดกันเท่ากับค่าคงตัว
- ลำดับเรขาคณิต เป็นลำดับที่มีผลหารของพจน์หลังกับพจน์หน้าเท่ากับค่าคงตัว ซึ่งสามารถนำความรู้เรื่อง ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาการหาผลบวกของอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต ซึ่งสามารถนำความรู้เรื่องอนุกรมไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 5.1 ความสามารถในการสื่อสาร
- 5.2 ความสามารถในการคิด
- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย รับผิดชอบ
- ใฝ่เรียนรู้
- มุ่งมั่นในการทำงาน

ชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบบันทึกสรุปการอภิปราย

การวัดและการประเมินผล

การประเมินก่อนเรียน

ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.1

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.2

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.3

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.4

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.5

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.6

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.7

ตรวจแบบฝึกหัดหลังเรียน 2.8

การประเมินหลังเรียน

ตรวจแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน

ตรวจแบบบันทึกสรุปการอภิปราย

กิจกรรมการเรียนรู้

ครูสนทนากับนักเรียน ปฐมนิเทศและชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการเรียน วิธีการเรียน วัตถุประสงค์ เวลา สถานที่ และการเตรียมตัวในแต่ละสัปดาห์

นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

คาบที่ 1 ความหมายของลำดับ

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับ คือฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก หรือสับเซตของจำนวนเต็มบวกในรูป $\{ 1, 2, 3, \dots, n \}$ ซึ่งฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นสับเซตของจำนวนเต็มบวกในรูป $\{ 1, 2, 3, \dots, n \}$ เรียกว่าลำดับจำกัด และฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก เรียกว่าลำดับอนันต์

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เข้าใจความหมายของลำดับจำกัด และลำดับอนันต์
- หาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดได้ (K)
- สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความหมายของลำดับในการสื่อสาร สื่อความหมายทาง

คณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)

- ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง ลำดับ

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องลำดับ ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องลำดับ

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับ

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.1	แบบฝึกหัดที่ 2.1 ความหมายของลำดับ	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 2 ลำดับเลขคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับเลขคณิต คือ ลำดับที่มีผลต่างของพจน์ที่ $n + 1$ กับพจน์ที่ n แล้วมีค่าคงตัวเสมอ และเรียกผลต่างที่มีค่าคงตัว ว่า ผลต่างร่วม

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิตได้ (K)
- หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเลขคณิต และนำไปใช้ได้ (K)
- สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับลำดับเลขคณิตในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)
- ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง ลำดับเลขคณิต

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องลำดับเลขคณิต ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องลำดับเลขคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย

ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับเลขคณิต

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.2	แบบฝึกหัดที่ 2.2 ลำดับเลขคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 3 ลำดับเรขาคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับเรขาคณิต คือ ลำดับที่มีอัตราส่วนของพจน์ที่ $n + 1$ กับพจน์ที่ n แล้วมีค่าคงตัวเสมอ และเรียกอัตราส่วนที่มีค่าคง ตัวว่า อัตราส่วนร่วม

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

- เข้าใจความหมายของลำดับเรขาคณิตได้ (K)
- หาพจน์ต่าง ๆ ของลำดับเรขาคณิต และนำไปใช้ได้ (K)
- สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับลำดับเรขาคณิตในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)
- ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง ลำดับเรขาคณิต

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องลำดับ
เรขาคณิต ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้
ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องลำดับเรขาคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของ
นักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็น
แผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor
นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ซักถามใน
ประเด็นที่เกิดความสงสัย

ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนใน
ข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้
แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับเรขาคณิต

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ
ได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป
นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ทาง
คณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.3	แบบฝึกหัดที่ 2.3 ลำดับ เรขาคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 4 อนุกรมเลขคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อนุกรมเลขคณิต คือ อนุกรมที่ได้จากลำดับเลขคณิต และมีผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต เป็นผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตด้วย สูตรผลบวกการหาอนุกรมเลขคณิต คือ

$$S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} \text{ หรือ } S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n-1)d]$$

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกความหมายของอนุกรมเลขคณิตได้ (K)

หาผลบวกต่าง ๆ ของอนุกรมเลขคณิต และนำไปใช้ได้ (K)

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเลขคณิตในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)

ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา มหาวิทยาลัย

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง อนุกรมเลขคณิต

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องอนุกรมเลขคณิต ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียน โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องอนุกรมเลขคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย

ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องอนุกรมเลขคณิต

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป

นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.4	แบบฝึกหัดที่ 2.4 อนุกรม เลขคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 5 อนุกรมเรขาคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

อนุกรมเรขาคณิต คือ อนุกรมที่ได้จากลำดับเรขาคณิต และมีอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตเป็นอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตด้วย สูตรผลบวกการหาอนุกรมเรขาคณิต คือ

$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1} \text{ หรือ } S_n = \frac{a_1 - a_n}{1 - r} \text{ เมื่อ } r \neq 1$$

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

บอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้ (K)

หาผลบวกต่าง ๆ ของอนุกรมเรขาคณิต และนำไปใช้ได้ (K)

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเรขาคณิตในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

และการนำเสนอได้ (P)

ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง อนุกรมเรขาคณิต
ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย
ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องอนุกรมเรขาคณิต ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม
ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation
ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องอนุกรมเรขาคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor
นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย
ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม
ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับเรขาคณิต
นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป
นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.5	แบบฝึกหัดที่ 2.5 อนุกรม เรขาคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 6 การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ คือ การเขียนแสดงพจน์ทั่วไป a_n ในรูปที่มี n เป็นตัวแปร ซึ่งจะมี ความสัมพันธ์ของพจน์ต่างๆ และความสัมพันธ์ระหว่างพจน์กับลำดับที่โจทย์กำหนดให้

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

หาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัดที่กำหนดให้ได้ (K)

หาพจน์ทั่วไปของลำดับอนันต์ที่กำหนดให้ได้ (K)

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพจน์ทั่วไปของลำดับในการสื่อสาร สื่อความหมายทา คณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)

ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ
 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย
 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องการหาพจน์
 ทั่วไปของลำดับ ที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม
 ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้
 ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation
 ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของ
 นักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็น
 แผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor
 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ
 ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย
 ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนใน
 ข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม
 ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้
 แนวคิดหลักการในเรื่องการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ
 นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจ
 ได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป
 นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ
 สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.6	แบบฝึกหัดที่ 2.6 การหาพจน์ทั่วไปของลำดับ	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 7 การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเลขคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับเลขคณิต และอนุกรมเลขคณิต

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมเลขคณิตได้

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับอนุกรมเรขาคณิตในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)

ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเลขคณิต

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิตที่พบเจอในชีวิตจริง หรือที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย

ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับและอนุกรมเลขคณิต

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุป นักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.7	แบบฝึกหัดที่ 2.7 การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเลขคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



คาบที่ 8 การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ลำดับเรขาคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้

ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ประยุกต์ใช้ลำดับและอนุกรมเรขาคณิตได้

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการหาพจน์ทั่วไปของลำดับในการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอได้ (P)

ตั้งใจและรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย (A)

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต

สาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

พิจารณาตามหลักสูตรของสถานศึกษา

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแก้ปัญหา

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มีวินัย รับผิดชอบ

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การแบ่งกลุ่ม

ครูสนทนากับนักเรียนในเรื่อง การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการอภิปราย

ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิตที่พบเจอในชีวิตจริง หรือที่เคยพบเจอ จากประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย

ครูเปิด Peardeck presentation ผ่านอุปกรณ์ที่เตรียม

ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูลสารสนเทศที่ครูมอบหมายให้ศึกษา ก่อนคาบเรียนที่ 1 โดยให้นักเรียนตอบผ่านอุปกรณ์ของนักเรียนใน Peardeck presentation

ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นอภิปราย เรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายผ่าน interactive tools ที่ผู้สอนเตรียมให้ หรือ ผ่านอุปกรณ์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 หาข้อสรุปกลุ่ม

ครูผู้สอนให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเริ่มสรุป จากความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละกลุ่ม แสดงเป็นแผนภาพ ข้อความ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ข้อสรุปบทเรียน

ครูเปิดข้อสรุปของแต่ละกลุ่มขึ้นจอ monitor

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอข้อสรุปของกลุ่มตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

ซักถามในประเด็นที่เกิดความสงสัย

ครูถามนักเรียนในสาระสำคัญที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ และช่วยอธิบายให้เกิดความชัดเจนในข้อสรุปของแต่ละกลุ่ม

ครูเชื่อมโยงเนื้อหาสาระที่สำคัญจากการอภิปรายกับบทเรียนที่กำลังศึกษา และแทรกความรู้แนวคิดหลักการในเรื่องลำดับและอนุกรมเรขาคณิต

นักเรียนบันทึกข้อสรุปบทเรียนตามที่ตนเองเข้าใจ และสามารถนำไปใช้อธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ใน peardeck

ครูเปิด slide ถัดไปถามคำถามนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนขยายความรู้จากข้อสรุปนักเรียนและกลุ่มของตนเองช่วยกันตอบคำถามจาก slide และอธิบายเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นักเรียนเข้าทำแบบฝึกหัดผ่าน www.quizziz.com

ขั้นที่ 6 ประเมินผลการเรียนของผู้เรียน

ครูประเมินผลนักเรียนจากแบบทดสอบที่นักเรียนทำ

การวัดและประเมินผล

วิธีการ/สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.8	แบบฝึกหัดที่ 2.8 การประยุกต์ลำดับและอนุกรมเรขาคณิต	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	ประเมินตามสภาพจริง

สื่อ/อุปกรณ์ในชั้นเรียน

ออนไลน์

เว็บไซต์ www.peadeck.com

เว็บไซต์ www.quizziz.com

ในชั้นเรียน

Smartphone หรือ Device ส่วนตัวอื่น ๆ ของนักเรียน

Computer

แบบบันทึกข้อมูล



สัปดาห์ที่	กิจกรรมหลัก	ขั้นตอนกิจกรรม	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	การประเมินผล
	<p>ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นอภิปราย</p> <p>Think</p>	<p>ผู้สอน เตรียมแหล่งข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้สอนผลิตขึ้นหรือเลือกใช้ที่มีอยู่เดิมและนำเสนอ เป็นทางเลือกให้นักเรียนได้ศึกษา</p> <p>ผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกำหนดประเด็นอภิปรายเลือกรูปแบบการอภิปรายให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของการเรียน</p> <p>ผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนคิดตามประสบการณ์และความรู้ที่ผ่านมา รวมไปถึงศึกษาจากแหล่งข้อมูล ตามหัวข้อที่ผู้สอนได้กำหนด</p>	<p>1. Interactive tools (draw real-time respond)</p> <p>(text real-time respond)</p> <p>(website)</p>	<p>1. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจาและด้วยการเขียน</p>
	<p>ขั้นที่ 3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น</p> <p>talk</p> <p>Write</p>	<p>ผู้สอน บอกหัวข้อ ประเด็น และจุดประสงค์ของการอภิปราย พร้อมเงื่อนไขหลังเกณฑ์การอภิปราย ขึ้นบน google slide + peardeck</p> <p>ผู้เรียน ผู้เรียนเข้ากลุ่มอภิปรายโดยใช้ interactive tools ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ให้สำหรับการอภิปราย เพื่อหาข้อมูลและแสดงความคิดเห็นเพื่อให้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย</p> <p>ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมกรรมกรมีปฏิสัมพันธ์ และความตั้งใจในการศึกษาหาข้อมูลของผู้เรียน</p>	<p>1. Interactive tools (draw real-time respond)</p> <p>(text real-time respond)</p>	<p>1. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจาและด้วยการเขียน</p> <p>2. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัตถุประสงค์ รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต</p> <p>3. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้ง</p>


ลำดับที่	กิจกรรมหลัก	ขั้นตอนกิจกรรม	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	การประเมินผล
	<p>ขั้นที่ 4 หา ข้อสรุปกลุ่ม</p> <p>Talk write</p>	<p>ผู้สอน ให้ผู้เรียนเริ่มสรุป และเตรียมเครื่องมือสำหรับ สรุปเป็นข้อสรุปบทเรียน</p> <p>ผู้เรียน ร่วมกันสรุปเป็น ข้อสรุปกลุ่ม โดยสรุปเป็น แผนภาพ ข้อความ หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเตรียมนำเสนอหน้าชั้น เรียน</p> <p>ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมการ มีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียน</p>	1. Interactive tools (real-time respond)	1. ออกแบบและนำเสนอ ข้อมูลในรูปแบบที่สื่อ ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างชัดเจน
	<p>ขั้นที่ 5 ข้อสรุป บทเรียน</p> <p>Talk Write</p>	<p>ผู้สอน เปิดข้อสรุปของแต่ละ กลุ่ม</p> <p>ผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อให้กลุ่มอื่น ๆ ได้ทำ ความเข้าใจ และเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนกลุ่มอื่น ๆ ได้มี โอกาสซักถามในประเด็นที่ เกิดข้อสงสัย</p> <p>ผู้สอน ถามในสาระสำคัญที่ ต้องการให้ผู้เรียนได้รับ ช่วย อธิบายให้เกิดความชัดเจน</p> <p>ผู้สอน เชื่อมโยงเนื้อหา สาระสำคัญจากการ อภิปรายกับบทเรียนที่กำลัง ศึกษา และแทรกความรู้ ย้ำ ประเด็นสำคัญ สรุปแนวคิด หลักการ รวมไปถึง ประโยชน์ที่ได้เรียนรู้ในเรื่อง นี้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ ในชีวิตจริง</p>	<p>1. Interactive tools (draw real-time respond) (text real-time respond) (number real-time respond)</p> <p>2. Quizziz (real-time respond) (take-away)</p>	<p>1. ออกแบบและนำเสนอ ข้อมูลในรูปแบบที่สื่อ ความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่างชัดเจน</p> <p>2. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างสื่อรูปภาพ รูปภาพ และแผนภาพ กับแนวคิดทาง คณิตศาสตร์</p>

สัปดาห์ที่	กิจกรรมหลัก	ขั้นตอนกิจกรรม	สื่อ/อุปกรณ์การเรียนรู้	การประเมินผล
	<p>ขั้นที่ 5 ข้อสรุป บทเรียน (ต่อ)</p> <p>Talk Write</p>	<p>ผู้เรียน บันทึกข้อสรุปของบทเรียนตามที่ได้ตนเองได้เข้าใจ และสามารถนำไปอธิบายให้ผู้อื่นได้เข้าใจ</p> <p>ผู้สอน บันทึกข้อสรุปของแต่ละกลุ่มเป็นหลักฐานแสดงการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน</p> <p>ผู้สอน ขยายความรู้ของผู้เรียนโดยให้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ในหัวข้อที่เรียนรวมไปถึงพัฒนาความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์</p> <p>ผู้เรียน ทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อขยายความรู้ของตนเอง และอธิบายเป็นรูปภาพสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์</p> <p>ผู้สอน สังเกตพฤติกรรมการมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน</p> <p>ผู้สอน สังเกตและตรวจสอบการบันทึกข้อมูลและหลักฐานการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน</p>	<p>1. Interactive tools (draw real-time respond) (text real-time respond) (number real-time respond) (draggable real-time respond)</p>	อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปภาพ รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
	<p>ขั้นที่ 6 ประเมินผล การเรียนรู้ ของผู้เรียน</p>	<p>ผู้สอน ประเมินผลการเรียนรู้ และผลการอภิปรายหลังสิ้นสุดบทเรียน โดยประเมินครอบคลุมทั้งเนื้อหา หัวข้อการอภิปราย จุดประสงค์ และพฤติกรรมของผู้เรียน</p> <p>ผู้เรียน ทำแบบทดสอบย่อยหลังเรียน</p>	<p>1. Interactive tools (ร่องรอย พฤติกรรม)</p> <p>2. เครื่องมือสำหรับการประเมินผู้เรียน</p>	



พฤติกรรมบ่งชี้การมีความสามารถทางการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พฤติกรรมที่ใช้ในการสังเกตและ ร่องรอยหลักฐานที่ใช้ในการสังเกต

พฤติกรรมที่ใช้สังเกต	แนวทางการให้คะแนน	สิ่งที่ใช้สังเกต		
		พฤติกรรมระหว่างเรียน	ร่องรอยพฤติกรรม	หลักฐานร่องรอยพฤติกรรม
1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสื่อรูปภาพ รูปภาพ และแผนภาพกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์	<ul style="list-style-type: none"> - สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องเป็นราว ชัดเจน - มีการแสดงความคิดเห็น ตอบโต้กับสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ 			
2. สร้างสถานการณ์โดยใช้การพูดและการเขียน วัตถุรูปธรรม รูปภาพ กราฟ และวิธีการทางพีชคณิต	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้การนำเสนอจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคมทางคณิตศาสตร์ 			
3. ออกแบบและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึก และสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ - เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ในการแก้ปัญหา 			
4. สะท้อน อภิปราย และอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อความคาดการณ์หรือข้อความขัดแย้งที่น่าสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ - วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่น 			
5. สะท้อนและอธิบายแนวคิดของตนเองที่เกี่ยวกับแนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวาจา และด้วยการเขียน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น - มีการค้นคว้า ออกแบบ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ - มีการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการดำเนินการหาคำตอบ ในรูปแบบสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 			



ภาคผนวก ฉ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
การวิจัยระยะที่ 2

แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์
ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้าง
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความคิดเห็นของนักเรียนด้านเนื้อหา

ความคิดเห็นของนักเรียนด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ความคิดเห็นของนักเรียนด้านการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

ความคิดเห็นของนักเรียนด้านประโยชน์ที่ได้รับ

แบบสอบถามนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลใด ๆ ต่อคะแนนสอบและคำตอบ ของนักเรียนถือเป็นความลับ

ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากนักเรียนตอบแบบสอบถามตามความจริง ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกคน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ หรือกรอกข้อมูลตามความจริง

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

อายุ.....ปี

เพศ ชาย หญิง

เกรดเฉลี่ยทุกวิชา

3.5 – 4.00 3.00 – 3.49 2.50 – 2.99

2.00 – 2.49 1.50 – 1.59 0 – 1.00

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ

เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อ

เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับ

ความคิดเห็น ของนักเรียนมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ฉันคิดว่าเนื้อหาในบทเรียนมีความง่ายเหมาะสม					
ฉันคิดว่าเนื้อหาจัดแบ่งเวลาเหมาะสมกับการเรียน					
การนำเสนอ ด้วย Interactive tool มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ					
Interactive tool ทำให้ฉันเกิดความเข้าใจมากขึ้น					
การมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือ ง่ายและสะดวก					
การเชื่อมโยงไปหาแหล่งข้อมูลออนไลน์ ทำให้ฉันสะดวกต่อการหาความรู้เพิ่มเติม					
ฉันคิดว่าจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีความเหมาะสม และไม่อึดอัด					
กิจกรรมกลุ่มในห้องเรียนทำให้ฉันสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ ประสบการณ์กับเพื่อนได้อย่างอิสระ					
ฉันพยายามสื่อสาร สื่อความหมาย ในสิ่งที่ฉันเข้าใจ					
ฉันสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
การค้นหาข้อมูลด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ช่วยให้เกิดแนวคิดทาง คณิตศาสตร์					
ฉันคิดว่าการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยวิธีการที่หลากหลายทำให้ฉันกล้าแสดง ความคิดเห็นเพิ่มขึ้น					

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของนักเรียนมีต่อการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการ
เรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เพื่อ
เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ฉันคิดว่ากิจกรรมการอภิปราย และเทคนิค think – talk – write ช่วยให้มีการสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน					
ฉันคิดว่า การสรุปกลุ่ม และการสรุปชั้นเรียน ช่วยให้คำตอบของปัญหาถูกต้องและ ชัดเจนยิ่งขึ้น					
ฉันคิดว่า การได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันมี ความเข้าใจคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น					
ฉันคิดว่า การได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันอยาก เรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น					
ฉันคิดว่า การได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool ทำให้ฉันแสดง ความคิดเห็นได้อย่างอิสระ และกล้าแสดงออก					
ฉันคิดว่า การได้มีปฏิสัมพันธ์ได้รูปแบบต่าง ๆ บน interactive tool เหมาะสมที่จะ นำมาใช้กับการเรียนคณิตศาสตร์					
ฉันต้องการใช้ รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write ต่อไปกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
ฉันคิดว่า รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการ อภิปราย ร่วมกับเทคนิค Think – Talk – Write เหมาะสมกับฉัน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยระยะที่ 3

แบบประเมินรับรอง (รอบสุดท้าย) รูปแบบการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปราย
ร่วมกับเทคนิค Think - Talk - Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินรับรองรูปแบบ (รอบสุดท้าย) สำหรับ การวิจัยเรื่องการพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้
 ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write
 เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ชื่อหัวข้อ การพัฒนา รูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการ
 อภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง
 คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Development of Interactive Learning Environment Using Discussion Method with
 Think Talk Write Technique to Enhance Mathematic Communication Ability of Upper
 Secondary School Students

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

ผู้วิจัย

นายเดช พลเดช

นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสาร
 การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อผู้รับรองรูปแบบ

.....

ตำแหน่ง

.....

สถานที่ทำงาน

.....

คำแนะนำการรับรองรูปแบบ

1. การรับรองรูปแบบหมายถึง การรับรองรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แบบรับรองฉบับนี้มีคำถามเพื่อการรับรองรูปแบบ จำนวน 8 ข้อคำถาม โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

5	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	หัวข้อการประเมินมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
	1	2	3	4	5
บทนำ					
1. หลักการและเหตุผล					
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบฯ					
รูปแบบและคำอธิบาย					
3. แผนภาพแสดงรูปแบบการเรียนรู้					
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ฯ					
4.1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน					
4.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน					
4.3 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา					
4.4 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ อุปกรณ์					
5. ขั้นตอนรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ ฯ					
5.1 การแบ่งกลุ่ม					
5.2 กำหนดประเด็นอภิปราย					
5.3 พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
5.4 สรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายเป็น ข้อสรุปกลุ่ม					
5.5 สรุปบทเรียน					
5.6 ประเมินผลผู้เรียน					
6. รูปแบบการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการ เสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์					
7. โดยภาพรวมของรูปแบบการเรียนรู้สามารถ นำไปใช้ปฏิบัติในสถานการณ์จริงได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วย
วิธีการอภิปรายร่วมกับ เทคนิค Think – Talk – Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และการนำรูปแบบ ฯ ไปใช้ในสถานการณ์
จริง

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัย นายเดช พลเดช

ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

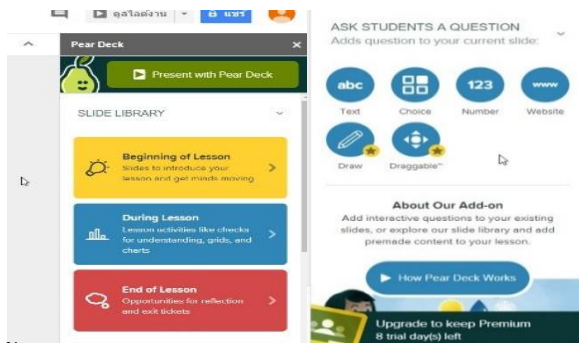


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพตัวอย่าง เครื่องมือการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์

1. Google Slide โดยใช้ส่วนเสริม Pear deck

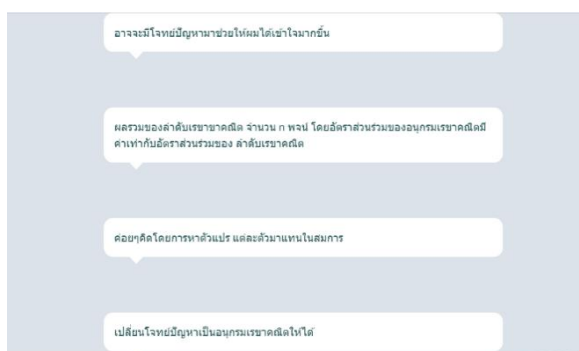


2. Google Slide โดยใช้เทคนิคการคิด (Think) ผ่าน Pear deck



3. Google Slide โดยใช้เทคนิคการพูด (Talk) ผ่าน Pear deck

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



4. Google Slide โดยให้นักเรียนเขียน (Write) ผ่าน Pear deck

กิจกรรมกลุ่ม : ในการปล่อยจรวดสู่อวกาศเหนือระดับน้ำทะเล
 วินาทีแรกจรวดขึ้นไปได้สูง 45 ไมล์ ในวินาทีต่อไปจรวดขึ้นไปได้
 สูงน้อยลงวินาทีละ 5 ไมล์เสมอ จงหาว่านานเท่าใดจรวดจึงจะขึ้น
 ไปสูงกว่าระดับน้ำทะเล 210 ไมล์ 45, 90, 35, ...

$$S_n = \frac{n}{2} (2a_1 + (n-1)d)$$

$$210 = \frac{n}{2} (2(45) + (n-1)(-5))$$

$$210 = \frac{n}{2} (90 + 5n - 5)$$

$$420 = 90n + 5n^2 - 5n$$

$$0 = 5n^2 + 85n - 420$$

$$0 = n^2 + 17n - 84$$

$$0 = (n+21)(n-4)$$

$$n = 4, -21$$

Students, draw anywhere on this slide! Pear Deck InterActive Slides

5. Pear deck vocabulary ระหว่างการส่งคำตอบ

6. Pear deck vocabulary ระหว่างช่วยกันเป็นทีม

7. กิจกรรมท้ายบทเรียนกับ Quizziz



8. ผู้เรียนร่วมกับหาข้อสรุปบทเรียน



9. ผู้เรียนสามารถซักถาม ผ่านการเลื่อน icon



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	เดช พลเดช
วัน เดือน ปี เกิด	19 พฤศจิกายน 2534
สถานที่เกิด	สุพรรณบุรี
วุฒิการศึกษา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	3/16 ถนนนางสร้อยฟ้า ตำบลท่าพี่เลี้ยง อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี 72000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY