



ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

EFFECTS OF THE INTEGRATED OPEN – APPROACH METHOD AND FLIPPED CLASSROOM
CONCEPTS ON MATHEMATICAL LITERACY AMONG EIGHTH GRADE STUDENTS

กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF THE INTEGRATED OPEN – APPROACH METHOD AND FLIPPED
CLASSROOM CONCEPTS ON MATHEMATICAL LITERACY AMONG EIGHTH
GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for MASTER OF EDUCATION (Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education Srinakharinwirot University

2018

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิรัตน์)

ชื่อเรื่อง	ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	กฤษฎา วิเศษประสิทธิ์
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) เปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน และ (2) เปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยเป็นการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดการเรียนรู้ 12 คาบ และทดสอบหลังเรียน 1 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 14 คาบ ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติค่า t (t -test for One Sample) สำหรับการทดสอบสมมติฐานคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ และสถิติค่า t (t -test for Dependence Sample) สำหรับการทดสอบสมมติฐานคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า (1) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ในภาพรวม ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (2) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทั้งภาพรวมและรายด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : วิธีการแบบเปิด, ห้องเรียนกลับด้าน, การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

Title	EFFECTS OF THE INTEGRATED OPEN – APPROACH METHOD AND FLIPPED CLASSROOM CONCEPTS ON MATHEMATICAL LITERACY AMONG EIGHTH GRADE STUDENTS
Author	KRITTANU VISESPRASIT
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2018
Thesis Advisor	Assistant Professor Chommanad Cheausuwantavee , Ph.D.

The purposes of this research were (1) to compare the mathematical literacy of students before and after being taught using the open – approach method integrated with flipped classroom concepts, and (2) to assess the mathematical literacy of students after being taught by using the open – approach method integrated with flipped classroom concepts with a criterion of 70%. The subjects of this study were thirty-three eighth grade students in the first semester of 2018 academic year from Mater Dei School using the cluster random sampling technique and the class was also as sampling unit. The duration of the research was a pre-test for one period, twelve teaching periods, and a post-test for one period with fifty minutes in each period. A one – group pretest – posttest design was used for this study. The instruments used in this research were lesson plans using the open – approach method integrated with flipped classroom concepts applied to the ratio, percentage and the mathematical literacy test. The data were statistically analyzed using mean, standard deviation, a t-test for one sample, and a t-test for the dependent sample. The results of the research revealed (1) overall, mathematical literacy was formulated and interpreted after students were taught the following: using the open – approach method integrated with flipped classroom concepts were statistically higher than before being taught at a .01 level of significance. However, the mathematical literacy was not statistically higher prior to being taught; (2) the mathematical literacy of students after being taught with the open – approach method integrated with flipped classroom concepts was not statistically higher than the criterion of 70%.

Keyword : Open – Approach Method, Flipped Classroom, Mathematical Literacy

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้ ความกรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ ติดตาม และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง ตลอดจนรองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แยมรุ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล กองศิลป์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข ประธานและคณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย สุธาสิโนบล อาจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยิสและ อาจารย์ ดร.พุดเตย ตาพัวฒน์ อาจารย์ศราวุฒิ รัตนประยูร และอาจารย์จตุพล งามแมน ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้ข้อเสนอแนะในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยอ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและคณะคุณครูโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ความสะดวกในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณครูณิชนันท์ แก้วคำ ที่ให้ความช่วยเหลือในการบันทึกวิดีโอการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือ ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ให้ความร่วมมือในกระบวนการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้กันด้วยดีเสมอมา

ท้ายนี้ กราบขอบพระคุณคุณแม่นักสสร วิเศษประสิทธิ์ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่สำคัญมาตลอด จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

กฤตญ์ วิเศษประสิทธิ์

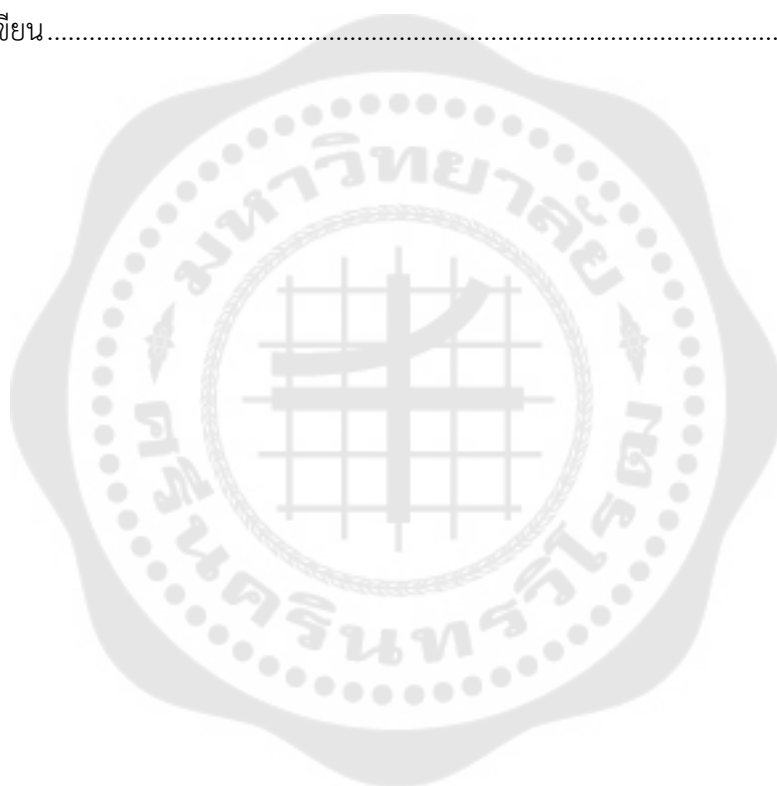
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	11
ความสำคัญของการวิจัย	11
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	11
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	12
ตัวแปรที่ศึกษา.....	12
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย	12
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	13
นิยามศัพท์เฉพาะ	13
กรอบแนวคิดในการวิจัย	17
สมมติฐานในการวิจัย	18
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
1. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด	20

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	20
1.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	21
1.3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	22
1.4 บทบาทสำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด	27
1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	29
2. ห้องเรียนกลับด้าน.....	33
2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน.....	33
2.2 ลักษณะของห้องเรียนกลับด้าน	34
2.3 ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน.....	36
2.4 รูปแบบการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน.....	37
2.5 วิธีดำเนินการของห้องเรียนกลับด้าน	45
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน.....	46
3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	47
3.1 ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	47
3.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	49
3.3 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	63
3.4 แนวทางการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์	65
3.5 แบบทดสอบการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์.....	72
3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	74
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	78
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	78
ประชากร	78
การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	78
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	78

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียน	
กลับด้าน	79
วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียน	
กลับด้าน	81
ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	82
วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	85
การเก็บรวบรวมข้อมูล	87
แบบแผนการวิจัย	87
วิธีดำเนินการวิจัย	88
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	88
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	90
การวิเคราะห์ข้อมูล	90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	94
ความมุ่งหมายของการวิจัย	94
สมมติฐานของการวิจัย	94
วิธีดำเนินการวิจัย	94
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	94
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	95
การเก็บรวบรวมข้อมูล	95
การวิเคราะห์ข้อมูล	96
สรุปผลการวิจัย	96
อภิปรายผล	96

ข้อสังเกตจากการวิจัย	100
ข้อเสนอแนะ	101
ข้อเสนอแนะทั่วไป	101
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	101
บรรณานุกรม.....	103
ภาคผนวก.....	108
ประวัติผู้เขียน	152



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 รายละเอียดของสถานการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละคาบ	12
ตาราง 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด.....	26
ตาราง 3 เปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น	32
ตาราง 4 การสังเคราะห์รูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน	44
ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์.....	54
ตาราง 6 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโคเซอร์ และวิลแลนเดอร์	63
ตาราง 7 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD.....	64
ตาราง 8 รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละคาบที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์.....	80
ตาราง 9 โครงสร้างข้อสอบของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	83
ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย	87
ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน.....	91
ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ...	92
ตาราง 13 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์จากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็น กลุ่มตัวอย่าง.....	99
ตาราง 14 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์และรูปแบบของข้อสอบ.....	100
ตาราง 15 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน.....	112

ตาราง 16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ของ แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์	124
ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องด้านโครงสร้างของข้อคำถามระหว่างแบบทดสอบการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ฉบับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้.....	129
ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	130



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2015	6
ภาพประกอบ 2 คะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกลุ่มโรงเรียนใน PISA 2015	6
ภาพประกอบ 3 เปรียบเทียบระดับการคิดที่เกิดขึ้นในการเรียนรูปแบบดั้งเดิม กับรูปแบบห้องเรียน กลับด้าน.....	10
ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย	18
ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของ Inprasit.....	23
ภาพประกอบ 6 ห้องเรียนกลับด้านรูปแบบดั้งเดิม.....	38
ภาพประกอบ 7 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	39
ภาพประกอบ 8 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบรู้จริง.....	40
ภาพประกอบ 9 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	41
ภาพประกอบ 10 โมเดลห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom Model)	43
ภาพประกอบ 11 แบบจำลองการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติ	62
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างของ Vocabulary Cards	66
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างของ Connect Two.....	67
ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างของ Three-Column Chart.....	67
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างของ ABC Brainstorming.....	68
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างของ Ultimate Challenge.....	69
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างของ Vocabulary Knowledge Rating.....	70
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างของ Word Sorts.....	71
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างของ Math Cube.....	72
ภาพประกอบ 20 ขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้	81

ภาพประกอบ 21 ขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ..87



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการส่งต่อข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว รวมถึงการศึกษาที่ต้องพัฒนาเพื่อสร้างนักเรียนเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ที่ไม่หยุดนิ่ง คุณลักษณะหรือความเป็นมนุษย์ของคนในชาติปัจจุบันที่ควรเป็นเพื่อตอบสนองกับตลาดแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีนักวิชาการและนักการศึกษาแสดงทัศนะเกี่ยวกับ “Education 4.0” หรือ “การศึกษา 4.0” โดย วิรัช ปิ่นทิริโรจน์ (2559, p.2) ให้ความหมายของคำว่า Education 4.0 คือ การเรียนการสอนที่สอนให้นักศึกษา สามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่ทุกหนทุกแห่งบนโลกนี้มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ มาตอบสนองความต้องการของสังคม การเรียนการสอนในยุค 4.0 ต้องปล่อยให้เด็กได้ใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ปล่อยให้เด็กกล้าคิดและกล้าที่จะผิด รวมถึงปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ในยุค 4.0 ควรจะเปิดโอกาสให้นักเรียนกล้าที่จะคิดนอกกรอบหรือต่อยอดจากตำรา และเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคมและทำงานร่วมกันในสังคมได้ ทางสถาบันการศึกษาเองควรมีกิจกรรมให้นักเรียนได้เข้าร่วมเป็นประจำ สนับสนุนการทำงานแบบเป็นกลุ่มมากกว่างานเดี่ยว สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาตาม (ร่าง) กรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2574 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559, p.7) มองการศึกษาเป็นเครื่องมือ/กลไกในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มี “ความเป็นพลเมือง” ประกอบด้วย 1) คุณลักษณะนิสัย/พฤติกรรมที่พึงประสงค์ การสร้างลักษณะนิสัยในการใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีสมรรถนะที่พึงประสงค์ มีจิตสาธารณะ มีความกระตือรือร้น (Active Citizen) ในการทำประโยชน์เพื่อส่วนรวม 2) มีองค์ความรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เป็นความรู้เบื้องต้นที่สำคัญของการดำรงชีวิตอย่างรอบด้านในสังคมอย่างเป็นสุขตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่มีการแข่งขันอย่างเสรีและไร้พรมแดน 3) มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) เป็นทักษะการเรียนรู้ของพลเมืองที่ต้องติดตัวไปตลอดชีวิต ตั้งแต่อยู่ในวัยเรียนและเข้าสู่กำลังแรงงาน ประกอบด้วย ทักษะ ความรู้ความสามารถและสมรรถนะตามมาตรฐานหลักสูตร ซึ่งเป็นความรู้ขั้นพื้นฐาน (Basic Literacy) ตามระดับและประเภทการศึกษา และ 4) มีทักษะการดำรงชีวิต (Life Skill) เป็นทักษะที่บ่งบอกถึงศักยภาพ ความสามารถ และสมรรถนะที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตในสังคมอย่างเป็นสุขโดยไม่เป็นภาระกับสังคม ประกอบด้วย ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) ทักษะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และทักษะทางสังคม ทักษะในการสร้างจินตนาการ ทักษะการทำงานและ

ความก้าวหน้าในอาชีพ (Career Progress) ทักษะในการสร้างทรัพย์สินทางปัญญา และทักษะการสร้างงาน สร้างอาชีพด้วยตนเอง

การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีจุดมุ่งหมายที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อสังคม เช่นเดียวกัน เริ่มต้นจากการฝึกกระบวนการคิดไปจนถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งคำว่า “ในชีวิตประจำวัน” คณิตศาสตร์อาจจะไม่ได้ใช้ในส่วนเนื้อหาของเนื้อหาโดยตรง แต่กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญที่เราสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยกระบวนการแบบรูป หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังที่ ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2561, p.1) กล่าวว่า การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ มีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ กำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผล คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล และมีความเป็นศิลปะ ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล รวมถึง อัมพร ม้าคนอง (2557, p.2) ยังกล่าวอีกว่า คณิตศาสตร์ในปัจจุบันมีความหมายและขอบเขตของเนื้อหามากกว่าเรื่องของตัวเลขและการคำนวณ โดยมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหา มาประกอบการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและสมเหตุสมผล เป็นการทำงานอย่างมีระบบ มีระเบียบแบบแผนและมีขั้นตอนการคิดหรือการทำงานที่เป็นไปตามหลักวิชา ความสำเร็จของการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงอยู่ที่ความสามารถในการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาได้จริง สอดคล้องกับที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.] (2558, p.52) อธิบายว่า เราไม่อาจปฏิเสธได้ว่าเยาวชนของเราต้องการความรู้และทักษะเท่าเทียมกับเยาวชนจากที่อื่น ๆ หลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนไทยจึงต้องทำให้เท่าเทียมกับหลักสูตรในประชาคมนานาชาติ สำหรับเรื่องนี้ TIMSS และ PISA มีการออกแบบโครงสร้างการประเมินคณิตศาสตร์ที่บรรจุสิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญของคณิตศาสตร์ที่ประชาคมโลกยอมรับ เนื่องจากคณิตศาสตร์ไม่ได้ประกอบขึ้นด้วยเพียงตัวเลข กฎ สูตร โจทย์ตัวอย่าง ฯลฯ แต่เป็นที่ยอมรับว่าในการที่จะเป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีความรู้เนื้อหาสาระบนพื้นฐานที่แข็งแรงพอ มีความสามารถที่จะคิดวิธีการเชิงคณิตศาสตร์ ประยุกต์คณิตศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ในโลกจริง สามารถตีความ แปลความ และประเมินผลของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และนำมาประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ในโลกจริง เพื่อจุดประสงค์ของการรู้คณิตศาสตร์ดังกล่าว การศึกษาคณิตศาสตร์จึงควรมีลักษณะพิเศษขององค์ประกอบสี่ด้าน คือ 1) หลักสูตร 2) ครูและการสอน และที่สำคัญมากเช่นกันคือ 3) คณิตศาสตร์ที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้ายสุดแต่สำคัญมากคือ 4) การตัดสินใจจากระดับนโยบาย การสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมองผู้เรียนในฐานะผู้แก้ปัญหาด้วยเหตุนี้ แนวคิดของคนที่รู้คณิตศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลง ไม่ใช่ผู้ที่เชี่ยวชาญตัวเลขและการทำงานทางคณิตศาสตร์ แต่ต้องสามารถใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในบริบทของชีวิตจริง ต้องสามารถนำปัญหาในบริบทไปคิดวิธีการทำให้เป็นปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถใช้ ตีความ แปลความ เข้าใจถึง

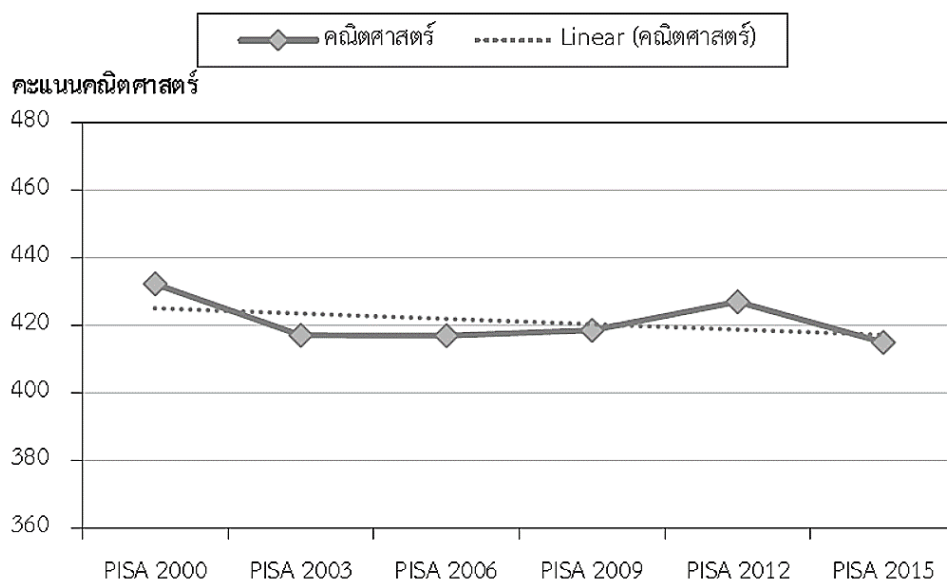
บทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลกจริงและสามารถตัดสินใจที่เหมาะสมต่อสถานการณ์อย่างพลเมืองที่มีความคิดรับผิดชอบ ซึ่งรวมถึงการใช้เหตุและผลทางคณิตศาสตร์ การใช้รอบความคิด วิธีการ และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA เป็นตัวอย่างหนึ่งที่สะท้อนการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับโลกกรอบโครงสร้างคณิตศาสตร์ของ PISA สร้างขึ้นโดยใช้ฐานจากหลักสูตรของประเทศที่มีผลการประเมินสูงที่เป็นสมาชิก OECD 9 ประเทศ และประเทศที่มีผลการประเมินสูงในเอเชียซึ่งมี เกาหลี ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และจีนไทเป รวมอยู่ด้วย ทั้งนี้ไม่ได้รวบรวมมาเฉพาะหัวข้อเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ หากแต่ได้สะท้อนถึงสมรรถนะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ประเทศสมาชิก OECD และประเทศที่มีความสำเร็จสูงถือว่าเป็นหลักสำคัญสำหรับประชาชนในชาติของประเทศเหล่านั้น ซึ่งอาจจะให้แนวทางสำหรับหลักสูตรของไทยในความพยายามที่จะทำให้หลักสูตรคณิตศาสตร์เข้าใกล้หลักสูตรระดับโลก

สสวท. (2560a, p.1) องค์การที่รัฐบาลจัดตั้งขึ้นร่วมมือกับโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ที่ริเริ่มโดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาตัวชี้วัดคุณภาพการศึกษาให้แก่ประเทศในโครงการ ซึ่งประกอบด้วย ประเทศสมาชิก OECD (OECD Countries) และประเทศนอกกลุ่มสมาชิก OECD ซึ่งเรียกว่า ประเทศร่วมโครงการ (Partner Countries) PISA ใช้ความร่วมมือและความเชี่ยวชาญจากนานาชาติในการวางกรอบโครงสร้างการประเมิน การสร้างเครื่องมือ และการศึกษาวิจัย เพื่อประกันคุณภาพของการศึกษาวิจัยให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ในระดับนานาชาติ และข้อมูลที่ได้สามารถชี้บอกถึงคุณภาพการศึกษาของประเทศต่าง ๆ ได้ ปัจจุบันมีประเทศเข้าร่วมโครงการ PISA มากกว่า 80 ประเทศทั่วโลก ซึ่งนับเป็นประมาณร้อยละ 90 ของพื้นที่เศรษฐกิจโลก โดยโครงการ PISA ดำเนินการประเมินอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 ปี เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบายกลุ่มตัวอย่างของ PISA คือ นักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี ซึ่งสากลถือว่าเป็นวัยจบการศึกษาภาคบังคับ การประเมินของ PISA ไม่เน้นการประเมินความรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน แต่เน้นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “การรู้เรื่อง” (Literacy) ในสามด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งการรู้เรื่องทั้งสามด้านนี้ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ โดยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สสวท. (2560a, p.35) อธิบายว่าเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิต การที่ PISA ใช้คำว่า “การรู้เรื่องคณิตศาสตร์” (Mathematical Literacy) เพื่อเน้นให้ความชัดเจนว่า การประเมินความรู้และทักษะคณิตศาสตร์ของ PISA เน้นการนำคณิตศาสตร์ที่เรียนมาไว้ในสถานการณ์ของชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนจะต้องสามารถขยาย

ความรู้จากที่เรียนมาประยุกต์กับสถานการณ์จริงในบริบทต่าง ๆ ที่หลากหลาย PISA ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง เนื่องจากประชาชนทุกวันนี้ต้องเผชิญหน้ากับกิจกรรมประจำวันที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น เรื่องปริมาณ รูปทรง มิติ ความน่าจะเป็น และแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ อีกมากมาย PISA จึงต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต โดยให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา เช่น ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล การโต้แย้ง การสื่อสาร การสร้างตัวแบบ การตั้งปัญหา และการแก้ปัญหา การนำเสนอ การใช้สัญลักษณ์และการดำเนินการในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ที่หลากหลายมารวมกัน หรือใช้ทักษะหลายอย่างที่ยับซ้อนหรือคาบเกี่ยวกัน เพราะกำลังคนในปัจจุบันถูกคาดหวังให้เป็นแรงงานที่มีความคิดและสมรรถนะสูง ซึ่งจะส่งผลต่องานที่ทำในหน้าที่ และสำหรับทุก ๆ คนไม่ว่าจะทำงานระดับใด จะถูกคาดหวังว่าจะไม่ใช่เฉพาะแรงงานเพื่อทำงานซ้ำ ๆ อย่างเดิมเท่านั้น แต่จะต้องพบกับความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและต้องสามารถปรับเปลี่ยนตัวเองให้สามารถจัดการกับเทคโนโลยีและเครื่องจักรกล อีกทั้งต้องสามารถจัดการกับข้อมูลข่าวสารที่เข้ามาตลอดเวลา ทั้งนี้ แนวโน้มของทุกอาชีพชี้บ่งว่า “บุคคลต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจ สื่อสาร ใช้ และอธิบายแนวคิดและวิธีการที่ยึดถือการคิดแบบคณิตศาสตร์เป็นหลัก” นั่นคือ แนวโน้มของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามความหมายที่ประเทศสมาชิก OECD/PISA (วาริช รัตนกรรติ, ปัทมา ภูสวาสดี, & พิษญา ตีมี, 2559, p.22) ยอมรับและนำมาใช้ในการประเมินความพร้อมของเยาวชน อันนำไปสู่การเป็นประชาชนที่มีคุณภาพและมีสมรรถนะทางเศรษฐกิจในอนาคต มีจุดเน้นที่คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีได้หมายความว่าเพียงการนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้เล็กน้อย เช่น นำไปคิดกำไรขาดทุนเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการใช้คณิตศาสตร์ในอีก 2 ทาง คือ 1) ต้องรู้จักโลกของความจริง สามารถนำปัญหาจริง ๆ ที่พบในโลกมาคิดในเชิงของคณิตศาสตร์ และ 2) สามารถแก้ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และแปลงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในโลกของความเป็นจริงอีกต่อหนึ่ง ดังนั้น คณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเน้นของ OECD/PISA จึงเป็นคณิตศาสตร์ในโลกของความจริง การรู้เรื่องคณิตศาสตร์จึงไม่จำกัดอยู่เฉพาะหัวข้อคณิตศาสตร์แบบเดิมดังที่เน้นกันอยู่ในหลักสูตรสถานศึกษาเท่านั้น และตามที่ สสวท. (2555b, p.1) อธิบายว่าจุดมุ่งหมายหลัก ๆ ของการประเมินผลของ PISA ก็เพื่อต้องการพัฒนาตัวชี้วัดว่าระบบการศึกษาของประเทศที่ร่วมโครงการสามารถให้การศึกษาเพื่อเตรียมตัวเยาวชนอายุ 15 ปีให้พร้อมที่จะมีบทบาทหรือมีส่วนสร้างสรรค์และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพในสังคมได้มากน้อยเพียงใด การประเมินของ PISA มีจุดหมายที่มองไปในอนาคตมากกว่าการจำกัดอยู่ที่การวัดและประเมินผลตามหลักสูตรที่นักเรียนได้เรียนในปัจจุบัน และการประเมินผลก็มุ่งความชัดเจนที่จะหาคำตอบว่านักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้ศึกษาเล่าเรียนในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ที่นักเรียนมีโอกาสที่จะต้องพบเจอในชีวิตจริงได้หรือไม่อย่างไร PISA ได้ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริงในสถานการณ์จริงในโลก (คำว่า “โลก”

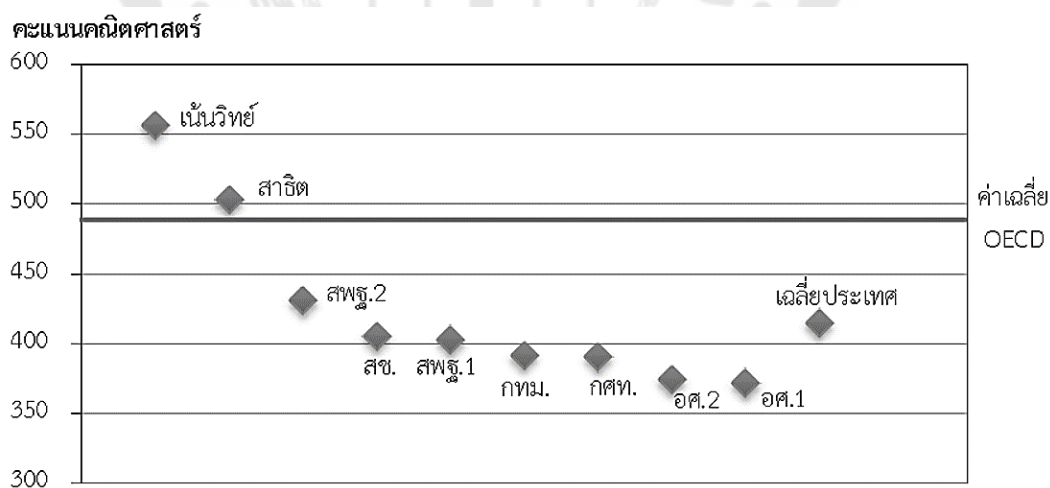
ในที่นี้หมายถึง สถานการณ์ของธรรมชาติ สังคม และวัฒนธรรมที่บุคคลนั้น ๆ อาศัยอยู่) ซึ่งปกติคนเราจะต้องพบกับสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การจับจ่ายใช้สอย การเดินทาง การทำอาหาร การจัดระเบียบการเงินของตน การประเมินสถานการณ์ การตัดสินใจประเด็นปัญหาทางสังคมการเมือง ฯลฯ ซึ่งความรู้คณิตศาสตร์สามารถเข้ามาช่วยทำให้การมองประเด็น การตั้งปัญหา หรือการแก้ปัญหา มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การใช้คณิตศาสตร์ดังกล่าวนี้ แม้จะต้องมีรากฐานมาจากทักษะคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน แต่ก็จำเป็นต้องมีความสามารถในการใช้ทักษะนั้น ๆ ในสถานการณ์อื่น ๆ นอกเหนือไปจากสถานการณ์ของปัญหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ หรือแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่เรียนในโรงเรียนที่นักเรียนจะสามารถคิดอยู่ในวงจำกัดของเนื้อหาวิชาโดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นจริงมากนัก แต่การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริงนักเรียนต้องรู้จักสถานการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหา ต้องเลือกตัดสินใจว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไร

แต่ในปัจจุบันการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นจากผลการทดสอบทั้งในระดับนานาชาติหรือระดับประเทศ ตามที่ สสวท. (2560c, pp.14-15) เผยแพร่ผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยคะแนนเฉลี่ย OECD ของคณิตศาสตร์ใน PISA 2015 เป็นคะแนนมาตรฐานที่ 490 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยคือ 415 คะแนนอยู่ในช่วงลำดับที่ 49 – 55 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ ทั้งนี้ นักเรียนไทยกลุ่มสูง (กลุ่มที่มีคะแนนอยู่ที่ 10% บน) มีคะแนนคณิตศาสตร์ 521 คะแนน กับนักเรียนไทยกลุ่มต่ำ (กลุ่มที่มีคะแนนอยู่ที่ 10% ล่าง) มีคะแนนคณิตศาสตร์ 313 คะแนน ซึ่งหากผลการประเมินตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2015 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทย เมื่อเทียบกับการประเมินคณิตศาสตร์ที่เป็นวิชาหลักใน PISA 2012 ลดลง 11 คะแนน และใน PISA 2003 ลดลง 2 คะแนน แต่ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ และคะแนนใกล้เคียงกับการประเมินใน PISA 2006 และ PISA 2009 และหากแยกตามกลุ่มโรงเรียน กลุ่มโรงเรียนที่นักเรียนมีคะแนนคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD คือ นักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทย์ และสาธิต ส่วนกลุ่มอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ซึ่งหนึ่งในนั้นประกอบด้วยกลุ่มโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยประเทศ แสดงดังภาพประกอบ 1 และ 2 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 1 แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2015

ที่มา: โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท. (2560ข). สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์. หน้า 15.



ภาพประกอบ 2 คะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกลุ่มโรงเรียนใน PISA 2015

ที่มา: โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท. (2560ข). สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์. หน้า 15.

จากผลการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2015 จะเห็นว่า มีแนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ลดลง ถึงแม้ว่าแนวโน้มในปี PISA 2003 ถึง PISA 2012 มีแนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและลดลงอีกครั้งในปี 2015 นั้นอาจแสดงถึงคุณภาพของการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ที่ลดลง หรืออาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จ ดังที่ สสวท. (2558, pp.36-47) ได้กล่าวถึง การถดถอยของการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน มีสาเหตุที่เกิดจากตัววิชาคณิตศาสตร์เอง การที่นักวิชาการต้องการความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหาโดย ไม่มีการยืดหยุ่นหรือปรับแต่ง (Modify) เพื่อให้เหมาะกับนักเรียน ปัญหาหลัก ๆ นั้นหมายถึงหลักสูตรคณิตศาสตร์ให้ความสำคัญแก่นเนื้อหาวิชาเพียงมิติเดียว ทั้งนักคณิตศาสตร์ อาจารย์มหาวิทยาลัย นักพัฒนาหลักสูตร ตลอดจนครูผู้สอนต่างเห็นว่าเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่นักเรียนต้องเรียน นั่นคือ แนวกรอบความคิด สูตรการคำนวณ ฯลฯ คือสิ่งที่ต้องเน้น ทั้งนี้ไม่มีมิติของสังคม หรือบทบาทของคณิตศาสตร์ในโลกจริงหรือชีวิตจริงเป็นส่วนประกอบของหลักสูตร ถึงแม้ว่าหลายภาคส่วนจะเน้นย้ำความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง ในเศรษฐกิจ และในการพัฒนาประเทศ แต่ในทางปฏิบัติ ไม่มีประเด็นเหล่านี้ในวิชาคณิตศาสตร์เลย เนื่องจากหลักสูตรเน้นความรู้เนื้อหาอย่าง เดียว ครูก็สอนเฉพาะเนื้อหาจากตำรา ดังนั้นจึงมีหลายครั้งที่ครูยอมรับว่านักเรียนมักถามว่า เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม ไม่เห็นเกี่ยวข้องกับชีวิตหรือไม่เคยใช้ในชีวิตเลย ทั้ง ๆ ที่หลักสูตรคณิตศาสตร์ใหม่พัฒนาโดย สสวท. ให้ความสำคัญกับจุดเน้นเรื่องบทบาทหรือการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Active Learning) ที่ผู้เรียนไม่ใช่ผู้รับความรู้จากผู้สอน แต่ผู้เรียนจะต้องแสดงบทบาทในการมีส่วนร่วม เป็นต้นว่า ตั้งปัญหา ทำกิจกรรมแก้ปัญหา สร้างคำอธิบาย และสรุปผลการแก้ปัญหา แต่เนื่องจากทั้งนักเรียนและครูคุ้นเคยกับวิธีการเรียนที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้ ได้แก่ การบอกหลักการ แสดงตัวอย่าง และนักเรียนทำโจทย์ตามแบบตัวอย่าง (Reproduction) ถึงแม้ว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ใหม่และวิธีการใหม่จะส่งผลทางบวกทำให้นักเรียน มีผลการประเมินดีพอสมควรในระยะแรก ๆ ในระดับนานาชาติ แต่พอนานขึ้นความเคยชินเดิม ๆ เริ่มกลับมา ทั้งครูและนักเรียนต้องการความรู้ที่อัดแน่น เพราะเกรงจะทำข้อสอบในวาระสำคัญต่าง ๆ ไม่ได้ นอกจากนี้วิธีการใหม่ยังถูกวิจารณ์จากพ่อแม่ผู้ปกครองที่มักบ่นว่าไม่สามารถสอนลูกหลานได้ เพราะวิธีการไม่เหมือนที่ตนเคยเรียนรู้อยู่มา จึงเกรงว่าบุตรหลานจะไม่ได้ความรู้มากพอ กรณีเช่นนี้เกิดมากในกลุ่มพ่อแม่ที่มีความรู้สูงและมักมีอิทธิพลเชิงความคิดในสังคม เช่น กลุ่มอาจารย์มหาวิทยาลัย เป็นต้น ในที่สุดวิธีการใหม่ที่นำเสนอจึงจางลงไปเรื่อย ๆ และกลับไปตั้งต้นที่เดิมคือ ครูสอนให้ความรู้ นักเรียนเรียนจากครูทำโจทย์ตามตัวอย่าง และหาคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว

อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบกับการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน สสวท. (2558, pp.43-44) สะท้อนว่านักเรียนไทยมีชั่วโมงเรียนต่อสัปดาห์และจำนวนวิชาเรียนสูง ทำให้การเรียนเป็นเหมือนการอัดแน่นเข้าไว้ โดยไม่มีเวลาค่อย ๆ ทำความเข้าใจ เปรียบเสมือนกินอาหารโดยไม่มีเวลาย่อย แต่เมื่อ

ถึงเวลาสอบนักเรียนย่อมต้องการคะแนนดี จึงหาทางลัดโดยการเรียนพิเศษหรือกวดวิชา ซึ่งส่วนมากเน้นเทคนิควิธีการตอบข้อสอบเพื่อให้ได้คะแนน ปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่รวมทั้งผู้ปกครองให้ความสำคัญกับการกวดวิชานอกเวลาเรียนมาก การกวดวิชานอกจากไม่ช่วยการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาแล้ว ยังทำให้นักเรียนขาดโอกาสที่จะพัฒนาวิธีการคิด การใช้เหตุผลและผลในการสร้างคำอธิบาย และสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการศึกษาในระดับสูงและการใช้ชีวิตในโลกจริงในอนาคตหลังที่นักเรียนจบจากโรงเรียนไปแล้ว นักเรียนไทยจึงอ่อนแอในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ทำให้สาระข้อมูลที่ปรากฏต่อสาธารณะชี้ว่า มีคะแนนอยู่ในกลุ่มต่ำมากในการประเมินผลนานาชาติที่มีข้อสอบหลากหลายประเภท ทั้งด้านวิธีคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ การใช้ความรู้คณิตศาสตร์ และสมรรถนะอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่เน้นการจดจำสาระความรู้หรือการทำโจทย์เลียนแบบตัวอย่าง

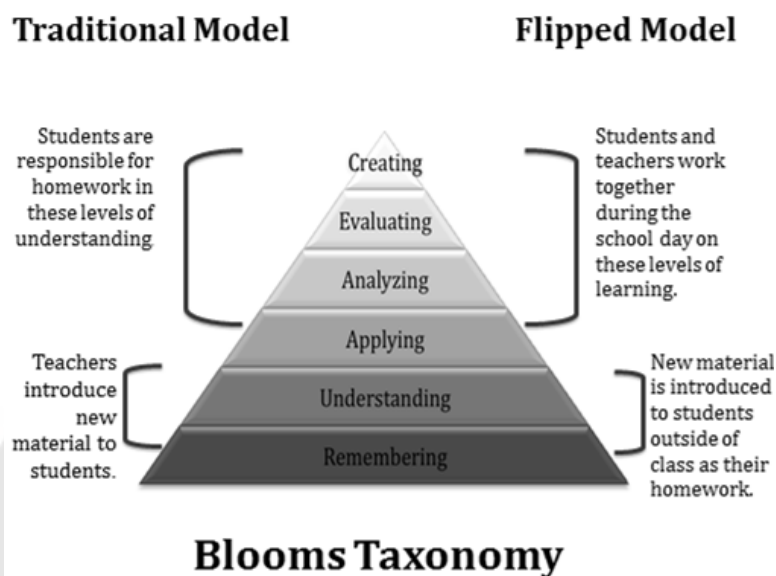
ในทำนองเดียวกัน สสวท. (2555a, p.1; 2555c, p.1) ได้สะท้อนสภาพการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ผ่านมาว่า แม่นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่าง ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง นักเรียนมองไม่เห็นว่าการเรียนคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องอย่างไรกับการดำรงชีวิต และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการสร้างสรรค์งานต่าง ๆ ได้อย่างไร ดังที่ Stevens (2013, p.123) ได้กล่าวถึงปัญหาในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า นักเรียนต้องทนกับการทำแบบฝึกหัดที่ยาก และทำอยู่ซ้ำ ๆ แบบนี้ตลอด 12 ปี ในการเรียนขั้นพื้นฐาน แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่เข้าใจว่าทำไมต้องเรียนรู้ให้มากด้วยเวลาที่จำกัด ไม่แน่ใจว่าได้เรียนรู้จริงหรือไม่ และไม่มีเวลามากพอที่จะให้ถามคำถาม

วิจารณ์ พานิช (2557) แนะนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning รูปแบบหนึ่ง คือ การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด หรือ Open Approach เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีวิถีและวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลาย เป็นการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างทั่วถึงเต็มศักยภาพของแต่ละคน ผู้เรียนได้ยกระดับความรู้และระดับการเรียนรู้ร่วมกันผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูงเกิดสมรรถนะฝังลึกที่จะเรียนรู้แก้ปัญหาและสร้างสรรค์ในเรื่องและในเงื่อนไขที่ตนยังไม่เคยรู้จักได้ด้วยตนเองและโดยกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง (Transformative Learning) ร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดอุปนิสัยและความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยกระบวนการเรียนรู้แบบ Open Approach นั้นเป็นแนวคิดใหม่สำหรับประเทศไทยที่แตกต่างจากเดิม เพราะบทบาทของครูเปลี่ยนไปจากที่เน้นการบรรยายเนื้อหา การทำ

แบบฝึกหัดให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง และการสรุปเนื้อหาที่เรียนในช่วงท้ายบทเรียน ไปสู่การเปิดชั้นเรียนที่ก่อแรงบันดาลใจ การใช้โจทย์สถานการณ์ปัญหา การส่งเสริมผู้เรียนให้ลองผิดลองถูกจนสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การถอดบทเรียนที่นำไปสู่การประมวลสังเคราะห์ และสรุปความรู้ใหม่ร่วมกัน

หากจะจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองหรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อาจต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น รวมถึงการดูแลให้นักเรียนทุกคนเข้าใจในแนวคิดหลักของเนื้อหา ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะนำแนวคิดของห้องเรียนกลับด้านที่สามารถนำเนื้อหาที่ครูจำเป็นต้องเน้นย้ำให้อยู่ในห้องเรียนกลับด้าน โดยนักเรียนยังสามารถกลับไปทบทวนเพื่อเพิ่มความเข้าใจได้ ทำให้มีเวลาสำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติที่เน้นการต่อยอดมากกว่าการบรรยายท่องจำ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เกิดขึ้นจากจิตวิญญาณความเป็นครูเพื่อศิษย์ของครูบ้านนอกในสหรัฐอเมริกา 2 คน คือ โจนาธาน เบิร์กแมน และอารอน แซมส์ ที่ต้องการช่วยนักเรียนที่มีปัญหาตามชั้นเรียนไม่ทัน เพราะต้องขาดเรียนไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมหรือเพราะเขาเรียนรู้ได้ช้า วิดีโอบทเรียนที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต ช่วยให้นักเรียนไม่จำเป็นต้องใช้เวลาที่โรงเรียนในการเรียนเนื้อหาวิชา แต่ใช้เวลาให้เกิดคุณค่าต่อตนเองมากกว่านั้น คือ ใช้สำหรับฝึกแปลงเนื้อความรู้ไปเป็นสาระหรือความเข้าใจที่เชื่อมโยงกับโลกหรือกับชีวิตจริง นั่นหมายถึงว่าวิธีการเรียนรู้แบบกลับด้าน คือ เรียนวิชาที่บ้านทำการบ้านที่โรงเรียน หรือรับถ่ายทอดความรู้ที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีพลังเกิดทักษะที่เรียกว่า ทักษะในศตวรรษที่ 21 (Bergmann & Sams, 2012, pp.3-4; 2556, pp.20-21) รวมถึง Stevens (2013, p.129) ได้กล่าวอีกว่า ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมอยู่นั้น คือโอกาสที่เขาได้มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน ขณะเดียวกัน Fulton (2014, p.133) ให้ข้อสรุปในการใช้ห้องเรียนกลับด้านว่า ครูมีโอกาที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนหรือการฝึกฝนที่สอดคล้องกับทักษะและความสามารถของทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน และไม่ใช่เพียงทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่จะเกิดขึ้น ห้องเรียนกลับด้านยังสามารถฝึกทักษะพื้นฐานให้แน่นยิ่งขึ้น เข้าใจอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การฝึกทักษะใหม่ ๆ และเรียนรู้อย่างมีความหมายมาก หมายความว่าเรียนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน จะได้เวลาในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนสำหรับการฝึกพัฒนาระดับการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ของนักเรียนได้อีกด้วย ซึ่ง ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2561, pp.5-7) ยังกล่าวอีกว่า การใช้บทเรียนคณิตศาสตร์บนเครือข่าย e-Learning ช่วยในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนจะต้องพยายามทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง พร้อม ๆ ไปด้วยข้อมูลหรือบทเรียนที่มีในคอมพิวเตอร์ ทำให้ได้ฝึกการคิดให้เป็นระบบระเบียบ ซึ่งในห้องเรียนปกติจะทำได้ยาก หรือถ้าทำได้ ก็จะเป็นเฉพาะนักเรียนบางกลุ่มบางคนที่ตั้งใจเรียน มีสมาธิในการเรียนอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าเป็น

การเรียนรู้ทาง e-Learning ผู้เรียนจะมีแนวโน้มและมีเปอร์เซ็นต์ในการใช้ความคิดมากขึ้น ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ เหมือนถ้าให้ครูผู้สอนอธิบายซ้ำได้หลาย ๆ รอบ ครูผู้สอนไม่ต้องบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว ไม่ต้องพูดซ้ำ ๆ ในเรื่องเดิม แต่ยังคงต้องเป็นผู้นำทาง เป็นผู้ชี้แนะ เมื่อนักเรียนมีปัญหาสงสัย สื่อสารกับนักเรียนได้ง่ายขึ้น มีเวลาสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนมากขึ้น



ภาพประกอบ 3 เปรียบเทียบระดับการคิดที่เกิดขึ้นในการเรียนรู้แบบดั้งเดิม กับรูปแบบห้องเรียนกลับด้าน

ที่มา: Deb Weitzenkamp. (2013). *Blooms and the Flipped Classroom*. Online. (citing Beth Williams. (2013). *How I Flipped My Classroom*.)

จากปัญหาและแนวคิดดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยตั้งประเด็นคำถามว่า ห้องเรียนกลับด้าน จะเปิดโอกาสให้ครูมีเวลาสำหรับการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการอื่น ๆ มากกว่า เน้นการบรรยายแบบท่องจำ กล่าวคือครูสามารถใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากกว่าการนั่งฟังบรรยาย ไม่ต้องกังวลกับการบรรยายเนื้อหาในคาบเรียนนั้น โดยนักเรียนสามารถกลับไปศึกษาหรือทบทวน ด้วยตนเองผ่านห้องเรียนกลับด้าน และมีเวลาในการจัดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การคิดต่อยอดอย่างไม่มีที่สิ้นสุด โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมาบูรณาการร่วมกันในการจัดการเรียนรู้ ในห้องเรียนใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวตั้งเพื่อสร้างข้อค้นพบบางอย่าง ฝึกคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สื่อสารและให้เหตุผล รวมถึง

เห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในบริบทของชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยตั้งคำถามวิจัยว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสามารถพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่อย่างไร

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

ความสำคัญของการวิจัยครั้งนี้ จะส่งผลทั้งด้านของนักเรียน ครู และโรงเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ในด้านนักเรียน จะทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
2. ในด้านครู จะได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดและแนวคิดห้องเรียนกลับด้านให้กับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
3. ในด้านโรงเรียน จะได้แนวทางการยกระดับผลการประเมินสำหรับการออกแบบการเรียนรู้ในระดับห้องเรียนและระดับหลักสูตรโรงเรียนที่เน้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่อยู่บนพื้นฐานของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริงเพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 142 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคณะกรรมการ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวจัดกระทำ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ที่ใช้สถานการณ์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินของ PISA โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน โดยมีสถานการณ์ต่าง ๆ ดังตาราง 1

ตาราง 1 รายละเอียดของสถานการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละคาบ

แผนฯ ที่	สถานการณ์	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
1	อัตราแลกเปลี่ยน	การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วน	1
2	ชั้นวางหนังสือ		1
3	เฮเลน นักปั่นจักรยาน		1
4	ห้องชุดสำหรับพักผ่อน		1
5	การส่งออก	การประยุกต์เกี่ยวกับร้อยละ	1
6	รถยนต์คันไหน?		1
7	เคเบิลทีวี		1
8	การลดระดับของ CO ₂		1

ตาราง 1 (ต่อ)

แผนฯ ที่	สถานการณ์	สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	จำนวน (คาบ)
9	จักรยาน		1
10	การซื้อห้อยชุด	การประยุกต์เกี่ยวกับ	1
11	พื้นที่ทวีป	อัตราส่วนและร้อยละ	1
12	การรั่วไหลของน้ำมัน		1
รวม			12

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โดยใช้เวลาดทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดการเรียนรู้ 12 คาบ และ ทดสอบหลังเรียน 1 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 14 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้กิจกรรมที่มี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน โดยเป็นกิจกรรมที่ใช้ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทาง ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายเน้นการเปิดความคิดของนักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือ กระทำจริงทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้ต้องช่วยให้นักเรียน ใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม ได้ค้นหากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ ความรู้และทักษะที่มีอยู่แก้ปัญหา ตรวจสอบผลลัพธ์รวมถึงได้ทราบแนวคิดใหม่จากนักเรียนคนอื่น ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวคิดนั้นแล้วนำมาปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดต่อไป โดยมี ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ชื่นแนะนำ ครูเริ่มด้วยการสร้างสภาพแวดล้อมให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ ชี้แจง เป้าหมายในการเรียนรู้ และนำการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาของนักเรียน

1.2 ชื่นนำเสนอปัญหา ครูแจกสถานการณ์ปัญหาและอธิบายปัญหาให้นักเรียน เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหา เนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญ ของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและเห็นปัญหาให้เป็น รูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น

1.3 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและแก้ปัญหาร่วมกัน ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที พร้อมบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม ก่อนที่จะแลกเปลี่ยนกันในกลุ่มและบันทึกแนวคิดเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรม

1.4 ขั้นนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่ต่างกันไปเพื่อร่วมกันศึกษาเปรียบเทียบ พิจารณา และประเมิน โดยครูจะเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น

1.5 ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นใหม่ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม

2. ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง รูปแบบการสอนรูปแบบหนึ่งโดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อวีดิทัศน์หรือเว็บไซต์นอกชั้นเรียนหรือที่บ้าน เพื่อให้นักเรียนที่ขาดเรียนเข้าไปเรียนได้ นักเรียนที่เรียนช้าก็เข้าไปทบทวนได้อีก บางคนยังใช้ในการทบทวนก่อนสอบ เข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียนที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดูได้เองที่บ้าน ส่วนการเรียนในชั้นเรียนปกติจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้น สร้างองค์ความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะอำนวยความสะดวกในการจัดประสบการณ์ทางการเรียน เสริมสร้างประสบการณ์ ฝึกแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ซึ่งมีแนวคิดในการใช้รูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน แบ่งเป็นการเรียนรู้นอกห้องเรียนและการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเรียนรู้นอกห้องเรียน เป็นการเรียนรู้ที่นำการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนมาเป็นการเรียนรู้จากวีดิทัศน์ที่ครูจัดทำขึ้นและให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนเนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญหรือวิธีการคิดพื้นฐาน เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคิด แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และเพื่อเป็นการตรวจสอบการเรียนรู้จากสื่อ ครูจะให้นักเรียนบันทึกความรู้ สาระสำคัญของเนื้อหา ฝึกคิดหาคำตอบพื้นฐาน และตั้งคำถามที่สงสัยจากวีดิทัศน์ที่ครูจัดทำขึ้นและให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียน

การเรียนรู้ในห้องเรียน ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เปลี่ยนจากการบรรยายเนื้อหา เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิด แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและนักเรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตนเองซึ่งในแต่ละคาบเรียนนั้นจะมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ในแต่ละคาบ รวมถึงมอบหมายการเรียนรู้นอกห้องเรียนในครั้งต่อไป

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างวิธีการแบบเปิดกับรูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน รวมถึงแนวคิดการจัดการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

การเรียนรู้นอกห้องเรียน เป็นการเรียนรู้ที่นำการบรรยายเนื้อหาในห้องเรียนมาเป็นการเรียนรู้จากวิดีโอทัศน์ที่ครูจัดทำขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนเรียนรู้จากวิดีโอทัศน์ ซึ่งเป็นการเรียนเนื้อหาที่เป็นสาระสำคัญหรือวิธีการคิดพื้นฐาน เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคิด แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงในห้องเรียน

ขั้นบันทึกการเรียนรู้ เพื่อเป็นการตรวจสอบการเรียนรู้จากสื่อ ครูจะให้นักเรียนบันทึกความรู้ สาระสำคัญของเนื้อหา ฝึกคิดหาคำตอบ และตั้งคำถามที่สงสัย เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในห้องเรียน

การเรียนรู้ในห้องเรียน เป็นการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด และนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากนอกห้องเรียนมาใช้ในการคิด แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นแนะนำ ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ ร่วมกันแลกเปลี่ยนสิ่งที่บันทึกจากการเรียนรู้จากนอกห้องเรียน ตอบข้อสงสัย นำเสนอความคิดของตนที่ได้สรุปมา หลังจากนั้นครูชี้แจงเป้าหมายในการเรียนรู้ และนำการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นนำเสนอปัญหา ครูแจกสถานการณ์ปัญหาและอธิบายปัญหาให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ วิเคราะห์ สร้างแนวทาง เพื่อนำไปแก้ปัญหา รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง

ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและแก้ปัญหาร่วมกัน ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเอง แสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีแก้ปัญหาร่วมบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม ก่อนที่จะแลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม และบันทึกแนวคิดเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรม

ขั้นนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบพิจารณา และประเมิน โดยครูและนักเรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิด สะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ตัดสินว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่

ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับวิธีการและการหาคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นใหม่ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม และมอบหมายการเรียนรู้นอกห้องเรียนในคาบถัดไป

4. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ค้นพบและประเมินเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันและในอนาคต ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เพื่อการตระหนักถึงสภาพแวดล้อม และเพื่อการประเมินด้านคณิตศาสตร์ โดยวัดจากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 4 สถานการณ์ จำนวน 8 ข้อ ที่มีรูปแบบของข้อสอบ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบคำตอบเดียว 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 3) แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ และ 4) แบบสร้างคำตอบแบบปิด ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบริบท 1) ส่วนตัว 2) สังคมและสาธารณะ 3) อาชีพ และ 4) วิทยาศาสตร์ และเป็นเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินของ PISA ได้แก่ 1) ปริภูมิและรูปทรง 2) ปริมาณ และ 3) ความไม่แน่นอนและข้อมูลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยประเมินด้วยลักษณะตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 3 กระบวนการ ดังนี้

1. การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (การคิดในเชิงคณิตศาสตร์) คือ ความสามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมายแทน และลักษณะจำเพาะให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งสมมติฐาน และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างสมเหตุสมผล

2. การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (การใช้หลักคณิตศาสตร์) คือ ความสามารถที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น แสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้เชิงสัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การใช้สัญลักษณ์แทนและการจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3. การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (การตีความ) คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหาหรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับไปที่บริบทของปัญหา และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่ อาจจะสร้างและสื่อสาร

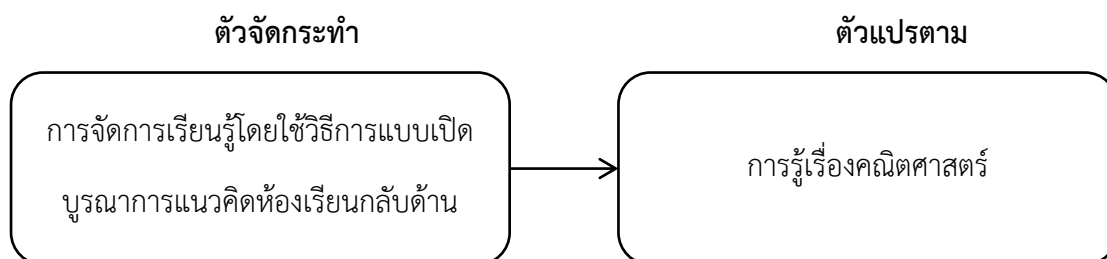
คำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา และการสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการศึกษาแนวคิด เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ กระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ จะมีลักษณะที่เป็นปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาชนิดที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย กิจกรรมการเรียนรู้จะให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม ได้ค้นหากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่แก้ปัญหา (Nohda (1986) อ้างในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, กรกฎาคม-ธันวาคม, pp.19-31) ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล, 2556, p.87; พัทธยากร บุสสุยา, 2559, p.122; วณัญญา เจริญดี, 2555, p.80) ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบรวจตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา (สสวท., 2560a, p.35)

แต่ในข้อจำกัดบางประการที่ ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2556, p.91) ให้ข้อสังเกตในการวิจัยว่าเวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดควรเป็นคาบเรียนที่ติดกันจำนวน 2 คาบ เนื่องจากเวลาไม่เพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน ที่มีแนวคิดเพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครูจากการบรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากครูสอนไปเป็นครูฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคล ครูจะได้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมในห้องได้มากขึ้น (Bergmann & Sams, 2012, pp.19-33; 2556, pp.30-34; กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2558, เมษายน, p.123; สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556, pp.7-8)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่น่าจะส่งผลต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนให้มากขึ้น โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด

- 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด
- 1.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด
- 1.3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด
- 1.4 บทบาทสำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
- 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด

2. ห้องเรียนกลับด้าน

- 2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน
- 2.2 ลักษณะของห้องเรียนกลับด้าน
- 2.3 ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน
- 2.4 รูปแบบการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน
- 2.5 วิธีดำเนินการของห้องเรียนกลับด้าน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.3 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.5 แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
- 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด

มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดไว้หลายท่าน โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิดดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้กิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน เป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเป็นกิจกรรมที่ใช้ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่อาศัยทักษะกระบวนการคิดค่อนข้างมาก เน้นการเปิดความคิดของนักเรียนได้คิดค้นความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงทุกขั้นตอน จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย และคิดสร้างสรรค์มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ตามบริบทของเนื้อหา การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ใช่ตัดสินเฉพาะความถูกต้องของคำตอบหรือตัดสินโดยคนส่วนมากกว่าถูกหรือผิด แต่จะมีการพิจารณาถึงเหตุผลว่ามีความสมเหตุสมผลมากน้อยเพียงใด ซึ่งกระบวนการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ จะมีลักษณะที่เป็นปัญหาปลายเปิดซึ่งเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย โดยสื่อการสอนที่ใช้จะเป็นลักษณะของการตั้งเอากระบวนการคิดของนักเรียน ทำให้ครูสามารถศึกษากระบวนการคิดของนักเรียนแต่ละคนได้อีกด้วย และกิจกรรมการเรียนรู้ต้องช่วยให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม ได้ค้นหากฎหรือความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่แก้ปัญหา ตรวจสอบผลลัพธ์รวมถึงได้ทราบแนวคิดใหม่จากนักเรียนคนอื่น ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของแนวคิดนั้นแล้วนำมาปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดต่อไป

โดยวิธีการสอนแบบเปิดช่วยให้กิจกรรมสร้างสรรค์และวิธีคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน กล่าวคือ ต้องให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจของตน ปลอ่ยให้นักเรียนได้พัฒนาความฉลาดทางคณิตศาสตร์ ครูจึงต้องสร้างกิจกรรมในห้องเรียนที่ส่งเสริมวิธีคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าก็สามารถที่จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเปิดโอกาสการสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเองเชื่อมั่นและนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น มีความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความคิดขั้นสูงที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันยังเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนแต่ละคนด้วย (นุชนาฏ ม่วงมุลตรี, ภัสสร่า อินทรกำแหง, ปิณัณณา ศุภดล, นวลพรรณ เพ็ญเกษ, & สุธาสนี พูลพิพัฒน์, 2549, กันยายน-ธันวาคม, p.19; Becker & Shimada (1997) อ้างใน พัทยากร บุสสุยา, 2559, p.25; Nohda (1986) อ้างใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, กรกฎาคม-ธันวาคม, p.30)

1.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจะเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียนในมิติต่าง ๆ ตามเป้าหมาย ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้ นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของตนเองควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจในการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ หรือกล่าวได้ว่าครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้การพูดคุยแลกเปลี่ยนกับนักเรียนคนอื่นหรือโดยอาศัยการชี้แนะของครู ซึ่งในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดยี้ดหลัก 3 ประการ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547, กรกฎาคม-ธันวาคม, pp.30-32) ดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับความเป็นอิสระของกิจกรรมของนักเรียน นั่นคือ เราจะต้องตระหนักในคุณค่าของกิจกรรมของนักเรียนโดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น
2. มีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ เป็นระบบและมีความเป็นทฤษฎี ดังนั้นความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าไร ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่เป็นความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความเป็นพิเศษ และความเป็นลักษณะทั่ว ๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่าความรู้ที่มีความสำคัญมาก ก็ยิ่งจะรู้ล่วงหน้าได้ว่าสามารถเปิดโลกทัศน์ได้กว้างขึ้น ในขณะเดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลาย ๆ ครั้งตามเส้นทางของวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลาย ๆ ครั้งเกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นจะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่โลกทัศน์แห่งความกว้างนั้น
3. มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียนคณิตศาสตร์ บ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดคิด โดยครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้นักเรียนเหล่านั้นได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจแนวคิดนั้นได้อย่างแท้จริง

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจะช่วยให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กระตือรือร้นในการเรียนรู้และได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง นักเรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองกับนักเรียนคนอื่น จะได้ประสบการณ์จากการได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและได้ยอมรับแนวคิดที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยรู้มา

ก่อน นักเรียนมีอิสระในการคิด มีโอกาสได้ใช้ความรู้และประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และนักเรียนยังมีแรงกระตุ้นหรือแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี อีกทั้งนักเรียนยังมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกับนักเรียนคนอื่น (Sawada (2547) อ้างใน พัทธยากร บุสสะยา, 2559, pp.38-39)

1.3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีขั้นตอนหลายรูปแบบ โดยผู้วิจัยได้รวบรวม และสังเคราะห์ขั้นตอนต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องกันเป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัยโดยมีรายละเอียด ดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน (Inprasit อ้างใน พัทธยากร บุสสะยา, 2559, pp.26-27) ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-Ended Problem) เป็นขั้นที่ครูเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน ครูจะต้องอธิบายปัญหานั้นให้นักเรียนได้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และไม่เคยพบเจอมาก่อน โดยกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและให้ข้อมูลทั่วไปเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นปัญหาที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น

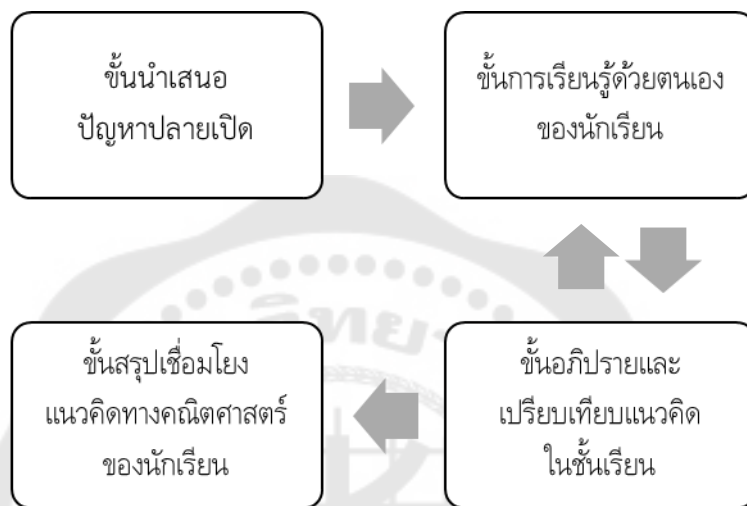
2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Student's Self-Learning) เป็นขั้นที่ให้นักเรียน แต่ละคนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์อย่างอิสระในการแก้ปัญหา ครูไม่ควรกำหนดแนวทางการคิดของนักเรียน เพราะเน้นให้นักเรียนได้คิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งรูปแบบการสอนนี้เป็นการรวมกันของสองสิ่งคือ การทำงานของแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน

3. ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole Class Discussion and Comparison) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องอภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญคือ การบันทึกแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกเพื่อให้เห็นถึงแนวคิดของนักเรียนที่เป็นลายลักษณ์อักษร และครูก็จะสามารถประเมินนักเรียนได้จากใบกิจกรรมหรือสมุดบันทึกนั้นได้เช่นเดียวกัน

4. ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Summing-up by Connecting Student's Emergent Mathematical Ideas) เป็นขั้นที่ครูหรือนักเรียนควรเขียนแนวคิดของแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มบนกระดานเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลายนั้น แล้วครูทำการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น ครู

ควรส่งเสริมแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในทางบวก พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น

สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของ Inprasit ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของ Inprasit

ที่มา: พัทธยากร บุสสุยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. หน้า 27. (อ้างอิงจาก Maitree Inprasit. (2011). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing Learning Unit. pp. 56-59)

การสอนโดยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 3 ขั้นตอน (Nohda (1983) อ้างใน พัทธยากร บุสสุยา, 2559, p.26)

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูเป็นผู้นำสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเสนอให้กับนักเรียน
2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องพยายามค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ของตนเองโดยมีครูทำหน้าที่ชี้แนะ กระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางคำตอบที่หลากหลายที่ได้มา เพื่อที่จะสามารถบูรณาการคำตอบ ให้สามารถนำมารวมกันเป็นความรู้ในระดับขั้นสูงต่อไป

3. การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ เป็นการสร้างปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเดิม นักเรียนจะต้องพยายามสร้างปัญหาที่มีความเป็นกรณีทั่วไปมากขึ้น โดยอาศัยพื้นฐานจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการสืบเสาะหาแนวทางการแก้ปัญหา และจากการที่ได้แก้ปัญหาเหล่านั้น

วิจารณ์ พานิช (2557); สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 (2560) ได้กล่าวขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในทำนองเดียวกัน โดยมีรายละเอียดขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแนะนำ เป็นช่วงเวลาที่ครูช่วยสร้างภาวะพร้อมเรียนรู้ ภาวะที่จิตใจ ประสาทสัมผัส และร่างกายของนักเรียนอยู่ในภาวะที่มีความตื่นตัวพร้อมผ่อนคลายดำเนินอยู่ในสมดุลที่ดี การซึมซับคุณค่าการให้ประสบการณ์แก่นักเรียนในการซึมซับความดี ความงาม ความจริงของสิ่งที่กำลังจะเรียน เป็นการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งผ่านสภาพแวดล้อม บรรยากาศ และกิจกรรมบางอย่างโดยไม่ต้องผ่านการคิดอย่างเป็นลำดับแรงบันดาลใจ แรงจูงใจ แรงศรัทธาในการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและในการสร้างสรรค์สิ่งที่กำลังจะเรียน และจุดมุ่งหมาย เป้าหมายที่ท้าทายและภาพจินตนาการที่ชัดเจนของนักเรียนที่จะบรรลุผลสัมฤทธิ์ในสิ่งนั้น เพื่อเป็นการเปิดประตูใจ จินตนาการ และการลงมือกระทำให้เกิดกับนักเรียน

2. ขั้นเปิดประเด็นโจทย์ เมื่อนักเรียนมีแรงขับเคลื่อนในการเรียนรู้เนื่องจากการมีภาวะพร้อมเรียนรู้การซึมซับคุณค่า เกิดแรงบันดาลใจ และการมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ก็เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่นักเรียนจะต้องเผชิญกับเงื่อนไขหรือโจทย์หรือข้อจำกัดที่มีความเหมาะสม ดังนั้นในขั้นตอนนี้จึงเป็นเวลาที่ครูแจกเงื่อนไข หรือโจทย์ สำหรับแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ที่เหมาะสมให้นักเรียน และเมื่อแรงขับเคลื่อนกับเงื่อนไขหรือโจทย์หรือข้อจำกัดที่เหมาะสม จะเกิดเป็นความพยายามในการจัดการกับเงื่อนไขนั้น ๆ จนก้าวผ่านไปสู่ผลสัมฤทธิ์ที่มุ่งหมาย และในกระบวนการนี้ นักเรียนจะสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง ซึ่งสิ่งนี้คือหลักการพื้นฐานของ “Active Learning” และ “Constructionism” ทุกประเภท โดยลักษณะของสถานการณ์ปัญหามีลักษณะสำคัญดังนี้

1) เป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่นักเรียนยังไม่เคยพบมาก่อน ยังไม่มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ตามเงื่อนไขของโจทย์ได้ทันที

2) สถานการณ์ปัญหาชนิดใดที่ครูต้องการจะให้นักเรียนแก้ตามสถานการณ์ที่กำหนด และมีวิธีที่ครูต้องการให้นักเรียนนำมาเสนอเกี่ยวกับปัญหาที่ได้รับ

3) มีความสัมพันธ์อย่างแนบแน่นกับความรู้ความสามารถที่นักเรียนสะสมอยู่ในตัว มีความยากพอเหมาะและนำไปสู่การสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ กล่าวคือ ถ้านักเรียนนำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่มาใช้ ในกระบวนการลองผิดลองถูกเปลี่ยนมุมมองและหาทางให้สุดความสามารถ (Heuristics) ก็จะสามารถแก้โจทย์หรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์นั้นได้ และ

พร้อมกันนั้นนักเรียนก็ได้สร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น ซึ่งเป็นการต่อยอด สังเคราะห์ หรือยกระดับขึ้นจากความรู้ความสามารถเดิมที่สะสมมา

4) มีความน่าสนใจเชื่อเชิญและท้าทายให้นักเรียนเข้าไปแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขนั้น

5) มีลักษณะเปิดกว้างให้นักเรียนทดลองและค้นคว้าวิธีการที่หลากหลายและผลลัพธ์ที่อาจแตกต่าง แต่ก็ยังสามารถกำกับทิศทางและขอบวงของการเรียนรู้ให้เป็นไปตามแผนการเรียนรู้ได้

3. ขั้นแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ เป็นช่วงเวลาที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ที่ได้มา โดยมากมักเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มขนาดเล็กเพื่อให้ นักเรียนได้เผชิญกับเงื่อนไขของโจทย์ด้วยตนเองอย่างทั่วถึง เมื่อนักเรียนกำลังต่อสู้หรือจัดการกับเงื่อนไขหรือโจทย์ที่กำลังเผชิญด้วยแรงขับเชิงบวกนั้นนักเรียนกำลังสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้นด้วยตนเอง

4. ขั้นนำเสนอและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นช่วงเวลาที่นักเรียนได้นำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ของตนกับเพื่อน และพร้อมกันนั้นก็เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่ต่างกันไปเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา ประเมิน รวมถึงจัดระเบียบวิธีการและผลลัพธ์ที่ต่างเหล่านั้น และในขั้นตอนนี้เป็นการเปิดศักยภาพและสมรรถภาพของนักเรียนทุกคนเข้าหากัน หลอมรวมศักยภาพและสมรรถภาพของนักเรียนทุกคนสู่การเรียนรู้ร่วมกัน เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างร่วมกัน อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวของนักเรียนอีกด้วย

5. ขั้นสรุป เป็นช่วงเวลาที่นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อสังเคราะห์ และยกระดับความรู้ใหม่ร่วมกัน

ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็น 5 ขั้นตอน ดังตาราง 2

ตาราง 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

วิจารณ์ พานิช และ สำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เขต 1 (2557)		ผู้วิจัย	
Inprasit (2011)	Nohda (1983)		
1. ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูเสนอปัญหา นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระในการแก้ปัญหา นักเรียนได้และอธิบายปัญหาให้นักเรียนเข้าใจ รวมถึง กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา	1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ ครูนำสถานการณ์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาเสนอ ให้นักเรียน	1. ชี้นำเสนอปัญหา ครูแจกสถานการณ์ปัญหาและ อธิบายปัญหาให้นักเรียนเข้าใจ รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียน เห็นความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง	1. ชี้นำเสนอปัญหา ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้พร้อมสำหรับการ เรียนรู้ เชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหา
2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนใช้ความคิดอย่างอิสระในการแก้ปัญหา ลักษณะแต่ละบุคคลและการอภิปรายในชั้นเรียน	2. การสืบเสาะเพื่อหาแนวทางการ แก้ปัญหา นักเรียนค้นพบแนว ทางการแก้ปัญหาของตนเองโดยมี ครูชี้แนะ	3. ชี้นำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียน นำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยน เรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา และประเมิน	2. ชี้นำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียน นำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยน เรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา และประเมิน
3. ขั้นตอนการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน นักเรียนอภิปรายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองใน ชั้นเรียน พร้อมบันทึกแนวคิดในใบกิจกรรมหรือสมุด บันทึก	3. การสร้างสถานการณ์ปัญหาใหม่ นักเรียนสร้างปัญหาใหม่ที่มีกรณี ทั่วไป โดยอาศัยพื้นฐานจาก กิจกรรมที่ได้ลงมือทำ	4. ชี้นำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียน นำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยน เรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา และประเมิน	3. ชี้นำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียน นำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยน เรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา และประเมิน
4. ชี้นำสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ครูหรือนักเรียนเขียนแนวคิดบนกระดาน เปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียน พร้อมทั้งแนะนำ และปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น	4. ชี้นำสรุป เป็นช่วงเวลาให้นักเรียนแลกเปลี่ยน เรียนรู้เพื่อสังเคราะห์ และยกระดับความรู้ใหม่ ร่วมกัน	5. ชี้นำสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและ นักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและการหาคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ปัญหา ขึ้นใหม่ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม	5. ชี้นำสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและ นักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและการหาคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ปัญหา ขึ้นใหม่ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม

จากตาราง 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ 5 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นแนะนำ ครูเริ่มด้วยการสร้างสภาพแวดล้อมให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ ชี้แจงเป้าหมายในการเรียนรู้ และนำการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาของนักเรียน
2. ขั้นนำเสนอปัญหา ครูแจกสถานการณ์ปัญหาและอธิบายปัญหาให้นักเรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์ กฎ และเงื่อนไขของปัญหานั้น ๆ เพราะนักเรียนบางคนอาจไม่เข้าใจปัญหาเนื่องจากเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและไม่เคยพบเจอมาก่อน รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริง อาจใช้สื่อการสอนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นและเห็นปัญหาให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น รวมถึงยกตัวอย่างแนวทางการคิดที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหานั้น
3. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและแก้ปัญหาร่วมกัน ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที พร้อมบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม ก่อนที่จะแลกเปลี่ยนกันในกลุ่มและบันทึกแนวคิดเพิ่มเติมลงในใบกิจกรรม
4. ขั้นนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหา แลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบพิจารณา และประเมิน โดยครูจะเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น พร้อมทั้งแนะนำและปรับเปลี่ยนตามความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น
5. ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการและการหาคำตอบ หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นใหม่ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม

1.4 บทบาทสำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

บทบาทสำคัญของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดทั้งช่วงการเตรียมการและระหว่างการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจะช่วยลดอุปสรรคเรื่องจำนวนนักเรียนต่อห้องมากเกินไปได้ เพราะไม่ว่าในห้องจะมีนักเรียนกี่คนก็ไม่ใช่อุปสรรคในการเรียนการสอน แต่ที่เป็นปัญหาคือการพยายามควบคุมความคิดของนักเรียนทั้งห้องให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับครู ซึ่งหากเรายอมรับว่านักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ความต่างของนักเรียนจะทำให้เราได้แนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่แตกต่างกันอย่างหลากหลาย นั่นหมายถึงครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูจึงจำเป็นต้องสร้างกิจกรรมที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีคิดทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียน ดังนั้นครูควรตระหนักอย่างมากในเรื่องต่อไปนี้ (วิจารณ์ พานิช, 2557; สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1, 2560)

1. มีการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา ค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายวิธี ซึ่งปัญหาที่กำหนดในวิธีการแบบเปิดต้องอาศัยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องเป็นปัญหาที่ไม่เกิดเป็นประจำ ทั้งสถานการณ์ของปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาตามแบบที่กำหนด และการแก้ปัญหาแบบปลายเปิดในการปฏิบัติจริง

2. เปิดประตุนักเรียนสู่การเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวนักเรียนเอง และนักเรียนทุกคนต้องมีโอกาสได้แสดงแนวคิดทั้งเดี่ยวและกลุ่ม และวิธีการคิดหรือแนวคิดของนักเรียนทุกคนต้องได้รับการยอมรับจากครูและเพื่อน ๆ ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่อง โดยการหล่อเลี้ยงแรงขับเคลื่อนตั้งคำถามเพิ่มลดหรือปรับเปลี่ยนการสนับสนุนอำนวยความสะดวกและความเรียบร้อย แนะนำ ช่วยเพิ่มลดหรือปรับเปลี่ยนการ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (Constructionism) จากการลองผิดลองถูก เปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง (Heuristics) และพร้อม ๆ กันนั้นครูยังช่วยจัดวางวิธีบันทึกความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ วิธีการ ผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการ ช่วยตั้งคำถามช่วยตั้งประเด็นให้นักเรียนสังเกตเห็นและประเมินวิธีสร้างความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์นั้น ๆ (Metacognition)

3. ประเมินนักเรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติตั้งใจฟังสังเกตและรู้สึกอย่างละเอียดอ่อน ฉับไวและแม่นยำ เพื่อหยั่งให้ถึงภาวะการนำความรู้ความสามารถออกมาใช้ ภาวะการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ แรงบันดาลใจ วิธีการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ อารมณ์เข้าใจ ขอบเขตและคุณภาพของความเข้าใจ พลังความสามารถ และข้อจำกัดของนักเรียนแต่ละคนในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์หรือการสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันทีไม่ใช้การประเมินเพื่อตัดสิน

4. ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถามจับประเด็น ให้คำแนะนำ ให้ตัวอย่าง อำนวยความสะดวกช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนอย่างสงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทันทั่วถึง เพื่อช่วยให้นักเรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจผิด หรือช่วยให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวางลึกซึ้งมากขึ้น และดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างราบรื่น

5. ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีนักเรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียน หรือติดขัดอย่างมาก หรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ หรือกระบวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมนักเรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก ทั้งนี้

เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของนักเรียนคนนั้นและรักษาบรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

ดังนั้น บรรยากาศในการเรียนรู้ของนักเรียนคือสิ่งสำคัญที่ครูต้องให้ความสำคัญและครูคือผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดีทั้งการเตรียมการ การกระตุ้นเสริมแรง ในระหว่างการเรียนรู้ รวมถึงการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่จะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยสรุปได้ดังนี้

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2556, pp.87-91) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยได้อภิปรายเพิ่มเติมอีกว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมการแก้ปัญหาปลายเปิดที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับนักเรียน กิจกรรมที่ใช้นั้นให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีและคำตอบที่หลากหลาย นักเรียนได้แสวงหาความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำจริงจนเกิดความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้กำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์และจัดบรรยากาศในการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถแสดงคำตอบหรือวิธีการอย่างหลากหลาย โดยที่ครูไม่ได้แนะวิธีการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้อย่างได้เพิ่มเติมความรู้ต่าง ๆ เช่น พระราชนิพนธ์กิจของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ข่าวดังและเหตุการณ์ในปัจจุบัน ตลอดจนสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม การนำเสนอในลักษณะนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและสร้างความท้าทายให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไป

ประยุกต์กับชีวิตประจำวัน และได้ให้ข้อสังเกตจากการวิจัยว่า บรรยากาศของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการแสดงความคิดเห็น โดยมีปฏิสัมพันธ์เป็นกันเองกับนักเรียน กระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นและเสริมแรงทางบวก ทำให้นักเรียนลดความกังวล กล้าแสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของนักเรียนและมีส่วนร่วมภายในกลุ่มมากยิ่งขึ้น และเวลาในการจัดการเรียนรู้ควรเป็นคาบเรียนที่ติดกันจำนวน 2 คาบ

พัทธยากร บุสยา (2559, pp.122-129) จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังได้ให้ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ครูควรอธิบายในขั้นวางแผนการแก้ปัญหาให้ละเอียดชัดเจน เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับปัญหาปลายเปิด ซึ่งมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และนักเรียนส่วนใหญ่เขียนแนวทางการแก้ปัญหายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ครูอาจยกตัวอย่างประกอบให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้เขียนแนวทางการแก้ปัญหา เชื่อมโยงข้อมูลกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์

2. ครูควรให้นักเรียนตระหนักถึงการตรวจสอบย้อนกลับ ว่าคำตอบที่ได้นั้นเหมาะสมหรือสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ตรวจสอบย้อนกลับไม่ถูกต้องและมีกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับผิดพลาดบางส่วน ครูควรชี้แจงวิธีการตรวจสอบย้อนกลับให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการตรวจสอบย้อนกลับมากขึ้น

3. ครูควรสนับสนุนนักเรียนในทางบวก ชื่นชมแนวความคิดการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ของนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดประเด็นที่สงสัยและครูไม่ควรชี้แนะแนวทางหรือคำตอบให้กับนักเรียนในระหว่างทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้เกิดความคิดริเริ่มเป็นของตนเอง

4. ครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างถี่ถ้วนในการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งอาจมีนักเรียนที่ไม่สนใจหรือไม่ตั้งใจเรียน ครูควรเข้าไปกระตุ้นนักเรียนโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอแนวคิด

5. ครูควรใช้เวลาในขั้นการนำเสนอการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการอภิปรายและเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

วนัญนา เชิงดี (2555, pp.80-82) วิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่อง

การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 3 แผนการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีความเหมาะสมมากที่สุด 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

Munroe (2015, pp.347-356) ทำวิจัยเรื่อง การสังเกตการสอนในห้องเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศญี่ปุ่น มีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมตัวอย่างการสอนที่ดีในชั้นเรียนประเทศญี่ปุ่นที่ใช้วิธีการแบบเปิดจากวิธีการของเบคเกอร์และชิมาดะ (Becker; & Shimada. 1997) และ โนดะ (Nohda. 1995) โดยใช้วิธีการสังเกตหลักการของวิธีการแบบเปิดในห้องเรียนกับนักเรียน 30 คน ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาเป็นหลักในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ บันทึกการสอนทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยวิธีการบันทึกวิดีโอ หลังการสังเกตจะมีการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย รวมถึงเก็บข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพด้วยแบบสอบถาม กรอบวิธีการแบบเปิดในการสังเกตมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น

เวลา (นาที)	เบคเกอร์ (Becker. 1990)	ลอยด์ (Lloyd. 2012)
	นักเรียนลุกขึ้นและคำนับ	นักเรียนลุกขึ้นและคำนับ
5	ทบทวนการเรียนรู้ในคาบที่แล้ว หรือนำเสนอปัญหาในคาบเรียนนี้	การแนะนำบทเรียน (นักเรียน) ทบทวนการเรียนรู้ในคาบที่แล้ว หรือนำเสนอปัญหาในคาบเรียนนี้
5	ทำความเข้าใจกับปัญหา	ทำความเข้าใจกับปัญหา
5		แก้ปัญหาส่วนตัว
5		รายงานความก้าวหน้า
5	แก้ปัญหาเป็นคู่/กลุ่ม	แก้ปัญหาเป็นคู่/กลุ่ม
20	เปรียบเทียบและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เปรียบเทียบและอธิบายวิธีการ แก้ปัญหา
5	ครูสรุป	ครูสรุป
5	มอบหมายการบ้าน	นักเรียนสะท้อนคิด มอบหมายการบ้าน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมถึงผู้วิจัยได้แนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จริงที่ใกล้ตัวกับนักเรียนในการนำกิจกรรมและให้เวลานักเรียนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่มและระหว่างกลุ่มให้มากพอ โดยจากตาราง 3 ผู้วิจัยจะใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

2. ห้องเรียนกลับด้าน

2.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

มีผู้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้หลายท่าน โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของห้องเรียนกลับด้านดังนี้

ห้องเรียนกลับด้าน ห้องเรียนกลับทาง ห้องเรียนย้อนกลับ หรือห้องเรียนพลิกกลับ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom เป็นศัพท์ที่บัญญัติไว้และมีความหมายคือ ห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอนโดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการบ้านที่ได้รับผ่านการเรียนด้วยตนเองจากสื่อวีดิทัศน์หรือเว็บไซต์นอกชั้นเรียนหรือที่บ้านเพื่อให้นักเรียนที่ขาดเรียนเข้าไปเรียนได้ นักเรียนที่เรียนช้าก็เข้าไปทบทวนได้อีก บางคนยังใช้ในการทบทวนก่อนสอบ เข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียนที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดูได้เองที่บ้าน ส่วนการเรียนในชั้นเรียนปกติจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนร่วมชั้น สร้างองค์ความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต โดยมีครูเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือชี้แนะ อำนวยความสะดวกในการจัดประสบการณ์ทางการเรียน เสริมสร้างประสบการณ์ ฝึกแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง แทนที่จะสอนวิชาหน้าชั้นเรียน กลับสอนหน้ากล้องวีดิทัศน์ แล้วใช้เวลาเรียนที่โรงเรียนทำหน้าที่ครูฝึกหรือโค้ช ให้นักเรียนฝึกแปลงวิชาหรือประยุกต์ใช้วิชา ซึ่งในกระบวนการนักเรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจของตนขึ้นมาในสมองและในหัวใจ ก่อนจะประยุกต์ใช้ความรู้ในกิจกรรมหรือโจทย์แบบฝึกหัดเป็นการฝึกฝนเรียนรู้ที่แท้จริง (Bergmann & Sams, 2012, pp.3-4; 2556, pp.20-21; กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2558, เมษายน, p.116; สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556, p.2)

ห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) ยังหมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนศึกษาสาระสำคัญของบทเรียนด้วยตนเองที่บ้าน และนำผลงานหรือปัญหาที่บันทึกไว้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูหรือเพื่อนในห้องเรียน ซึ่งแนวคิดเรื่องห้องเรียนกลับทางนี้ นำเสนอโดย แอรอน แซมส์ ครูวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน แนวคิดของห้องเรียนกลับด้านเริ่มจากที่มีนักเรียนบางส่วนในห้องเรียนถูกดึงไปทำกิจกรรมอื่น ๆ ทำให้ไม่สามารถเข้าห้องเรียนได้ครบถ้วน เช่น นักเรียนที่เป็นนักกีฬา นักเรียนที่ต้องทำงานนอกเวลา หรือกิจกรรมต่างที่ต้องใช้เวลาในการเดินทาง หรือแม้กระทั่งเนื้อหาวิชาที่ใช้เวลาในการทำความเข้าใจมาก ๆ จนไม่สามารถจัดได้หมดในชั่วโมงเรียน ดังนั้น Jonathan และ Aaron จึงมีแนวคิดจาก 1) พิจารณาเลือกเทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้กับนักเรียน และนักเรียนสามารถนำขึ้นมาเรียนได้ขณะเดินทางหรือในเวลาว่าง จากอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่นักเรียนมี เช่น คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรือแล็ปท็อป นอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียน 2) จัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวเชื่อม เช่น อีเมลจากนักเรียนที่มีข้อสงสัย อีเมลจากครูผู้สอนตั้งคำถามไปยังนักเรียน บทความหรือเนื้อหาต่าง ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่อยู่บนเว็บไซต์ โดยให้ผู้เรียนค้นคว้าสาระความรู้จากแหล่งความรู้ เช่น เอกสาร วีดิทัศน์ สื่อต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้ นำไปศึกษาหรืออ่านเองที่

บ้าน แล้วบันทึกหรือจดประเด็นสำคัญ ตั้งคำถามเพื่อนำมาเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน การใช้เวลาส่วนใหญ่ในชั้นเรียนจึงเป็นการที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ (coach) สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนพูด เสนอ ความรู้ที่ได้ ตั้งคำถามที่สงสัย ฟังคำตอบจากเพื่อนและการสรุปสาระการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นวิธีการจัด กิจกรรมที่เปลี่ยนบทบาทของครูจากการเป็นผู้บรรยาย อธิบายเนื้อหาบทเรียนโดยใช้เวลาเกือบ ทั้งหมดของชั่วโมงเรียน มาเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการศึกษาหา ความรู้ด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การเตรียมแหล่งข้อมูลให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองที่ บ้าน อาจเป็นโครงการงาน ขั้นตอนการทดลอง การแก้โจทย์ปัญหา โดยที่ครูกำหนดขอบเขตของงานให้ เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ เมื่อผู้เรียนกลับมาเรียนในห้องเรียน ครูจะพบว่าผลงานของผู้เรียนมีความ แตกต่างกัน เป็นโอกาสที่ครูได้เข้าใจผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถ ความสนใจระดับใดกิจกรรม การเรียนในห้องเรียนจึงเน้นบรรยากาศการมีส่วนร่วม การช่วยเหลือผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ บทเรียน และเชื่อมโยงเนื้อหาสาระของบทเรียนกับการปฏิบัติจริง เป็นการฝึกทักษะการคิดและทักษะ ทางสังคม ซึ่งการจัดห้องเรียนกลับทางนี้ได้เกิดผลแก่ผู้เรียนในด้านความรู้เท่านั้น แต่ยังเป็น การพัฒนาวิธีการคิด ฝึกฝน ทักษะการสื่อสาร ความรับผิดชอบและนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียนอีกด้วย ทั้งนี้ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจะดียิ่งขึ้นถ้าผู้ปกครองเข้าใจและมีส่วนร่วมสนับสนุน อย่างจริงจัง (จิตรรา สุขเจริญ, 2556; จินดารัตน์ โพธิ์นอก, 2557)

2.2 ลักษณะของห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนกลับด้านจะมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียนโดยจะต้องมีลักษณะ ของการจัดการเรียนรู้ รวมถึงบทบาทของครูและนักเรียน ตามที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ดังนี้

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านมุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ รายบุคคล สื่อหลักของ F-L-I-P จะช่วยอธิบายการนำห้องเรียนกลับด้านไปใช้ (ปางลีลา บุรพาพิชิต ภัย, 2557?) ดังนี้

F – Flexible Environment

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านต้องการความยืดหยุ่นของสภาพแวดล้อม เช่น รูปแบบของการเรียนรู้ควรมีหลายรูปแบบไม่ยึดติดกับแบบใดแบบหนึ่งหรือรูปแบบเดิม ๆ เพื่อที่จะ รองรับบทเรียน ต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของกลุ่ม การศึกษาอิสระ การวิจัย หรือผล การดำเนินงานและการประเมินผล รวมถึงเวลาและสถานที่ที่ต้องการเรียน มีบางครั้งที่มีความวุ่นวาย หรือเสียงดังเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนแบบดั้งเดิมที่มีความสงบเงียบมากกว่า นอกจากนี้ครู จะต้องมีความยืดหยุ่นในเรื่องระยะเวลาในการเรียนรู้ของนักเรียนหรือวิธีการประเมินจะต้องมีความ เหมาะสมทั้งในแง่การวัด ไม่ใช่การประเมินเพื่อตัดสินคะแนนนักเรียนเพียงอย่างเดียว

L – Learning Culture

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านต้องการการยกระดับจากวัฒนธรรมการเรียนรู้ในรูปแบบครูเป็นศูนย์กลางแบบดั้งเดิม เป็นแหล่งที่มาของข้อมูล เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแต่เพียงผู้เดียว ที่ให้ข้อมูลกับนักเรียนโดยตรงผ่านการบรรยาย แต่ในรูปแบบการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีการเปลี่ยนแปลงจากครูเป็นศูนย์กลางเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในสิ่งที่นักเรียนสนใจในเชิงลึกมากขึ้น และสร้างโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้โดยที่พวกเขามีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ผ่านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน และประเมินผลของนักเรียนจะเป็นไปในลักษณะส่วนบุคคล ในทางทฤษฎีนักเรียนสามารถเลือกการเรียนรู้ของพวกเขาโดยการหาเนื้อหาที่อยู่นอกเหนือจากเนื้อหาภายในห้อง หรือเนื้อหาที่กำหนดไว้ และครูสามารถเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและแนะนำสื่อต่าง ๆ ให้นักเรียน

I – Intentional Content

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านต้องการความตั้งใจในการศึกษาเนื้อหา เพื่อที่ครูจะได้รู้ในเนื้อหาของตัวเองจริง ๆ ประเมินเนื้อหาที่จะสอนโดยตรง รวมถึงการวางแผนด้วยว่าจะใช้สื่อใด ๆ ในการสอนเนื้อหานั้น รวมถึงสื่อไหนที่อนุญาตให้นักเรียนได้ค้นหาต่อไปถ้าหากนักเรียนอยากเรียนรู้เรื่องนั้นเพิ่ม และอีกสิ่งหนึ่งก็คือครูควรเลือกใช้ร่วมกับวิธีการสอนในห้องเช่น การจัดการเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based – Learning) หรือการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning) ขึ้นอยู่กับระดับชั้นและหัวข้อเรื่องที่ครูต้องการสอน ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ครูจะต้องเข้าใจและศึกษาในเรื่องที่ต้องการสอนจริง ๆ เพื่อเป็นการวางแผนการเรียนในคาบนั้น เพื่อให้เกิดผลประโยชน์กับนักเรียนสูงสุด

P – Professional Educator

การเรียนรู้ในห้องเรียนกลับด้านต้องการครูที่เป็นมืออาชีพ ห้องเรียนกลับด้านอาจจะชี้ให้เห็นว่าวิดิทัศน์มีความสำคัญมากกว่าครูหรือนักการศึกษา แต่จริง ๆ แล้วเป็นการเข้าใจที่ผิดเพราะสำหรับ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านต้องการทักษะด้านการจัดศึกษาอย่างมืออาชีพที่ครูหรือนักการศึกษาต้องให้ความสำคัญมากขึ้นกว่าเดิม ต้องกำหนดเวลาและวิธีการที่จะเปลี่ยนการเรียนรู้แบบดั้งเดิม เป็นการเรียนรู้ของ แต่ละบุคคล และเพิ่มเวลาการพบปะระหว่างครูและนักเรียนมากขึ้นจะทำให้สามารถนำรูปแบบการสอนมาใช้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีการสังเกตนักเรียนในช่วงทำกิจกรรม ช่วยให้การประเมินนักเรียนเป็นไปแบบรายบุคคลจริง ๆ

2.3 ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนกลับด้านจะช่วยอำนวยความสะดวก เปิดโอกาสให้ครูผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการสังเคราะห์ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้านดังนี้

เหตุผลบางประการที่บอกลถึงประโยชน์ของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน หรืออีกนัยหนึ่งคือการกลับด้านห้องเรียนส่งผลอย่างไรบ้าง (Bergmann & Sams, 2012, pp.19-33; 2556, pp.30-34; สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556, pp.7-8) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ห้องเรียนกลับด้านช่วยให้ครูมีเวลาช่วยแนะนำหรือทำหน้าที่ “คุณอำนวย” ได้มากขึ้น
2. เพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครู จากการบรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากครูสอนไปเป็นครูฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคลหรืออาจเรียกว่าเป็นครูตัวเตอร
3. เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ที่เด็กสมัยใหม่ชอบ โดยใช้สื่อ ICT ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล
4. ช่วยเหลือเด็กที่มีงานยุ่ง เด็กสมัยนี้มีกิจกรรมมาก ดังนั้นจึงต้องเข้าไปช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทสอนที่สอนด้วยวิธีที่ศน์อยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยให้เด็กเรียนไวล่วงหน้า หรือเรียนตามชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกเด็กให้รู้จักการจัดการเวลาของตนเอง
5. ช่วยเหลือเด็กเรียนอ่อนให้ชวนขวหายหาความรู้ ในชั้นเรียนปกติเด็กเหล่านี้จะถูกทอดทิ้ง แต่ในห้องเรียนกลับด้านเด็กจะได้รับการเอาใจใส่จากครูมากที่สุดโดยอัตโนมัติ
6. ช่วยเหลือเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เพราะเด็กสามารถฟัง – ดูวิดีโอที่ตนเองจะหยุดตรงไหนก็ได้ กรอกลับ (Review) ก็ได้ตามที่ตนเองพึงพอใจที่จะเรียน
7. ช่วยให้เด็กสามารถหยุดและกรอกลับครูของตนเองได้ ทำให้เด็กใช้เวลาเรียนตามที่ตนเองพอใจ เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้
8. ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับครูเพิ่มขึ้น ตรงกันข้ามกับการที่เรียนแบบออนไลน์ การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านยังเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนยังคงมาโรงเรียนและนักเรียนพบปะกับครู ห้องเรียนกลับด้านเป็นการประสานการใช้ประโยชน์ระหว่างการเรียนรู้แบบออนไลน์ และการเรียนระบบพบหน้า ช่วยเปลี่ยนและเพิ่มบทบาทของครูให้เป็นทั้งพี่เลี้ยง (Mentor) เพื่อนบ้าน (Neighbour) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)
9. ช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดีขึ้น หน้าที่ของครูไม่ใช่เพียงช่วยให้ศิษย์ได้ความรู้หรือเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจ รับฟังและช่วยเหลือ ส่งเสริมนักเรียนซึ่งเป็นมิติสำคัญที่จะช่วยเสริมพัฒนาการทางการเรียนของเด็ก

10. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยตนเอง จากกิจกรรมทางการเรียนที่ครูจัดประสบการณ์ขึ้นมา นักเรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้ดี เป็นการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของนักเรียนที่เคยเรียนตามคำสั่งครูหรือทำงานให้เสร็จตามกำหนด เป็นการเรียนเพื่อตนเองไม่ใช่คนอื่น ส่งผลต่อเด็กที่เอาใจใส่การเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันจะเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติ นักเรียนที่เข้าใจ ทำแบบฝึกหัดได้ จะช่วยอธิบาย หรือช่วยเหลือเพื่อน สร้างมิตรจิตระหว่างกัน

11. ช่วยให้เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ตามปกติแล้วในชั้นเรียนเดียวกันจะมีเด็กที่มีความแตกต่างกันมาก มีความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้ครูเห็นจุดอ่อนจุดแข็งของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนด้วยกันก็เห็น และช่วยเหลือกันด้วยจุดแข็งของแต่ละคน เนื่องจากครูมีโอกาสดำเนินไปเดินมาทั่วห้อง ครูจะสังเกตเห็นนักเรียนที่กำลังพยายามดิ้นรนช่วยตนเองในการเรียน และสามารถเข้าไปช่วยนักเรียนที่ไม่ถนัดเรื่องนั้นให้เอาใจใส่ ช่วยให้นักเรียนอ่อนในด้านนั้นไม่รู้สึกมีปมด้อย

12. เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการห้องเรียน ช่วยเปิดช่องให้ครูสามารถจัดการชั้นเรียนได้ตามความต้องการที่จะทำ ครูสามารถทำหน้าที่ของการสอนที่สำคัญในเชิงสร้างสรรค์ เพื่อสร้างคุณภาพแก่ชั้นเรียน ช่วยให้เด็กรู้อนาคตของชีวิตได้ดีที่สุด

13. ช่วยให้การศึกษาก่อพ่อแม่และคนในครอบครัว พ่อแม่บางคนดูวิถีทัศน์ไปพร้อมกับลูก ทำให้ผู้ใหญ่ก็ได้เรียนวิชานั้นไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในครอบครัวที่ด้อยโอกาส

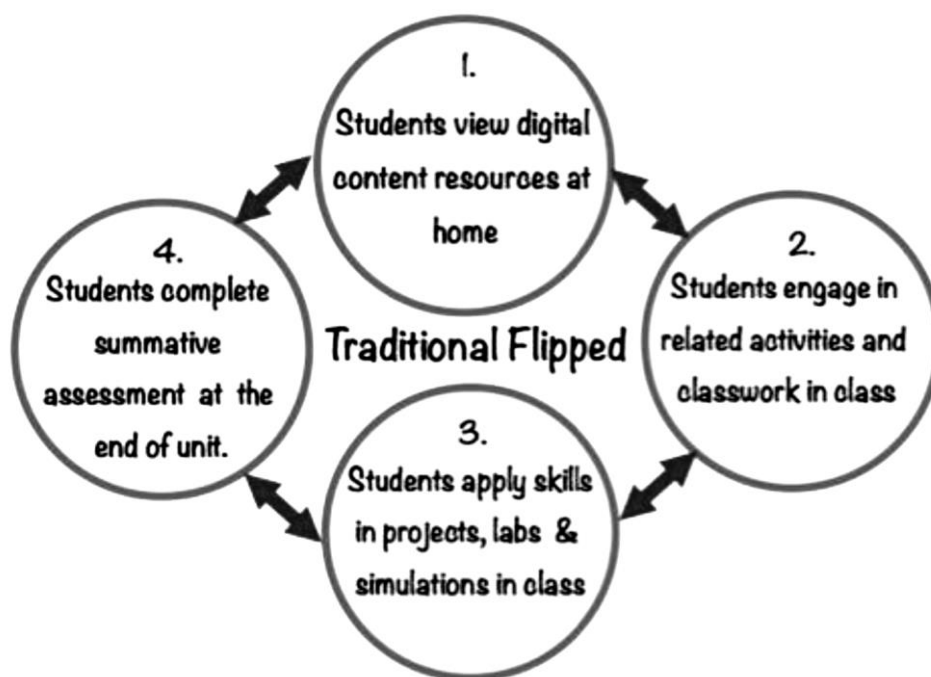
การกลับด้านห้องเรียนเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี เพราะการเรียนรู้ที่ดียังมีปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการ ครูจะได้เวลากลับมามากมาย สามารถเพิ่มเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมในห้องได้มากถึง 50% เป็นการเพิ่มเวลาทำกิจกรรมเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ ครูยังสามารถเดินไปรอบห้องเพื่อช่วยนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือมากที่สุดได้ด้วย (กิตติชัย สุธาสิโนบล, 2558, เมษายน, p.123)

2.4 รูปแบบการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนกลับด้านมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยผู้วิจัยได้รวบรวมและสังเคราะห์ขั้นตอนต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องกันเป็นแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยโดยมีรายละเอียด ดังนี้

Miller (2014) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้านที่ผสมผสานกับการเรียนรู้ในห้องแบบต่าง ๆ ซึ่งมี 4 รูปแบบดังนี้

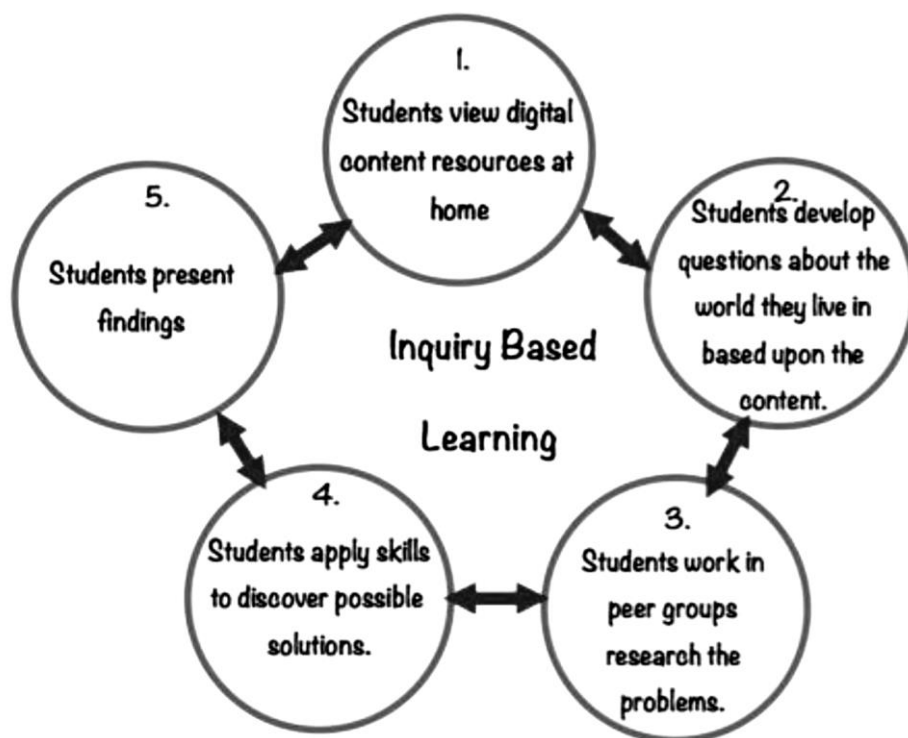
1. ห้องเรียนกลับด้านรูปแบบดั้งเดิม เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับครูที่เพิ่งเริ่มใช้มากที่สุด ครูจะให้แหล่งการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียนแล้วให้คำแนะนำอยู่ข้าง ๆ โดยนักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม และนักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ห้องเรียนกลับด้านรูปแบบดั้งเดิม

ที่มา: Brian Miller. (2014). *Back to the Classroom – Taking It Beyond the Content*. Online)

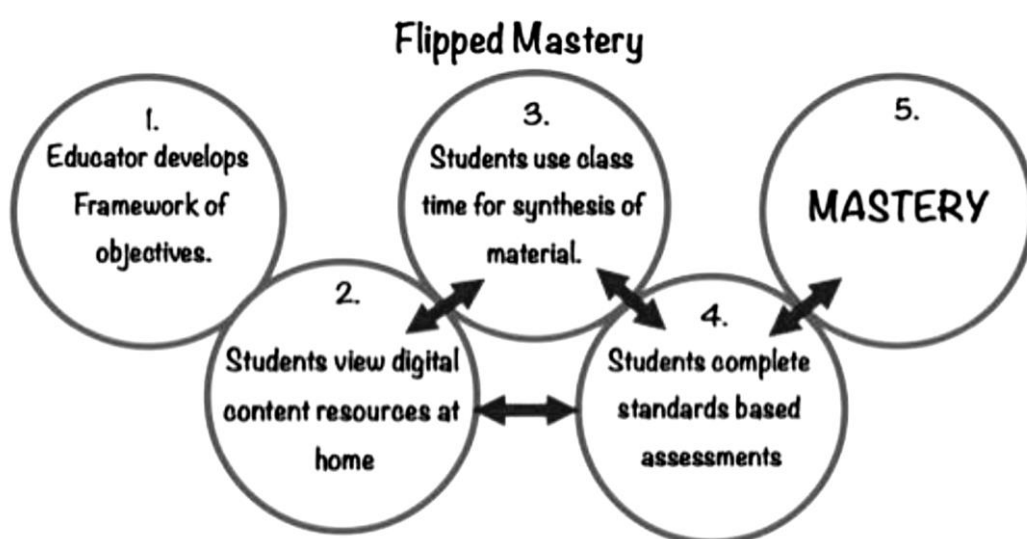
2. ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ รูปแบบนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตนเอง นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือเป็นกลุ่ม โดยดำเนินการขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: Brian Miller. (2014). *Back to the Classroom – Taking It Beyond the Content*. Online)

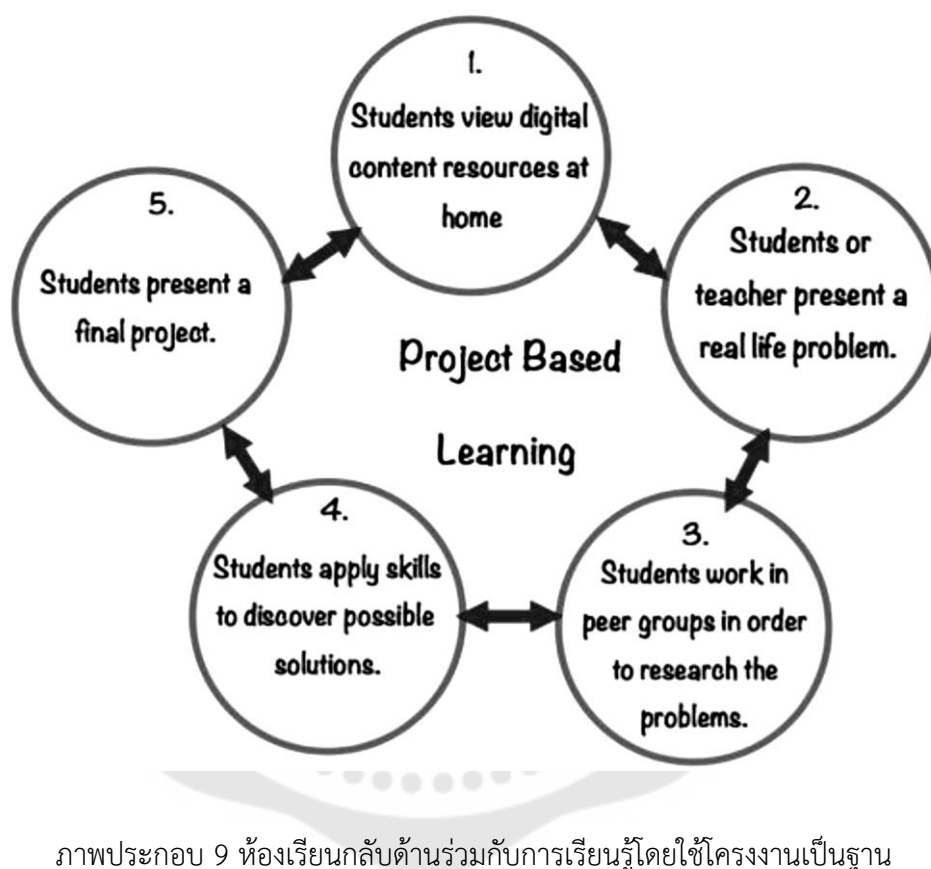
3. ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบรู้จริง รูปแบบนี้จะช่วยให้เป็นการศึกษาอย่างแท้จริง เป็นรูปแบบที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาแนวคิดหลักก่อนจะเปลี่ยนไปหัวข้ออื่น ๆ นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระ ครูสามารถติดตามความคืบหน้าของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนเพิ่มศักยภาพของตนเอง รูปแบบนี้จะให้โอกาสที่ดีที่สุดสำหรับความแตกต่างในห้องเรียน ให้โอกาสนักเรียนได้เรียนเนื้อหาเกินกว่าวัตถุประสงค์ และได้เรียนรู้ในระดับที่แตกต่างกันตามความชอบของหัวข้อนั้น ๆ สามารถใช้เวลาค้นคว้าเนื้อหาที่ลึกลงไปเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบรู้จริง

ที่มา: Brian Miller. (2014). *Back to the Classroom – Taking It Beyond the Content*. Online)

4. ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน รูปแบบนี้จะใช้วิธีการนำเสนอปัญหาของสังคมจริง ๆ ให้นักเรียนใช้เนื้อหา มาคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงแค่ความเข้าใจในเนื้อหาแต่จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนจะได้ประเมินตนเองและข้อเสนอแนะเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าและผลของโครงการของนักเรียน โดยมีขั้นตอนดังภาพประกอบ 9



ที่มา: Brian Miller. (2014). *Back to the Classroom – Taking It Beyond the Content*. Online)

กิตติชัย สุธาสีโนบล (2558, เมษายน, p.118) เสนอรูปแบบของห้องเรียนกลับด้านเป็นวัฏจักรหมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง หรืองานด้านศิลปะแขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นให้เกิดความคิดรวบยอด (Concept Exploration) โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมประเภทสื่อวีดิทัศน์บันทึกการบรรยายของครู การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยนักเรียนเป็นผู้บูรณาการ สร้างองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างกระดานความรู้อิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking & Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนด้วยตนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงการ (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการสร้างสรรค์งาน

โดยรูปแบบของห้องเรียนกลับด้านสามารถกำหนดดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 โมเดลห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom Model)

ที่มา: กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2558). ห้องเรียนกลับด้าน. ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับที่ 50*. หน้า 119. (อ้างอิงจาก Jackie Gerstein. (2012). *The Flipped Classroom: The Full Picture*. Online)

โดยผู้วิจัยเลือกห้องเรียนกลับด้านรูปแบบดั้งเดิมที่มีความยืดหยุ่นในรูปแบบกิจกรรมมาสังเคราะห์ร่วมกับโมเดลห้องเรียนกลับด้าน ดังตาราง 4

ตาราง 4 การสังเคราะห์รูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน

Miller แบบดั้งเดิม (2014)	กิตติชัย สุชาติโนบล (2558)	ผู้วิจัย
	1. การกำหนดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย 2. การสืบค้นให้เกิดความคิดรวบยอด โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมประเภทสื่อ 3. การสร้างองค์ความรู้ความหมาย โดยนักเรียนร่วมกันสร้างองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4. การสร้างและประยุกต์ใช้ เป็นการสร้างความรู้ของนักเรียนด้วยตนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน	การเรียนรู้ในห้องเรียน ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เปลี่ยนจากการบรรยายเนื้อหา เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิด แก้ปัญหา และสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและนักเรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งในแต่ละคาบเรียนนั้นจะมีการตรวจสอบผลการเรียนรู้ในแต่ละคาบ รวมถึงมอบหมายการเรียนรู้นอกห้องเรียนในครั้งต่อไป
1. นักเรียนดูแหล่งเรียนรู้จากที่บ้าน เช่น จากสื่อวีดิทัศน์ที่ครูจัดเตรียมให้ หรือแหล่งเว็บไซต์อื่น ๆ 2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องและการเรียนรู้ในชั้นเรียน ให้แหล่งการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียนแล้วให้คำแนะนำอย่างต่าง ๆ 3. นักเรียนนำความรู้และทักษะมาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมในชั้นเรียน โดยนักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่ม และนักเรียนจะได้รับสารสนเทศที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง 4. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ เพื่อเป็นการตรวจสอบการบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	1. การกำหนดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ โดยครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย 2. การสืบค้นให้เกิดความคิดรวบยอด โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมประเภทสื่อ 3. การสร้างองค์ความรู้ความหมาย โดยนักเรียนร่วมกันสร้างองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง 4. การสร้างและประยุกต์ใช้ เป็นการสร้างความรู้ของนักเรียนด้วยตนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน	

2.5 วิธีดำเนินการของห้องเรียนกลับด้าน

การเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน อาจมีความแตกต่างจากห้องเรียนแบบดั้งเดิมอยู่มาก ดังนั้น ครูควรมีการเตรียมตัวสำหรับการใช้ห้องเรียนกลับด้าน และคำนึงถึงข้อจำกัดบางอย่าง โดยมีรายละเอียดที่สังเคราะห์ได้ดังนี้

ก่อนเริ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน ครูควรมีการเตรียมตัวสำหรับการจัดการเรียนรู้ (Bergmann & Sams, 2012, pp.35-50, 77-84, 97-99; 2556, pp.36-38, 56-58, 70-71) ดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการเรียนแบบใหม่ ในวันแรกครูอธิบายประโยชน์ของการเรียนแบบใหม่และให้นักเรียนดูวิดีโอ อธิบายวิธีการเรียนแบบนี้ หรือในวิดีโออาจมีนักเรียนรุ่นก่อนอธิบายว่าวิธีการเรียนแบบใหม่ดีต่อนักเรียนอย่างไร

2. แจ้งให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบเรื่องการเรียนแบบใหม่ ว่านักเรียนจะได้ประโยชน์อย่างไร และอาจขอความร่วมมือในการกดดันการดูวิดีโอที่บ้านได้อีกด้วย

3. สอนวิธีดูและจัดการวิดีโอ เมื่อเลือกใช้วิดีโอ และคิดต่อว่าจะใช้ของผู้อื่นที่มีอยู่แล้ว หรือคิดจะทำขึ้นใช้เอง และแม้จะทำขึ้นใช้เองก็ควรส่งเสริมให้นักเรียนค้นทางอินเทอร์เน็ต ไม่ควรห้ามนักเรียนดูวิดีโอจากแหล่งอื่น แต่ละตอนของวิดีโอควรมีวัตถุประสงค์เดียว และยาวระหว่าง 10 – 15 นาที แนะนำให้นักเรียนดูวิดีโอแบบตั้งใจดูจริง ๆ โดยไม่มีสิ่งรบกวนสมาธิ เช่น ไม่มีหูฟังเสียงเบา ไม่เปิดเฟสบุ๊คไปพร้อม ๆ กัน ในช่วง 2 – 3 สัปดาห์แรกอาจฝึกให้นักเรียนทั้งชั้นดูวิดีโอด้วยกัน ฝึกใช้ปุ่มหยุดวิดีโอ และชี้ประเด็นสำคัญในเรื่อง ลองให้นักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้ควบคุมวิดีโอ ที่จะหยุดหรือย้อนกลับไปดูตอนสำคัญ แล้วร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นว่าหากตนเองเป็นผู้ควบคุมวิดีโอจะติดต่อกับตนเองอย่างไร แต่ละคนดูได้เข้าใจเร็วช้าแตกต่างกันอย่างไร

4. กำหนดให้นักเรียนตั้งคำถามที่น่าสนใจ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้ดูวิดีโอมาก่อนโดยคำถามที่ตั้งต้องเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับในวิดีโอและนักเรียนเองไม่รู้คำตอบ ช่วยให้นักเรียนตั้งใจดูวิดีโอ ดูแล้วจับประเด็น และหาประเด็นที่สงสัย โดยนักเรียนแต่ละคนต้องตั้งคำถามมาคนละ 1 คำถามต่อวิดีโอ 1 ตอน หรืออาจเสริมวิธีการจดบันทึกจากการดูวิดีโอแล้วนำมาให้ครูดู เพื่อนักเรียนจะได้ทำความเข้าใจอีกรอบหนึ่งโดยการเขียนความเข้าใจของตนเองได้ด้วย

ครูจำนวนมากใช้ห้องเรียนกลับด้านเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้แบบโครงการ การเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหา คุณสมบัติที่ครูต้องมีคือ การทำให้นักเรียนรู้สึกมีส่วนร่วมกับการเรียนหรือกับคำถามที่จะทำให้ให้นักเรียนต้องกลับไปเริ่มจากเนื้อหาที่อยู่วิดีโอแล้วขยายออกไปจากตรงนั้น แตกต่างจากแค่บรรยายอย่างมาก ครูต้องเป็นคนเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ในห้องเรียน ในห้องเรียนกลับด้านมีข้อจำกัดอย่างหนึ่งที่ครูต้องยอมเสียไป คือ การถามคำถามในชั้นเรียนจะหายไป ซึ่งในขณะเวลาที่ครูบรรยายในชั้นเรียนปกติ เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจจะถามคำถามทันที แต่ในห้องเรียนกลับด้านไม่มีช่วงเวลาแบบนี้

ดังนั้น สิ่งที่ครูควรทำคือให้นักเรียนเขียนคำถามและให้นำคำถามเหล่านั้นมาในห้องเรียน เพราะครูตอบคำถามทันทีระหว่างที่นักเรียนดูวิดีโอทัศน์ไม่ได้แต่นำมาตอบในห้องที่หลังแทน ในการนำห้องเรียนกลับด้านมาประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย ควรมองไปที่เป้าหมายของ Flipped ว่า จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลางได้อย่างไร เช่น การใช้เวลาในห้องเรียนเพื่อทำโจทย์ปัญหา หรือเปลี่ยนมาทำงานที่เคยมอบหมายให้นักเรียนทำเป็นการบ้านแทนที่จะเป็นการบรรยาย เนื้อหาให้นักเรียนฟังตลอดช่วงเวลาในคาบเรียน จะเป็นผลดีกับนักเรียนอย่างไรบ้าง รวมถึงการทำให้เกิดห้องเรียนกลับด้านได้จริงในทางปฏิบัติจะต้องมีเงื่อนไขสนับสนุนหลายประการ เช่น การเตรียมพร้อมของทั้งครูและนักเรียนที่ต้องใช้เวลาและให้ความสำคัญกับการเรียนรู้แม้อยู่นอกห้องเรียน การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในและนอกห้องเรียนที่สอดคล้องกัน สามารถทำให้เกิดการมีส่วนร่วมและทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชานั้น ๆ และกระตุ้นให้นักเรียนเตรียมพร้อมก่อนเข้าห้องเรียนได้ ซึ่งเหล่านี้อาจหมายถึงการที่ครูต้องฝึกฝนทักษะบางประการเพิ่มเติม เช่น การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และบทบาทในการทำกิจกรรมกลุ่มซึ่งครูจะทำหน้าที่ชี้แนะและตั้งคำถามที่ท้าทาย กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น โดยที่สื่อหรือความรู้ที่จะมอบให้นักเรียนไปศึกษา ควรเป็นความรู้ที่ครูควรผลิตเอง มากกว่าที่จะนำสื่อความรู้ของเพื่อนครูท่านอื่นมาให้นักเรียนของตนเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะได้ไม่รู้สึกแปลกคตที่จะเรียนกับคนแปลกหน้า (กิตติชัย สุธาสีโนบล, 2558, เมษายน, pp.124-127)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้านที่จะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยโดยสรุปได้ดังนี้

สุดเฉลิม ศัสตราฤกษ์ (2560, มกราคม-เมษายน, pp.100-108) ได้ศึกษาปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบห้องเรียนกลับด้าน โดยความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่า การศึกษาด้วยตนเองทำให้ได้รับความรู้ที่ไม่เพียงพอต่อการศึกษา และการพูดคุยกันเสียงดังในขณะที่เพื่อนกำลังตั้งใจทำงาน เป็นต้น ส่วนข้อเสนอแนะปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบห้องเรียนกลับด้าน พบว่า การส่งเสริมความพร้อมในด้านเทคโนโลยีและแหล่งการศึกษาเรียนรู้ และการเพิ่มกิจกรรมในห้องเรียนเพื่อเพิ่มทักษะในการเรียนรู้ และได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวว่าครูจำเป็นต้องชี้แจงแนวทางและวิธีการสอนให้กับนักเรียนทราบก่อน รวมถึงสอบถามความสามารถของนักเรียนและร่วมกันออกแบบการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนโดยคำนึงถึงมาตรฐานผลการเรียนรู้ของรายวิชานั้นในหลักสูตร รวมถึงอาจมีการ

ทดสอบความเข้าใจความรู้ในรายเนื้อหาในแต่ละสัปดาห์ เพื่อเป็นการทวนสอบและปรับปรุงวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Gouia and Gunn (2016, pp.4-8) ได้ศึกษาผลการใช้สื่อวิดีโอที่แตกต่างกันในการจัดการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน โดยผลการวิจัยพบว่า มีนักเรียนจำนวน 43% จากนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 81 คน ที่ไม่ได้ดูวิดีโอโดยให้เหตุผลว่า “เขาเข้าใจในเนื้อหานั้นอยู่แล้ว” และ “เขาคิดว่าสิ่งที่อยู่ในห้องเรียนก็เพียงพอแล้ว” ภาพรวมทัศนคติของนักเรียนทั้ง 57% ที่ดูวิดีโอ นั้น มี 47% ที่ชอบวิดีโอในรูปแบบที่ 1 ที่มีรายละเอียดมาก วิดีโอมีความยาวมากกว่า และสามารถมองเห็นครู ถ้าแยกตามเพศ เพศหญิงจะชอบวิดีโอในรูปแบบที่ 1 มากที่สุด ในขณะที่ผู้ชายจะชอบวิดีโอรูปแบบที่ 3 ที่มีความยาวน้อยกว่ามากที่สุด และก็มีนักเรียนบางคนที่ไม่ดูวิดีโอทั้ง 3 รูปแบบได้ให้ความเห็นไว้ ดังนี้

1. เรียนรู้วิดีโอที่ 2 หลังวิดีโอที่ 3 ซึ่งมีประโยชน์เพราะในวิดีโอที่ 3 คือกฎพื้นฐาน ที่ได้เรียนแล้ว หลังจากนั้นจึงเรียนรู้จากวิดีโอที่ 1 แต่มันน่าเบื่อ และไม่มีความจำเป็นสำหรับเนื้อหาที่มากขึ้น

2. สามารถจับประเด็นได้จากวิดีโอที่สั้นกว่า

3. วิดีโอทั้งสามมีประโยชน์และอธิบายไปในทางเดียวกัน

แต่ก็มีนักเรียนจำนวนหนึ่งที่แสดงทัศนะเชิงลบ ดังนี้

1. ชอบการเรียนรู้แบบจดบันทึกในคาบเรียนกับครูมากกว่า แล้วให้ใช้วิดีโอหลังจากคาบเรียนนั้น

2. การเรียนปกติก็ดีอยู่แล้ว การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นแนวคิดที่ไม่ดี

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ห้องเรียนกลับด้านต้องมีการเตรียมความพร้อมในด้านเทคโนโลยีและแหล่งการศึกษาเรียนรู้ เอกสารประกอบ และทักษะในการใช้ รวมถึงการจัดทำวิดีโอด้วยตนเองของคุณครูเพื่อสร้างความเป็นธรรมชาติในการเรียนรู้ผลจากการวิจัย

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความหมายของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ดังนี้

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของแต่ละบุคคลในการคิด ใช้ และตีความทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย บ่งบอกและเข้าใจบทบาทของคณิตศาสตร์ที่มีในโลก ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถตัดสินใจบนพื้นฐานความรู้ที่เข้มแข็ง เพื่อใช้และผูกพันกับคณิตศาสตร์ที่จะตอบสนองความจำเป็นต่อชีวิตของแต่ละบุคคลในอันที่จะเป็นพลเมืองที่มีความคิด

มีความห่วงใย และสร้างสรรค์สังคม สามารถค้นพบและประเมินเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันและในอนาคต เพื่อการสร้างสรรค์ พัฒนา ตระหนัก และสะท้อนต่อสังคมส่วนรวม โดยอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารแนวความคิด ในขณะที่นักเรียนตั้งปัญหา ตีความโจทย์ปัญหา จำลองรูปแบบปัญหา และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เช่น การจับจ่ายใช้สอย การเดินทาง การทำอาหาร การจัดระเบียบการเงินของตน การตัดสินใจประเด็นปัญหาสังคมและการเมือง เป็นต้น (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2013) อ้างใน ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล, 2551, p.7; สสวท., 2560a, p.35)

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ไม่สามารถนิยามในรูปของความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่จะเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ หรือเป็นสมรรถนะส่วนตนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติ โดยจำแนกออกเป็น 5 ประเภท ตามเป้าหมายของการศึกษาคณิตศาสตร์ (Jablonka (2003) อ้างใน ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล, 2551, p.8) ดังนี้

1) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ (Mathematical Literacy for Developing Human Capital) โดยมุ่งเน้นการจัดการและการเตรียมความพร้อมให้กับประชาชนด้วยความรู้และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้สามารถจัดการกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ เช่น ปัญหาในสถานที่ทำงาน ปัญหาในชุมชน และปัญหาในระดับโลก เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและพัฒนาศักยภาพทางเศรษฐกิจ

2) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อความเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรม (Mathematical Literacy for Cultural Identity) คณิตศาสตร์ที่สอนในโรงเรียนและที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ คณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันจะเป็นคณิตศาสตร์ที่มีรูปแบบเป็นไปตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นหรือเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น คณิตศาสตร์ในการตลาด และคณิตศาสตร์ในสถานที่ทำงาน ประกอบกับหลักสูตรและตำราเรียนจากหลายประเทศหลายวัฒนธรรมมีความแตกต่างกัน ส่วนมากไม่ได้มุ่งเน้นการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะช่วยให้ทุกวัฒนธรรมมีหลักสูตรการสอนและตำราเรียนไปในทิศทางเดียวกัน คือ การนำคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ประจำวัน

3) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม (Mathematical Literacy for Social Change) เป็นความสามารถของมนุษย์ที่มีต่อมุมมองที่แตกต่างและการเปลี่ยนแปลงทางสังคม คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานแรกเริ่มทางสังคมในการแลกเปลี่ยนสินค้าและการซื้อขาย นอกจากนี้ยังนำไปใช้เพื่อพิจารณาประเด็นซึ่งมีความสำคัญทางการเมืองการปกครองเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางสถิติ เช่น การเพิ่มขึ้นของประชากร การ

บริโศกของประชากร อัตราการเกิด อัตราการตาย เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเตรียมเยาวชนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้

4) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการตระหนักถึงสภาพแวดล้อม (Mathematical Literacy for Environmental Awareness) คณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่ช่วยปรับปรุงปัจจัยและสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิต พร้อมยกระดับของสวัสดิภาพของประชาชนให้ดีขึ้น

5) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เพื่อการประเมินด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy for Evaluating Mathematics) เป็นการอภิปรายลักษณะและรูปแบบต่าง ๆ ของการใช้คณิตศาสตร์ เช่น การใช้ตัวแบบจำลอง กราฟิก และเทคโนโลยี รวมถึงการเรียนรู้และความสามารถในการประเมินค่าคณิตศาสตร์และบทบาททางคณิตศาสตร์ที่ใช้อยู่

สรุปได้ว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิด ใช้ และตีความทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย ค้นพบและประเมินเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันและในอนาคต ตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเพื่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เพื่อการตระหนักถึงสภาพแวดล้อม และเพื่อการประเมินด้านคณิตศาสตร์

2.2 องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้ยึดตามกรอบการประเมินของ PISA โดยองค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามกรอบการประเมินของ PISA มีรายละเอียดดังนี้

กรอบการประเมินของ PISA เน้นที่การประเมินว่านักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด นั่นคือ สามารถนำฐานความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ และเผชิญหน้ากับปัญหาในโลกจริงได้เพียงใด โดยขอบเขตการประเมินครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาคณิตศาสตร์ และสถานการณ์หรือบริบท (สสวท., 2560a, pp.36-45) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) ที่อธิบายสิ่งที่แต่ละคนทำเพื่อเชื่อมโยงบริบทของปัญหากับคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ดังนี้

1) การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ คือ การที่บุคคลตัดสินใจได้ว่าส่วนใดที่เขาสามารถดึงคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปใช้ในการวิเคราะห์ สร้างแนวทาง และนำไปแก้ปัญหา โดยบุคคลเหล่านี้สามารถแปลงปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงให้อยู่ในขอบเขตคณิตศาสตร์ และกำหนดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การใช้เครื่องหมายแทน และลักษณะจำเพาะ

ให้กับปัญหาในโลกชีวิตจริง ซึ่งสามารถให้เหตุผล ตั้งสมมติฐาน และพิจารณาข้อจำกัดได้อย่างสมเหตุสมผล โดยประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

- การระบุประเด็นทางคณิตศาสตร์ของปัญหาที่ตั้งอยู่ในบริบทโลกชีวิตจริง และการระบุตัวแปรที่สำคัญ

- การรู้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (รวมถึงกฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ และแบบรูป) ของปัญหาหรือสถานการณ์

- การทำสถานการณ์หรือปัญหาให้อยู่ในรูปอย่างง่าย เพื่อให้การวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น

- การระบุข้อจำกัดและสมมติฐานที่อยู่เบื้องหลังแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และจากการทำให้อยู่ในรูปอย่างง่ายที่รวบรวมได้จากบริบท

- การแสดงแทนสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแปรสัญลักษณ์ แผนภาพ และแบบจำลองมาตรฐานที่เหมาะสม

- การแสดงแทนปัญหาในหลากหลายวิธี รวมถึงการจัดการกับปัญหาให้สอดคล้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และการสร้างสมมติฐานที่เหมาะสม

- การรู้ เข้าใจ และการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาเฉพาะกับบริบทของปัญหากับภาษาที่เป็นสัญลักษณ์และภาษาอย่างเป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการแสดงเชิงคณิตศาสตร์

- การแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปของภาษาทางคณิตศาสตร์หรือการแสดงแทน

- การรู้แง่มุมต่าง ๆ ของปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่รู้หรือแนวคิดหลักทางคณิตศาสตร์ที่รู้จัก ข้อเท็จจริง หรือวิธีดำเนินการ

- การใช้เทคโนโลยีเพื่อแสดงความสัมพันธ์ภายในปัญหาที่อยู่ในสถานการณ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น ตารางโปรแกรมทำงาน หรือรายการที่มีให้บนเครื่องคำนวณเชิงกราฟ

2) การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่แต่ละคนแสดงวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์และค้นหาวิธีแก้ปัญหามathematics เช่น แสดงการคำนวณ การแก้สมการ การลงข้อสรุปจากสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ การใช้เชิงสัญลักษณ์ การสกัดข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากตารางและกราฟ การใช้สัญลักษณ์แทนและการจัดการกับรูปร่างและรูปทรง และการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ สร้างกฎเกณฑ์ ระบุความเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ โดยประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

- การคิดและนำกลยุทธ์ในการหาวิธีแก้ปัญหามathematics ไปใช้

- การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเทคโนโลยีเพื่อช่วยหาวิธีแก้ปัญหา ที่ถูกต้องหรือเหมาะสม
- การนำข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธี และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา
- การดำเนินการในเรื่องจำนวน ข้อมูลและข้อสนเทศเกี่ยวกับกราฟและสถิติ นิพจน์พีชคณิตและสมการ และการแสดงแทนทางเรขาคณิต
- การสร้างแผนภาพ กราฟ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ และการสกัด ข้อมูลทางคณิตศาสตร์จากสิ่งเหล่านั้น
- การใช้และการสลับที่ระหว่างการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการแก้ปัญหา
- การสร้างข้อสรุปทั่วไปบนพื้นฐานของผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา
- การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การอธิบายและการแสดงเหตุผล ต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์

3) การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของแต่ละบุคคลในการสะท้อนวิธีแก้ปัญหา ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แล้วตีความออกมาในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง ซึ่งรวมถึงการแปลความหมายของวิธีแก้ปัญหา หรือการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ย้อนกลับที่ไปบริบทของปัญหา และตัดสินใจว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นเหตุเป็นผลและเข้ากันได้กับบริบทของปัญหาหรือไม่ อาจะสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งในบริบทของปัญหา และการสะท้อนทั้งกระบวนการสร้างแบบจำลองและผลที่ได้ โดยกระบวนการนี้รวมการตีความและการประเมินไว้ด้วยกัน ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

- การตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปบริบทโลกชีวิตจริง
- การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง
- ความเข้าใจว่าในชีวิตจริงส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และวิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือแบบจำลองอย่างไร เพื่อตัดสินใจว่าจะต้องปรับปรุงหรือนำผลไปใช้ในสถานการณ์ได้อย่างไร
- การอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดผลลัพธ์หรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์จึงเหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา
- ความเข้าใจขอบเขตและข้อจำกัดของแนวคิดคณิตศาสตร์และวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- การวิจารณ์และระบุข้อจำกัดของแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหา

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ยังต้องการความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถพื้นฐานทั้งหมดจะปรากฏอยู่ในหมวดเนื้อหาทั้ง 4 ด้าน และในหมวดกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ ตามกรอบโครงสร้างการประเมินผลของ PISA ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการประเมินมี 7 ประการดังนี้

1) การสื่อสาร (Communicating) ความสามารถของแต่ละบุคคลคนที่รับรู้ การมีอยู่ของสิ่งที่ทำลาย และถูกกระตุ้นให้รู้และเข้าใจสถานการณ์ปัญหา การอ่าน การถอดรหัส และการตีความข้อความ การถาม ภาระงานหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ทำให้แต่ละคนสามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ขึ้นมาในใจ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการเข้าใจปัญหา การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น และการคิดสร้างปัญหาในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาผลที่ได้ทันทีอาจจำเป็นต้องมีการสรุปและนำเสนอ หลังจากที่ได้พบวิธีแก้ปัญหาแล้ว ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องนำเสนอวิธีแก้ปัญหานั้น และบางครั้งต้องมีการอธิบาย และให้เหตุผลกับผู้อื่นด้วย

2) การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เกี่ยวข้องกับการแปลงปัญหาในโลกชีวิตจริงให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ซึ่งรวมทั้งการวางโครงสร้าง การสร้างแนวคิดหลัก การสร้างกรอบความคิด การตั้งข้อตกลงเบื้องต้น การสร้างสมมติฐาน และการคิดแบบจำลอง การตีความ หรือการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เชื่อมโยงกับปัญหาเดิม

3) การแสดงแทน (Representation) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์มักเกี่ยวข้องกับการแสดงเครื่องหมายแทนของสิ่งต่าง ๆ และสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์อยู่บ่อยครั้ง นำมาซึ่งการคัดเลือก การตีความ การแปล และการแสดงเครื่องหมายแทนที่หลากหลายในการจับประเด็นของสถานการณ์ ปฏิสัมพันธ์กับปัญหา หรือเพื่อนำเสนองาน การแสดงแทน ได้แก่ กราฟ ตาราง แผนภาพ รูปภาพ สมการ สูตร และสื่อที่เป็นรูปธรรม

4) การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง (Reasoning and Argument) ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้ในแต่ละขั้นตอนและแต่ละกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์คือ การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง ความสามารถนี้เกี่ยวข้องกับพื้นฐานของความเป็นเหตุเป็นผลในกระบวนการคิดที่ค้นหาและเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของปัญหา เพื่อใช้ยืนยันข้อสรุปจากสิ่งเหล่านั้นตรวจสอบการให้เหตุผลที่ได้รับ หรือแสดงการให้เหตุผลของข้อความหรือวิธีแก้ปัญหา

5) การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Devising Strategies for Solving Problems) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำเป็นต้องคิดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่บ่อยครั้ง ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการควบคุมขั้นสูงที่นำแต่ละคนไปสู่การรู้ การสร้าง และการแก้ปัญหาได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะนี้มีลักษณะที่เป็นการเลือก หรือคิดแผน หรือกลยุทธ์ที่จะใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มาจากภาระงานหรือบริบท และการชี้แนวทาง การนำไปใช้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์นี้อาจต้องใช้ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการแก้ปัญหา

6) การใช้สัญลักษณ์ ภาษาที่เป็นทางการและภาษาเทคนิค และการดำเนินการ (Using Symbolic, Formal and Technical Language and Operations) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้สัญลักษณ์ ภาษาที่เป็นทางการและภาษาเทคนิค และการดำเนินการ ซึ่งประกอบด้วยความเข้าใจ การตีความ การจัดการ และการใช้นิพจน์สัญลักษณ์ในบริบททางคณิตศาสตร์ (ได้แก่ นิพจน์พีชคณิตและการดำเนินการ) เพื่อดำเนินการตามแบบแผนและกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และยังรวมถึงความเข้าใจ และการใช้โครงสร้างตามแบบแผนที่มาจากนิยาม กฎเกณฑ์ และระบบตามแบบแผนและการใช้อัลกอริทึมกับองค์ความรู้เหล่านี้ด้วย สัญลักษณ์ กฎเกณฑ์และระบบจะถูกใช้ตามความรู้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น โดยเฉพาะในการสร้างแก้ปัญหา หรือตีความทางคณิตศาสตร์

7) การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Using Mathematical Tools) สมรรถนะสุดท้ายนี้เป็นการสนับสนุนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติซึ่งเป็นการใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์รวมถึงเครื่องมือทางกายภาพ เช่น เครื่องมือวัด เครื่องคิดเลข และเครื่องมือในคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีให้ใช้มากขึ้นอย่างกว้างขวาง ความสามารถนี้เกี่ยวข้องกับการรู้จัก และการนำเครื่องมือที่หลากหลายมาใช้เพื่อช่วยในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ และการรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือ นั้น ๆ เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ยังสามารถมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลผลลัพธ์ด้วย

โดยสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ได้ดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการทางคณิตศาสตร์และความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ความสามารถพื้นฐาน	กระบวนการ การคิดสถานการณ์ ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	การใช้หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์
การสื่อสาร (Communicating)	การอ่าน การถอดรหัส และการตีความ ข้อความ การตั้งคำถาม ที่นำไปสู่การสร้าง แบบจำลองของ สถานการณ์	การแสดงการ แก้ปัญหา การสรุปคำตอบ และ การนำเสนอผลลัพธ์	การนำเสนอวิธีแก้ปัญหา การอธิบาย และให้ เหตุผลในบริบทของ ปัญหา
การทำให้เป็น คณิตศาสตร์ (Mathematising)	การระบุประเด็นทาง คณิตศาสตร์ของปัญหา ที่ตั้งอยู่ในบริบทโลก ชีวิตจริง และการระบุ ตัวแปรที่สำคัญ	การวางโครงสร้าง การสร้างแนวคิดหลัก การสร้างกรอบ ความคิด การหา กระบวนการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ความเข้าใจขอบเขตและ ข้อจำกัดของแนวคิด คณิตศาสตร์และวิธี แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
การแสดงแทน (Representation)	การแปลงปัญหาให้อยู่ ในรูปของภาษาทาง คณิตศาสตร์ โดยการ คัดเลือก การตีความ การแปล และการ แสดงเครื่องหมาย แทนที่หลากหลาย	การสร้างแผนภาพ กราฟ และโครงสร้าง ทางคณิตศาสตร์ที่มี ความสัมพันธ์กับ ปัญหา ในรูปแบบ การแสดงแทนที่ หลากหลาย	การคัดเลือก เปรียบเทียบ ประเมิน วิธีการนำเสนอที่มากกว่า 2 ลักษณะสำหรับการ นำเสนอผลลัพธ์ของ สถานการณ์

ตาราง 5 (ต่อ)

ความสามารถพื้นฐาน	กระบวนการ	การคิดสถานการณ์ของปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง (Reasoning and Argument)	การรู้ เข้าใจ และการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาเฉพาะกับบริบทของปัญหากับภาษาที่เป็นสัญลักษณ์ และภาษาอย่างเป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการแสดงเชิงคณิตศาสตร์	การรู้ เข้าใจ และการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างภาษาเฉพาะกับบริบทของปัญหากับภาษาที่เป็นสัญลักษณ์ และภาษาอย่างเป็นทางการที่จำเป็นต้องใช้ในการแสดงเชิงคณิตศาสตร์	การอธิบายและเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของปัญหา เพื่อใช้ยืนยันข้อสรุปจากสิ่งเหล่านั้นตรวจสอบการให้เหตุผลที่ได้รับ	การสะท้อนข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ การอธิบายและการแสดงเหตุผลต่อผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์
การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Devising Strategies for Solving Problems)	การเลือก หรือคิดแผนหรือกลยุทธ์ที่จะใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มาจากสถานการณ์	การเลือก หรือคิดแผนหรือกลยุทธ์ที่จะใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มาจากสถานการณ์	การใช้หลักการและขั้นตอนหลายขั้นตอนที่นำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปและนำไปสู่โลกจริง	การประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในบริบทของปัญหาโลกชีวิตจริง
การใช้สัญลักษณ์ ภาษาที่เป็นทางการและภาษาเทคนิค และการดำเนินการ (Using Symbolic, Formal and Technical Language and Operations)	การแสดงแทนสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และแบบจำลองที่เหมาะสม	การแสดงแทนสถานการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ โดยการใช้ตัวแปร สัญลักษณ์ แผนภาพ และแบบจำลองที่เหมาะสม	ความเข้าใจ และการใช้โครงสร้างตามแบบแผนที่มาจากนิยาม กฎเกณฑ์ และระบบตามแบบแผน และการใช้อัลกอริทึมกับองค์ความรู้	ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างบริบทของปัญหากับการแสดงแทนด้วยผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การตีความผลลัพธ์กับบริบท ความเป็นไปได้ และข้อจำกัดของปัญหา

ตาราง 5 (ต่อ)

ความสามารถพื้นฐาน	กระบวนการ การคิดสถานการณ์ ของปัญหาในเชิง คณิตศาสตร์	การใช้หลักการและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการ แก้ปัญหา	การตีความ การ ประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์
การใช้เครื่องมือทาง คณิตศาสตร์ (Using Mathematical Tools)	การใช้เทคโนโลยีเพื่อ ทำความเข้าใจกับ โครงสร้างทาง คณิตศาสตร์ และ แสดงความสัมพันธ์ เชิงคณิตศาสตร์	การใช้เครื่องมือทาง คณิตศาสตร์ รวมทั้ง เทคโนโลยีเพื่อช่วยหา วิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้อง หรือเหมาะสม	การใช้เครื่องมือทาง คณิตศาสตร์ แสดงความ เป็นไปได้ของคำตอบของ ปัญหา รวมถึงข้อจำกัด และเงื่อนไขของปัญหา

ที่ ม ๑ : Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *PISA 2015 Draft Mathematics Framework*. pp. 15.

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ (Content) ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหาและตีความสถานการณ์ในบริบทต่าง ๆ จำเป็นต้องดึงความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาใช้

แนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจ จัดระเบียบ และวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ สังคม และการคิดจินตนาการต่าง ๆ ในโรงเรียน หลักสูตรคณิตศาสตร์จะถูกจัดเป็นสาขาวิชา (เลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต ฯลฯ) ที่สะท้อนถึงที่มา แนวคิดที่ยึดถือมา และเป็นฐานของการจัดการแผนการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม ในโลกของความเป็นจริงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ไม่ได้จัดระเบียบมาเป็นหมวดหมู่หรือแยกสายวิชามาให้ และไม่ค่อยมีปรากฏการณ์ใดที่สามารถใช้ความรู้จาก สายวิชาเดียวโดด ๆ มาแก้ปัญหาได้ หากแต่ต้องใช้พื้นฐาน ความรู้ที่กว้างขวาง ครอบคลุมหลายด้านกว่าที่ใช้อยู่ในห้องเรียน

เนื้อหาคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์การประเมินผลของ PISA ครอบคลุมสี่เรื่องด้วยกัน

1) ปริภูมิและรูปทรง (Space and Shape)

ปริภูมิและรูปทรงสามมิติครอบคลุมปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลกที่เราสามารถเห็นได้และเป็นทางกายภาพ ได้แก่ แบบรูป สมบัติของวัตถุ ตำแหน่งและทิศทาง การแสดงแทนวัตถุ การเข้ารหัสและถอดรหัสของสาระที่มองเห็นจากภาพได้ การนำทาง และปฏิสัมพันธ์ของกลศาสตร์กับรูปร่างจริงและกับการแทน เราคาดคิดเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับปริภูมิและรูปทรงแต่เนื้อหาเรื่องนี้เกินกว่าสาระของวิชาเรขาคณิต ทั้งในเนื้อหา ความหมายและวิธีการ ซึ่งจะขยายกว้างไปถึงเรื่องการมองเห็นภาพเชิงปริภูมิ การวัดขนาด และพีชคณิต เรื่องของแบบรูป (Pattern) มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในโลก แม้แต่การพูด ดนตรี การจราจร การก่อสร้าง ศิลปะ ฯลฯ รูปร่างเป็นแบบรูปที่เห็นได้ทั่วไป เป็นต้นว่า รูปร่างของบ้าน โรงเรียน อาคาร สะพาน ถนน ผลึก ดอกไม้ ฯลฯ แบบรูปเรขาคณิตเป็นตัวแทน (Model) อย่างง่ายที่พบอยู่ในสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏ การศึกษาเรื่องของรูปร่างมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับแนวคิดของเรื่องที่ว่า ซึ่งต้องการความเข้าใจในเรื่องสมบัติของวัตถุและตำแหน่งเปรียบเทียบของวัตถุ เราต้องรู้ว่าเรามองเห็นวัตถุสิ่งของต่าง ๆ อย่างไร และทำไมเราจึงมองเห็นมันอย่างที่เราเห็น เราต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างและภาพในความคิดหรือภาพที่เรามองเห็น เป็นต้นว่า มองเห็นความสัมพันธ์ของตัวเมืองจริงกับแผนที่ รูปถ่ายของเมืองนั้น ข้อนี้รวมทั้งความเข้าใจในรูปร่างที่เป็นสามมิติที่แสดงแทนออกมาในภาพสองมิติ มีความเข้าใจในเรื่องของเงาและภาพที่มีความลึก (Perspective) และเข้าใจด้วยว่ามันทำงานอย่างไร PISA ถือว่าความเข้าใจแนวคิดหลักและทักษะเป็นสิ่งสำคัญของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับปริภูมิและรูปทรง โดยการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องปริภูมิและรูปทรงประกอบด้วย การดำเนินการขอบข่ายต่าง ๆ เช่น ความเข้าใจภาพวาดที่มีสัดส่วนที่มองเห็น เช่น การวาดภาพ การสร้างและอ่านแผนที่ การเปลี่ยนรูปร่างโดยใช้และไม่ใช้เทคโนโลยี การตีความมุมมองภาพสามมิติจากมุมต่าง ๆ ที่มองเห็น และการสร้างสัญลักษณ์ของรูปทรง

2) การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships)

โลกแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงมากมายมหาศาล และแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทั้งชั่วคราวและถาวรของการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตขณะเจริญเติบโต การหมุนเวียนของฤดูกาล การขึ้นลงของกระแสน้ำ การเปลี่ยนแปลงของอวกาศ การขึ้นลงของหุ้น การว่างงานของคน การเปลี่ยนแปลงบางกระบวนการสามารถบอกได้หรือสร้างเป็นตัวแทนได้โดยตรง โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากเป็นรูปของสมการหรือสมการ แต่ความสัมพันธ์ในธรรมชาติอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ความสัมพันธ์หลายอย่างไม่สามารถใช้คณิตศาสตร์ได้โดยตรง ต้องใช้วิธีการอื่น ๆ และจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อระบุถึงความสัมพันธ์ ดังนั้น เรื่องการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์จึงเกี่ยวข้องกับความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงแบบต่าง ๆ และการรู้ว่ามีเหตุการณ์

เปลี่ยนแปลงจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมเพื่ออธิบายและทำนายการเปลี่ยนแปลงนั้นได้อย่างไร ในทางคณิตศาสตร์การทำแบบจำลองของการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของฟังก์ชันและสมการที่เหมาะสม รวมถึงการคิด การตีความ และการแปลความตัวแทนความสัมพันธ์ในเชิงสัญลักษณ์และกราฟด้วย การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ พบได้ในหลายเรื่อง เช่น การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ดนตรี วัฏจักรของฤดูกาล แบบแผนของสภาพอากาศ ระดับการจ้างงานและสภาวะทางเศรษฐกิจ ในมุมมองของเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นไปตามหลักสูตรในเรื่องฟังก์ชันและพีชคณิต ได้แก่ นิพจน์ทางพีชคณิต สมการและอสมการ การแสดงในรูปตารางและกราฟซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างคำอธิบาย การสร้างแบบจำลอง และการตีความการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3) ปริมาณ (Quantity)

ปริมาณเป็นเรื่องที่พบได้มากที่สุด และเป็นเรื่องทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในโลกรของเรา ซึ่งรวมถึงเรื่องของจำนวนที่มาจากวัตถุ ความสัมพันธ์ สถานการณ์และกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ในโลก ความเข้าใจ การแสดงแทนปริมาณในรูปแบบต่าง ๆ และการตัดสินใจจากการตีความและข้อโต้แย้งเชิงปริมาณ การมีส่วนร่วมในเรื่องเกี่ยวกับปริมาณต้องมีความเข้าใจในเรื่อง การวัดขนาด การนับ ขนาด หน่วยนับ ตัวชี้วัด การเปรียบเทียบขนาด และแนวโน้มและแบบรูปเชิงตัวเลข นอกจากนี้ การให้เหตุผลเชิงปริมาณ เช่น ความรู้สึกเชิงจำนวน การแสดงจำนวนด้วยวิธีต่าง ๆ การคำนวณอย่างฉลาด การคิดเลขในใจ การประมาณค่า และการประเมินผลลัพธ์อย่างมีเหตุผล ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นของการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ด้านปริมาณ จุดเน้นของเรื่องนี้ คือ การบอกปริมาณรวมทั้งความเข้าใจเรื่องขนาด (เปรียบเทียบ) แบบรูปของจำนวน และการใช้จำนวน เพื่อแสดงปริมาณและแสดงวัตถุต่าง ๆ ในโลกจริง ๆ ในเชิงปริมาณ (การนับและการวัด) นอกจากนี้ปริมาณยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการและความเข้าใจเรื่องจำนวนที่นำมาใช้ในเรื่องต่าง ๆ อย่างหลากหลาย การแสดงปริมาณเป็นวิธีขั้นพื้นฐานสำหรับการพรรณนาและการวัดสิ่งต่าง ๆ ช่วยในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ การอธิบายและการปรับปรุงในเรื่องปริภูมิและรูปทรง การจัดการและการตีความข้อมูล รวมทั้งการวัดและการประเมินความไม่แน่นอน ดังนั้น การรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาปริมาณ จึงเป็นการนำความรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการไปใช้ในเป้าหมายต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

4) ความไม่แน่นอน (Uncertainty)

เรื่องความไม่แน่นอนมีอยู่ในวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ความไม่แน่นอนจึงเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นหัวใจของการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย โดยทฤษฎีความน่าจะเป็นและสถิติ กับเทคนิคของการพรรณนาและการนำเสนอข้อมูลถูกสร้างขึ้นมาเพื่อจัดการกับเรื่องนี้ เนื้อหาเรื่องความไม่แน่นอน

และข้อมูลนี้รวมถึงการรู้ว่าตำแหน่งใดที่มีการแปรผันในกระบวนการ มีการรับรู้ถึงปริมาณในการแปรผัน การรับรู้ถึงความไม่แน่นอนและความผิดพลาดจากการวัด และความรู้ในเรื่องของโอกาสที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงการคิด การตีความ และการประเมินข้อสรุปในสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเป็นจุดสำคัญ การนำเสนอและการตีความข้อมูลเป็นแนวคิดหลักของเนื้อหาประเภทนี้ ความไม่แน่นอนและข้อมูลพบได้ในการทำนายทางวิทยาศาสตร์ การสำรวจความคิดเห็น การพยากรณ์อากาศ และแบบแผนทางเศรษฐกิจ การมีความแปรผันในกระบวนการผลิต การหาผลคะแนนสอบ การสำรวจ และโอกาส ซึ่งเป็นพื้นฐานที่มีอยู่ในกิจกรรมสันทนการของแต่ละคน เรื่องความน่าจะเป็นและสถิติในหลักสูตรโดยทั่วไปจะหมายถึงการพรรณนา การสร้างตัวแบบและการตีความความไม่แน่นอนของปรากฏการณ์นั้น และการนำไปอ้างอิง นอกจากนี้การแก้ปัญหาที่อยู่ในเนื้อหาประเภทนี้ยังรวมถึงการรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิต เช่น การแสดงแทนด้วยกราฟและสัญลักษณ์ด้วย เรื่องของความไม่แน่นอนเกี่ยวข้องกับสองเรื่อง คือ ข้อมูล และ โอกาส ซึ่งเป็นการศึกษาทาง “สถิติ” และเรื่องของ “ความน่าจะเป็น” ข้อเสนอแนะสำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในโรงเรียนสำหรับประเทศสมาชิก OECD คือ ให้ความสำคัญกับเรื่องของสถิติและความน่าจะเป็นให้เป็นจุดเด่นมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะว่าโลกปัจจุบันในยุคของ “สังคมข้อมูลข่าวสาร” ข้อมูลข่าวสารที่หลั่งไหลเข้ามาและแม้ว่าจะอ้างว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องตรวจสอบได้ก็จริง แต่ในชีวิตจริงเราก็ต้องเผชิญกับความไม่แน่นอนหลายอย่าง เช่น ผลการเลือกตั้งที่ไม่คาดคิด การพยากรณ์อากาศที่ไม่เที่ยงตรง การล้มละลายทางเศรษฐกิจ การเงิน การพยากรณ์ต่าง ๆ ที่ผิดพลาด แสดงให้เห็นถึงความไม่แน่นอนของโลก คณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในส่วนนี้คือ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเสนอข้อมูล ความน่าจะเป็น และการอ้างอิง (สถิติ)

ความรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ล้วน ๆ ยังไม่เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา แง่มุมที่สำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่สำคัญอีกด้านหนึ่ง คือ เรื่องของ “กระบวนการทางคณิตศาสตร์” หรือการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) กระบวนการที่นักเรียนนำมาใช้ในความพยายามที่จะแก้ปัญหานั้นถือว่าเป็น สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะต่างๆ เหล่านี้จะสะท้อนถึงวิธีที่นักเรียนใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา กรอบการประเมินผลของ PISA เลือกเน้น 8 สมรรถนะได้แก่

1) การคิดและการใช้เหตุผล (Thinking and Reasoning) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับความสามารถในการตั้งคำถาม รู้คำตอบทางคณิตศาสตร์ บอกความแตกต่างของประโยค (Statements) เช่น นิยาม ทฤษฎี conjecture สมมติฐาน ตัวอย่าง ฯลฯ) และความเข้าใจและการใช้ข้อจำกัดของคณิตศาสตร์

2) การสร้างข้อโต้แย้ง (Argumentation) เกี่ยวข้องกับการรู้จักการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และรู้ว่าการพิสูจน์แตกต่างจากการใช้เหตุผลอย่างไร สามารถติดตามและประเมินการ

โต้แย้งทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ มีความรู้สึกถึงความจริง รู้ว่าอะไรเกิดขึ้นได้/ไม่ได้ และทำไม และสามารถสร้างและแสดงการโต้แย้งทางคณิตศาสตร์

3) การสื่อสาร (Communication) เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตนเอง ความสามารถที่ทำให้ผู้อื่นเข้าใจตน โดยวิธีการต่างๆ บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ ทั้งในรูปของการพูด และการเขียน และสามารถเข้าใจการพูดและการเขียนของผู้อื่นด้วยเช่นกัน

4) การสร้างตัวแบบ (Modeling) เกี่ยวข้องกับการวางโครงสร้างของสถานการณ์ที่จะต้องนำมาสร้างเป็นตัวแบบ (Model) การแปลความเป็นจริงให้เข้าสู่โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ การประเมินความน่าเชื่อถือของตัวแบบ วิเคราะห์ วิจารณ์ ตัวแบบและผลที่เกิดขึ้น การสื่อสารแนวคิดของตัวแบบและผล รวมทั้งข้อจำกัด การติดตามและควบคุมกระบวนการของการสร้างตัวแบบ

5) การตั้งและการแก้ปัญหา (Problem Posing and Solving) เป็นสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถาม การสร้างเป็นปัญหาคณิตศาสตร์ และการนิยาม ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ แก่ ประยุกต์ คำถามเปิด คำถามปิด และการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ โดยวิธีการที่หลากหลาย

6) การแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) สมรรถนะด้านนี้เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส (Decoding) และการเข้ารหัส (Encoding) การแปลความ การตีความ และการบอกความแตกต่างของการแสดงเครื่องหมายของคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงเครื่องหมายแทนแบบต่าง ๆ การเลือกและการเปลี่ยนระหว่างรูปแบบต่าง ๆ ของการแสดงเครื่องหมายแทน (Representation) ที่ให้สอดคล้องกับสถานการณ์และจุดประสงค์

7) การใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการ (Using Symbolic, Language and Operation) เกี่ยวข้องกับการแปลรหัส การตีความสัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ และความเข้าใจการเชื่อมโยงของภาษาคณิตศาสตร์กับภาษาธรรมชาติ การแปลความจากภาษาธรรมชาติไปเป็นสัญลักษณ์/ภาษาคณิตศาสตร์ สามารถจัดการกับประโยคหรือพจน์ที่มีสัญลักษณ์และสูตร ความสามารถในการใช้ตัวแปร การแก้สมการ และการคำนวณ

8) ใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ (Using Aids and Tools) สมรรถนะนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ และความสามารถในการใช้ตัวช่วยและเครื่องมือ รวมทั้งเครื่องมือภาคเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่สามารถช่วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังหมายรวมถึงความรู้ถึงข้อจำกัดของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย

อย่างไรก็ตาม PISA ไม่ได้ต้องการที่จะสร้างข้อสอบเพื่อวัดสมรรถนะต่างๆ เฉพาะแต่ละสมรรถนะโดยลำพัง เพราะสมรรถนะของคนไม่ใช่สิ่งที่จะแยกออกมาวัดได้โดดๆ แต่ในการแสดงความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่งอาจมีหลายสมรรถนะซ้อนกันอยู่ ดังนั้น PISA จึงไม่ได้วัดสมรรถนะโดดๆ แต่ในการตอบข้อสอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีและสามารถใช้สมรรถนะดังกล่าว

3. สถานการณ์หรือบริบท (Context) ลักษณะสำคัญของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ คือ การที่คณิตศาสตร์ได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่อยู่ในบริบทหนึ่ง ซึ่งเป็นบริบทในโลกชีวิตจริงที่มีปัญหานั้นตั้งอยู่ สามารถประเภทของบริบทออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1) บริบทส่วนตัว (Personal) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้จะเน้นที่กิจกรรมของคน ๆ หนึ่ง ครอบครัว หรือกลุ่มเพื่อน อาจจะเป็นเรื่องส่วนบุคคล ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมอาหาร การซื้อของ การเล่นเกม สุขภาพส่วนบุคคล การเดินทาง กีฬา การท่องเที่ยว การจัดตารางเวลาส่วนบุคคล และการเงินส่วนบุคคล

2) บริบททางการทำงานอาชีพ (Occupational) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้จะเน้นที่งานที่มีในชีวิตจริง เช่น การวัดขนาด ค่าใช้จ่าย และการสั่งซื้อวัสดุสำหรับการก่อสร้าง การเงิน/การบัญชี การควบคุมคุณภาพ การจัดทำหนดการ/รายการสินค้า การออกแบบ/สถาปัตยกรรม และอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ บริบทเกี่ยวกับอาชีพอาจจะมี ความเกี่ยวข้องต่องานที่ใช้แรงงานโดยไม่ต้องใช้ทักษะ จนถึงงานที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญระดับสูง

3) บริบททางสังคม (Societal) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้จะเน้นที่ชุมชนหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระดับท้องถิ่น ระดับชาติ หรือระดับโลก เช่น ระบบการลงคะแนนเสียง การขนส่งสาธารณะ การปกครอง นโยบายภาครัฐ ประชากร การโฆษณา สถิติแห่งชาติ และเศรษฐกิจ แม้ว่าจะเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเรื่องส่วนบุคคล แต่บริบททางสังคมเน้นการมองปัญหานั้นในภาพรวมของสังคม

4) บริบททางวิทยาศาสตร์ (Scientific) คำถามที่จัดอยู่ในประเภทนี้เกี่ยวข้องกับการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และประเด็นหรือหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่น สภาพภูมิอากาศหรือภูมิประเทศ ระบบนิเวศวิทยา การแพทย์ วิทยาศาสตร์อวกาศ พันธุกรรม การวัด และทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับโลกของคณิตศาสตร์ภายใต้บริบททางวิทยาศาสตร์

โดยสามารถสรุปองค์ประกอบในแต่ละรายละเอียดเป็นแบบจำลองการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติได้ดังภาพประกอบ 11

สิ่งท้าทายในบริบทโลกชีวิตจริง

เนื้อหาทางคณิตศาสตร์: การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง ปริมาณ
ความไม่แน่นอนและข้อมูล

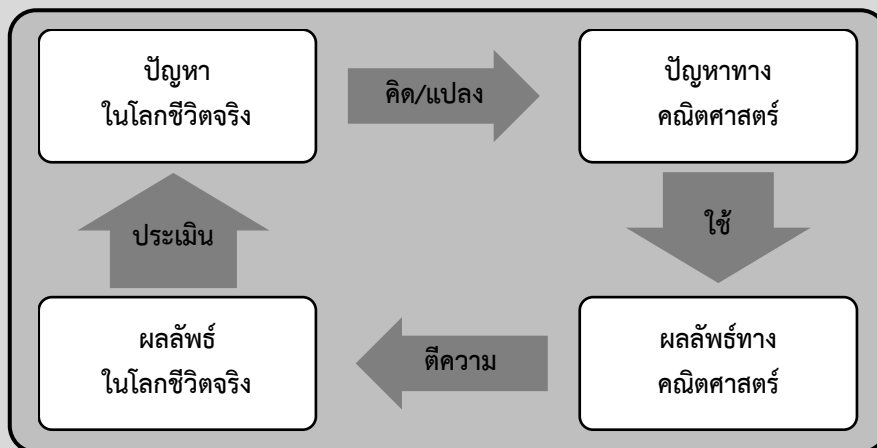
บริบทโลกชีวิตจริง: บริบทส่วนตัว การงานอาชีพ สังคม วิทยาศาสตร์

ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์และลงมือทำ

แนวคิดหลัก ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์

ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์: การสื่อสาร การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ การแสดงเครื่องหมายแทน การให้เหตุผลและการสร้างข้อโต้แย้ง การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา การใช้สัญลักษณ์ ภาษาที่เป็นทางการ และภาษาทางเทคนิค และการดำเนินการ การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์

กระบวนการ: คิด ใช้ และตีความ/ประเมิน



ภาพประกอบ 11 แบบจำลองการเรียนรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์ในทางปฏิบัติ

ที่มา: โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท. (2560ก). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. หน้า 37.

ดังนั้น องค์ประกอบของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ ประเมินตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ คิด ใช้ และตีความ/ประเมิน เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ ปริภูมิและรูปทรง ปริมาณ ความไม่แน่นอนและข้อมูล และอยู่ในบริบทของบริบทส่วนตัว การงานอาชีพ สังคม วิทยาศาสตร์

3.3 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

เนื่องจากระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จะพิจารณาจากการที่บุคคลนั้นสามารถใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในโลกของความเป็นจริงตามสถานการณ์หรือบริบทที่แตกต่างหลากหลายได้ดีเพียงใด ดังนั้นในการประเมินจึงใช้ปรากฏการณ์เป็นตัวตั้งในการนำไปสู่แนวคิด โครงสร้าง หรือความคิด หลักการทางคณิตศาสตร์ วิธีนี้จึงประกันได้ว่าจะตรงกับจุดมุ่งหมายในนิยามของการประเมิน ซึ่งจะไม่เหมือนกับการประเมินผลคณิตศาสตร์ที่พบเห็นในหลักสูตรทั่วไป

ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (Kaiser & Willander (2005) อ้างใน ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล, 2551, p.9) ดังตาราง 6

ตาราง 6 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของไคเซอร์ และวิลแลนเดอร์

ระดับ	คำอธิบาย
ไม่มีการรู้เรื่อง (Illiteracy)	ไม่มีความรู้พื้นฐานของกรอบความคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์
การรู้เรื่องแบบธรรมดา (Nominal Literacy)	มีความเข้าใจเพียงเล็กน้อยทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์ และยังมีความเข้าใจที่ผิดพลาด
การรู้เรื่องในการนำไปใช้ (Functional Literacy)	สามารถใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ แต่มีข้อจำกัดในเนื้อหาบางประเภทและขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง
การรู้เรื่องกรอบความคิดและกระบวนการ (Conceptual and Procedural Literacy)	เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
การรู้เรื่องในหลายมิติ (Multidimensional Literacy)	เข้าใจบริบทแวดล้อมของคณิตศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ เช่น มิติด้านปรัชญา ประวัติศาสตร์ และสังคม

ที่มา: ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล. (2551). การเสริมสร้างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. หน้า 9. (อ้างอิงจาก Kaiser; & Willander. (2005). Teaching Mathematics and Its Applications. pp. 48-60)

Organisation for Economic Co-operation and Development (2013, pp.26-27) ได้รายงานการตอบข้อสอบของนักเรียน โดยสร้างเครื่องมือบอกระดับการรู้เรื่อง 6 ระดับ ตั้งแต่บอก ระดับของข้อสอบแต่ละข้อ และสรุปออกมาเป็นระดับของการรู้เรื่องที่นักเรียนแต่ละคนแสดงออกในการตอบข้อสอบรวมทั้งหมดนักเรียนแต่ละประเทศ ซึ่งอธิบายลักษณะของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ออกเป็น 6 ระดับ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ OECD

ระดับ	คำอธิบาย
ระดับ 6	นักเรียนสามารถใช้สาระและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบของตนเอง นำมาลงเป็นข้อสรุปและสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนออกมาสร้างเป็นตัวแบบคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือจากการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ นำมาเชื่อมโยงระหว่างกัน ใช้เหตุผลและใช้ความคิดระดับสูงในเชิงคณิตศาสตร์ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือสถานการณ์ต่าง ๆ และสามารถเข้าใจและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สร้างวิธีการคิดหรือกลยุทธ์ใหม่ในการจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยพบมาก่อน สร้างสูตรคณิตศาสตร์จากแนวความคิดหรือข้อมูลที่มี รวมถึงสามารถสื่อสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อบอกถึงสิ่งที่ตนพบ ดีความ แผลความ โต้แย้ง และอธิบายความสอดคล้องเหมาะสมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นกับสถานการณ์ตั้งต้นได้
ระดับ 5	นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบและใช้ตัวแบบในเรื่องที่มีความซับซ้อน สามารถระบุข้อจำกัดและข้อตกลงเบื้องต้นเฉพาะเรื่องนั้น ๆ เลือก เปรียบเทียบ และประเมินกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่เหมาะสมเพื่อใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนซึ่งสัมพันธ์กับตัวแบบ ใช้ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล เชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์ และลักษณะของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเร้าที่เป็นส่วนประกอบของสถานการณ์ วิเคราะห์การทำงานของตนเองและสร้างกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ รวมถึงสื่อสารถึงการแผลความ ดีความ และการใช้เหตุผลของตนเองได้
ระดับ 4	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีตัวแบบชัดเจน และเป็นสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งอาจมีข้อจำกัดหรือข้อตกลงเบื้องต้น เลือกและผสมผสานรูปแบบต่าง ๆ ที่มีให้ รวมทั้งรูปแบบของสัญลักษณ์ด้วยโดยนำมาเชื่อมโดยตรงกับสถานการณ์ในโลกจริง รวมถึงสร้างคำอธิบายและข้อโต้แย้ง และสื่อสารคำอธิบายและข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการแผลความ การโต้แย้ง และการกระทำของตนได้ นักเรียนที่ระดับนี้สามารถใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาแล้วและใช้เหตุผลอย่างยืดหยุ่น และมองเห็นความสัมพันธ์ในสถานการณ์นั้นได้

ตาราง 7 (ต่อ)

ระดับ	คำอธิบาย
ระดับ 3	นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่มีวิธีการที่บอกไว้ชัดเจน รวมทั้งสถานการณ์ที่ตัดสินใจเลือกลำดับขั้นตอน เลือกและใช้กลยุทธ์ที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการแก้ปัญหา แปลความและใช้สถานการณ์ที่นำเสนอมาจากหลายแหล่งและสามารถให้เหตุผลตามแหล่งที่มา นั้น ๆ อธิบายการตีความ แปลความนั้น ๆ รวมถึงแสดงการใช้เหตุผลและสื่อสารผลที่เกิดขึ้นได้
ระดับ 2	นักเรียนสามารถตีความและรู้สถานการณ์ในบริบทที่ไม่ซับซ้อน สกัดสาระสำคัญจากแหล่งข้อมูลและใช้สถานการณ์ที่นำเสนออย่างง่าย รวมถึงใช้วิธีการคิด สูตรคณิตศาสตร์ หรือข้อตกลงเบื้องต้น และใช้เหตุผลและตีความผลที่ได้โดยตรงไปตรงมาได้
ระดับ 1	นักเรียนสามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องในบริบทที่คุ้นเคยหรือที่มีข้อมูลชัดเจนให้และคำถามที่ถามชัดเจน ระบุสาระที่ต้องการและสามารถแก้ปัญหาที่คุ้นเคยที่มีวิธีการทำหรือสถานการณ์กำหนดให้ชัดเจน รวมถึงแก้ปัญหาตามตัวอย่างที่กำหนดให้ได้

ที่มา: OECD. (2013). PISA 2015 Draft Mathematics Framework. pp. 27.

ดังนั้น ระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนในการแปลความหมาย ผู้วิจัยจะนำคำอธิบายของแต่ละระดับของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ไปประกอบกับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

3.4 แนวทางการส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

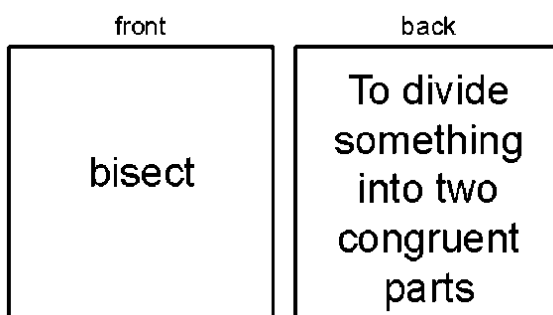
บุษยมาศ แบ่งทิศ (ม.ป.ป.) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความตระหนัก เห็นความสำคัญ มีเจตคติ และมีทักษะในการเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต ซึ่งต้องการให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สืบเสาะตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา ในกระบวนการเหล่านี้จึงจำเป็นต้องอาศัยทักษะหลายอย่าง มีเจตคติ และความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น ความมั่นใจ ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจ ความรู้สึกว่าตรงปัญหาหรือตรงกับประเด็น และความอยากรู้อยากเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว แม้จะไม่ใช่เรื่องคณิตศาสตร์ แต่ก็ถือว่ามีส่วนสำคัญ

ในการทำให้รู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยสามารถจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายลักษณะเพื่อให้เกิดทักษะและความรู้สึกรักคิดดังกล่าว

Covino and Mazzolini (2011) ได้เสนอกิจกรรมที่จะส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ได้แก่

1) Word Walls เป็นกิจกรรมที่ใช้กลุ่มคำแสดงบนกำแพงหรือกระดานในห้องเรียน โดยจะพิมพ์คำด้วยตัวอักษรขนาดใหญ่ให้นักเรียนทุกคนในห้องเรียนเห็นได้ชัดเจน คำเหล่านี้จะถูกนำมาใช้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งหน่วยหรือระยะเวลาโดยครูและนักเรียนในระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ กิจกรรมนี้จะช่วยนักเรียนพัฒนาในด้านการสะกดคำ และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนรายบุคคล ขณะอ่านและเขียน

2) Vocabulary Cards สามารถใช้ได้กับการทบทวนหรือการจัดกลุ่มของคำ Vocabulary Cards ยังรวมถึงศัพท์ นิยาม ตัวอย่าง คำใบ้จากภาพ และการเชื่อมโยง โดยด้านหนึ่งของบัตรจะเป็นคำและอีกด้านหนึ่งจะเป็นความหมาย



ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างของ Vocabulary Cards

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

3) Connect Two จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คำศัพท์ได้มากที่สุดโดยเชื่อมโยงศัพท์ใหม่กับความรู้เดิม สามารถใช้กิจกรรมนี้หลังจากจบบทเรียนหรือหัวข้อย่อย นักเรียนจะได้รับแบบฝึกหัดที่มีคำศัพท์หรือแนวคิดต่าง ๆ หลังจากนั้นจะให้นักเรียนเลือก 2 สิ่งที่เกี่ยวข้องกันและให้อธิบายถึงความเชื่อมโยงระหว่าง 2 สิ่งนั้น

Connect Two

Words/symbols			
Slope	y-intercept	slope-formula	zero
Standard form	m	b	undefined
x-intercept	rate of change	rise over run	cover-up
slope-intercept form	horizontal line	vertical line	

1. **EXAMPLE:** Slope is connected to rise over run because you can count the rise over run to determine the slope of a line..

ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างของ Connect Two

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

4) Three-Column Chart เป็นเครื่องมือในการจัดระบบการกลุ่มคำศัพท์ กิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจการใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

Ordinary English Words That Have Specific Math Definitions	Words Having a Prefix	Math Phrases That Act As a Single Word
Words That Do Not Fit in One of the Above Categories		

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างของ Three-Column Chart

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

5) ABC Brainstorming เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำด้วยกันเป็นคู่ระดับความรู้เดิม เพื่อใช้ในการทบทวน อภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่ความเข้าใจขั้นสูง หลังจากนั้นนักเรียนจะแลกเปลี่ยน อภิปรายร่วมกัน สามารถใช้กิจกรรมนี้ได้ทั้งก่อนหรือหลังบทเรียน นักเรียนจะได้รับใบงานที่มีตัวอักษร A – Z และให้ใส่คำศัพท์ที่อยู่ในบทเรียนหรือในกิจกรรม Word Walls

ABC Brainstorming						
A	B bisect	C collinear converse contrapositive concurrent	D	E exterior angle (and thm)	F	G
H hypotenuse leg Thm	I	J	K	L linear pair	M midpoint formula	N
O	P plane	Q	R	S syllogism	T translation transversal	U
V vector vertex	W	X	Y	Z	What do you need to study??	

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างของ ABC Brainstorming

ที่มา : Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

6) Ultimate Challenge เป็นเกมสำหรับการทบทวน ใช้ได้ทั้งเมื่อจบบทเรียน จบเนื้อหา หรือทบทวนก่อนสอบปลายภาค โดยการแบ่งนักเรียนเป็นคู่ และคุณครูเตรียมชุดคำศัพท์ไว้หลายระดับ จะผ่านไประดับต่อไปได้เมื่อทำถูกต้องทั้งหมด หากไม่ถูกต้องให้แก้ไขให้ถูกต้องก่อนผ่านไประดับต่อไป

Geometry 200
Fitzharris

10/10

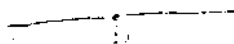
Name _____

Ultimate Challenge Chapter 2

Directions: Complete each problem with your partner. When you have finished the problem, come up to me to get it checked – if it is correct I will initial the problem and you can move onto the next challenge. If it isn't, you will need to go back to your seats to correct it. The first one to correctly complete all challenges is the ultimate challenge winner!!

Challenge #1:

D is the midpoint of ST. ST = 52. Draw a picture and solve for SD and DT.



Answer: SD = 26 and DT = 26

Teacher Check

[Handwritten initials]

Challenge #2:

Find the midpoint of points A (-4, 2) and B (-8, -3).

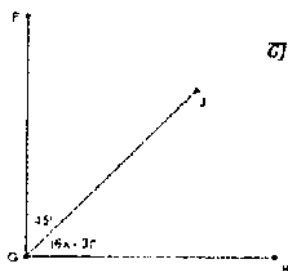
Answer: (-6, -0.5)

Teacher Check

[Handwritten initials]

Challenge #3:

GJ bisects $\angle FGH$. Find the value of x.



Answer: 15

Teacher Check

[Handwritten initials]

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างของ Ultimate Challenge

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

7) Vocabulary Knowledge Rating เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการประเมินตนเอง เกี่ยวกับการรู้จักความหมาย นิยาม หรือการนำไปใช้ของคำศัพท์ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ รู้จักและรู้วิธีนำไปใช้ รู้จักแต่ไม่สามารถใช้ได้ และไม่รู้จักรู้จัก

Vocabulary Word	3 I can use this word and define it	2 I have heard this word, but I can't use it	1 I don't know this word. I have never heard it	Definition: What I think this word means	A Symbol that represents this concept
Inequality					
Absolute Value					
Isolate					
Conjunction					
Disjunction					
Sketch					

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างของ Vocabulary Knowledge Rating

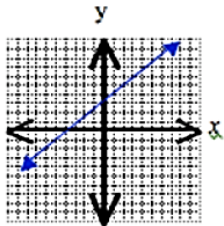
ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

8) Word Sorts เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์และจัดประเภทเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์กับแนวคิด สามารถใช้ได้ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการเรียนรู้

Graph Triple Match Activity 2

Cut out graphs and equations. Match the graph to the slope-intercept form and standard form of the equations. Then glue the matches onto your grid.

Partners: _____

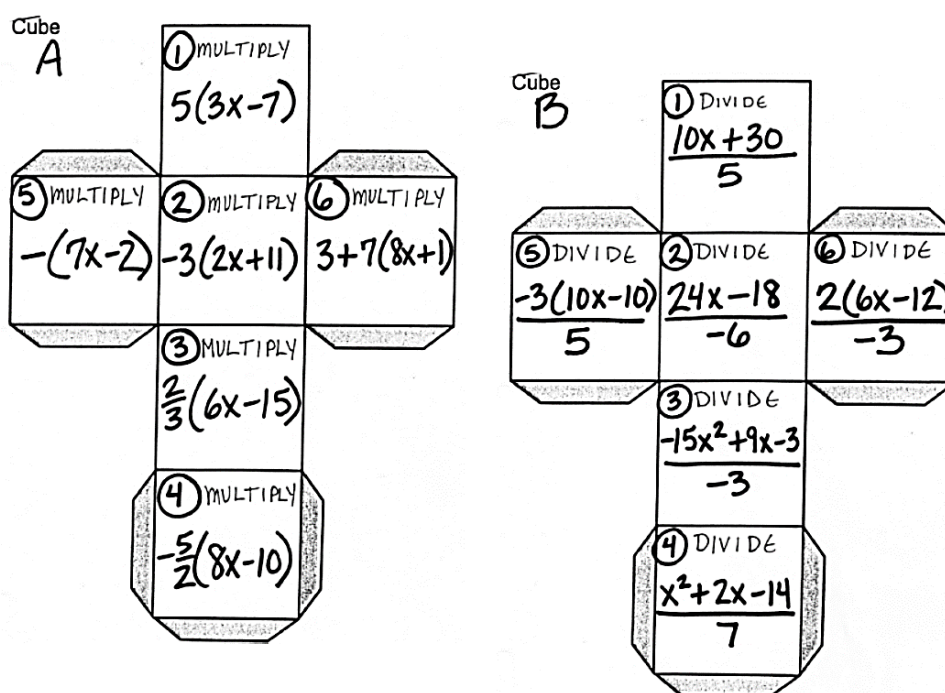
GRAPH	SLOPE-INTERCEPT FORM $y=mx+b$	STANDARD FORM $Ax+By=C$
		
	$y = \frac{-2}{3}x + 2$	
		$4x + 3y = 12$

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างของ Word Sorts

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

9) Content Station Review เป็นกิจกรรมสำหรับการทบทวน ใช้ได้ทั้งเมื่อจบบทเรียน จบเนื้อหา หรือทบทวนก่อนสอบปลายภาค โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 3 คน จัดฐานกิจกรรมประมาณ 10 ฐาน

10) Math Cube เป็นกิจกรรมที่สามารถทดแทนการทำแบบฝึกหัดทั่วไปได้ คือ นำโจทย์จากแบบฝึกหัดมาจัดทำในลักษณะของลูกเต๋า และเล่นเป็นเกม



ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างของ Math Cube

ที่มา: Covino; & Mazzolini. (2011). What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom. Online.

จากแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ต้องจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความตระหนัก เห็นความสำคัญ มีเจตคติ และมีทักษะในการเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการดำเนินชีวิต ให้นักเรียนระบุสถานการณ์ที่สำคัญของปัญหา กระตุ้นให้หาข้อมูล สำรวจตรวจสอบ และนำไปสู่การแก้ปัญหา และใช้กิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนอธิบายหรือแสดงเหตุผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย

3.5 แบบทดสอบการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ในการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ นักเรียนจะได้รับคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาจดูไม่เหมือนโจทย์คณิตศาสตร์ล้วน ๆ แบบที่พบในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ แต่เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนจะต้องพบในชีวิตประจำวัน ทั้งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตส่วนตัว การศึกษา การทำงาน หรือประเด็นปัญหาสาธารณะ เช่น ที่เกี่ยวข้องกับชุมชน หรือที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดยโครงการ PISA ของ OECD มีข้อกำหนดตามเกณฑ์ต่าง ๆ (จตุพล งามแน่น, 2558, p.32) ดังนี้

1) แบบทดสอบต้องเป็นไปตามลักษณะเฉพาะที่กำหนดในกรอบโครงสร้างการประเมินผลที่ประเทศในโครงการตกลงเห็นชอบ เนื้อหา กระบวนการ และบริบทต้องเหมาะสมกับนักเรียนอายุ 15 ปี

2) ข้อสอบต้องเป็นเรื่องที่น่าสนใจและสอดคล้องกับหลักสูตรสำหรับนักเรียนอายุ 15 ปี ในประเทศ/เขตเศรษฐกิจในโครงการ

3) ข้อสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพทางเทคนิคอย่างเข้มงวด

รูปแบบของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดยโครงการ PISA มี 2 รูปแบบ คือ เลือกตอบและเขียนตอบ โดยข้อสอบเลือกตอบมีทั้งการเลือกตอบแบบธรรมดา และการเลือกตอบเชิงซ้อน ที่นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกเป็นชุด ข้อสอบเขียนตอบอาจเป็นการเติมคำตอบหรือวลีสั้น ๆ และการเขียนตอบโดยสร้างคำตอบอย่างอิสระ เช่น การตอบที่มีการเขียนอธิบายหรือแสดงการคำนวณ ข้อสอบถูกสร้างในลักษณะเป็นหน่วยที่มีตัวเรื่องและตามด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับต้นเรื่อง คำถามอาจมีมากกว่าหนึ่งข้อ ในหลายกรณีเป็นคำถามแบบเปิดที่นักเรียนจะต้องตอบคำถามโดยสร้างคำตอบเองบนพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์ การคำนวณ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ บางกรณีคำตอบที่นักเรียนสร้างเองอาจเป็นคำตอบที่ไม่ซับซ้อน เช่น การคำนวณปริมาณเป็นตัวเลข การอ่านค่าจากกราฟ หรือการเขียนคำตอบสั้น ๆ เพียงหนึ่งคำ หรือวลีสั้น ๆ ซึ่งคำตอบเหล่านี้ถูกจำกัดด้วยโจทย์อยู่แล้ว

แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ซึ่งแต่ละสถานการณ์มีระดับความยากง่ายต่างกัน ข้อสอบหลายข้ออาจจะเป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ซับซ้อน สามารถตอบได้ตรงไปตรงมา แต่อีกหลาย ๆ ข้อที่นักเรียนจะต้องสร้างคำตอบโดยใช้ข้อมูลหรือสาระที่มีในโจทย์ บางกรณีนักเรียนต้องแสดงวิธีคิดคำนวณ และใช้คำอธิบายเพื่อสนับสนุนผลการคำนวณ ต้องแสดงวิธีทำและระเบียบวิธีคิด คำตอบของนักเรียนที่แตกต่างกันจะมีวิธีการให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างละเอียดและครอบคลุม และแม้แต่คำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมดหรือไม่ครบสมบูรณ์ก็มีคะแนนให้บางส่วนด้วย โดยมีรูปแบบของข้อสอบหลากหลายรูปแบบ เช่น เลือกตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน สร้างคำตอบแบบปิด และสร้างคำตอบแบบอิสระ (จารุณันท์ ขวัญแน่น, 2557, pp.64-65)

ประมาณ 1 ใน 3 ของข้อสอบที่ต้องการคำตอบแบบเปิด การตรวจข้อสอบจึงต้องได้รับการตรวจจากครูที่ได้รับการฝึกมาแล้วอย่างดี ใช้คู่มือและเกณฑ์การให้รหัสคะแนนในการตรวจ ซึ่งในบางครั้งผู้ตรวจอาจมีทัศนคติในการตรวจให้รหัสคะแนนไม่ตรงกัน จึงใช้การตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของการตรวจด้วยว่ามีความตรงกันหรือ

แตกต่างกันเล็กน้อยเพียงใด นอกจากข้อสอบของ PISA จะใช้สถานการณ์ที่มีอยู่ในโลกของความเป็นจริงแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดที่สูงขึ้นไปจากการคิดคำนวณหาคำตอบที่เป็นตัวเลข แต่ต้องการให้นักเรียนรู้จักคิด ใช้เหตุผล และคำอธิบายมาประกอบคำตอบของตนอีกด้วย (อังษณานันท์ เคนสทาน, 2557, p.49)

โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินของ PISA ซึ่งมีลักษณะของข้อสอบอยู่ 4 แบบ ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบคำตอบเดียว 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน 3) แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ และ 4) แบบสร้างคำตอบแบบปิด

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่จะเป็นแนวทางและเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยโดยสรุปได้ดังนี้

จารุนันท์ ขวัญแน่น (2557, p.207) ได้พัฒนารูปแบบการประเมินการรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้การประเมินพบว่า องค์ประกอบการประเมินการรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สถานการณ์โลกจริง ประกอบด้วย 6 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 1) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ส่วนตัว
- 2) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์สังคมและสาธารณะ
- 3) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์โรงเรียนและการศึกษา
- 4) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์อาชีพ
- 5) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์
- 6) การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ 2 ความรู้ในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1) นักเรียนมีความรู้เรื่องปริมาณ (Quantity) ในเนื้อหาการรู้คณิตศาสตร์ของการประเมินระดับนานาชาติ PISA ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรฯ 2551 สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ และสาระที่ 2 การวัด

2) นักเรียนมีความรู้เรื่องปริภูมิและรูปทรงสามมิติ (Space and Shape) ในเนื้อหาการรู้คณิตศาสตร์ของการประเมินระดับนานาชาติ PISA ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรฯ 2551 สาระที่ 3 เรขาคณิต

3) นักเรียนมีความรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ (Change and Relationships) ในเนื้อหาการรู้คณิตศาสตร์ของการประเมินระดับนานาชาติ PISA ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรฯ 2551 สารที่ 4 พิชคณิต

4) นักเรียนมีความรู้เรื่องความไม่แน่นอน (Uncertainty) ในเนื้อหาการรู้คณิตศาสตร์ของการประเมินระดับนานาชาติ PISA ที่สอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรฯ 2551 สารที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

องค์ประกอบที่ 3 สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 1) นักเรียนสามารถคิดและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้
- 2) นักเรียนสามารถสร้างข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้
- 3) นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้
- 4) นักเรียนสามารถสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้
- 5) นักเรียนสามารถตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้
- 6) นักเรียนสามารถแสดงเครื่องหมายแทนได้
- 7) นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ ภาษา และการดำเนินการได้
- 8) นักเรียนสามารถใช้ตัวช่วยและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ได้

องค์ประกอบที่ 4 กลุ่มของสมรรถนะคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 1) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มการทำได้
- 2) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มการเชื่อมโยงได้
- 3) นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มการสะท้อนและการสื่อสารได้

ไพรัช วงศ์ศรีตระกูล (2551, pp.95-100) ทำการวิจัยเรื่อง การเสริมสร้างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.94 โดยที่นักเรียนจำนวนร้อยละ 75 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายกลุ่ม พบว่า นักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำร้อยละ 95 และ 55 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามลำดับ เมื่อพิจารณาตามแผนการเรียนพบว่า นักเรียนแผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และสายคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ ร้อยละ 85 และ 65 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียน พบว่า โดยภาพรวม

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหอยู่ในระดับดีมาก (82.86%) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลอยู่ในระดับดี (71.79%) และนักเรียนมีคะแนนความสามารถในการสื่อความหมายอยู่ในระดับดี (76.30%) คะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนแผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์และสายคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 คือนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์มีคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนสายคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ และยังได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่า ผู้สอนควรเน้นย้ำและให้นักเรียนได้ตระหนักถึงการตรวจสอบคำตอบของปัญหาและความสมเหตุสมผลของคำตอบด้วย รวมถึงให้เวลาในการจัดการเรียนการสอนให้มากขึ้น และเพียงพอต่อการทำโจทย์ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหา และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับกลุ่มเพื่อนมากขึ้น

อังษณนันท์ เตนส์ทาน (2557, pp.91-100) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผลการวิจัยพบว่า คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละสมรรถนะทั้งสามสมรรถนะ คือ สมรรถนะการทำให้ใหม่ สมรรถนะการเชื่อมโยง และสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสาร นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในแต่ละสมรรถนะหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อแยกพิจารณาในแต่ละสมรรถนะ ผลปรากฏว่าสมรรถนะการทำให้ใหม่ นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่สมรรถนะการเชื่อมโยงและสมรรถนะการสะท้อนและการสื่อสาร นักเรียนมีคะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนบูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงยังให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรให้คำแนะนำนักเรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และคอยสังเกตพฤติกรรมในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย ครูควรเพิ่มกิจกรรม

ตามบริบทและสถานการณ์ตามกรอบของ PISA ในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนให้มากขึ้น เพื่อให้
นักเรียนได้เห็นแนวทางในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน และรวมไป
ถึงในแบบทดสอบเพื่อวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การรู้เรื่องคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริม
ด้วยการฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เพื่อให้เห็นความสำคัญทาง
คณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ และในแต่ละเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ที่ประเมินกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 142 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียน
กลับด้าน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิด
ห้องเรียนกลับด้าน ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ประจำปี การศึกษา 2560
2. ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดย ใช้วิธีการแบบเปิดและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ของห้องเรียนกลับด้าน
3. ศึกษาและวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และ “ฝึกคิด พิชิตคณิต PISA” ของ สสวท. (2560b) เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สถานการณ์ ปัญหาที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบโครงสร้างการประเมินการรู้เรื่อง คณิตศาสตร์ของ PISA รูปแบบกิจกรรม และการวัดและประเมินผลให้มีความสอดคล้องกับการจัดการ เรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
4. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิด ห้องเรียนกลับด้านให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน โดยมีรายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 รายละเอียดของหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละคาบที่สอดคล้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

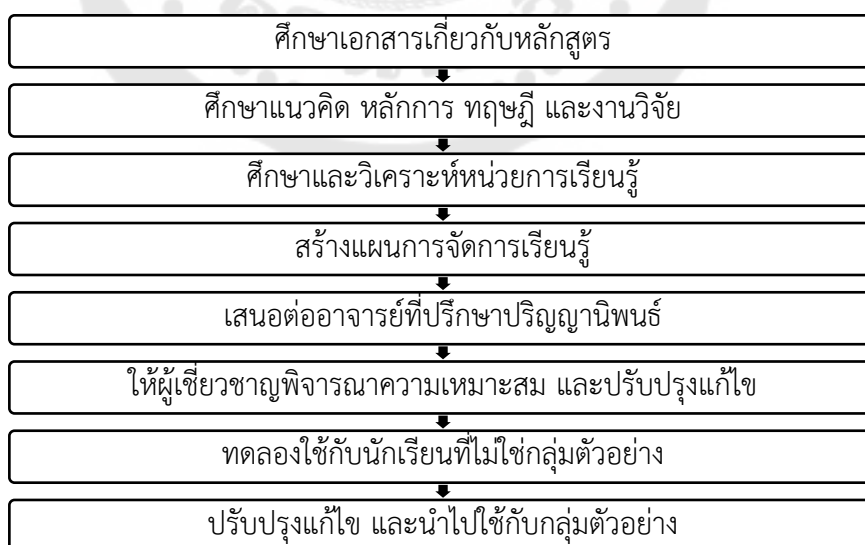
สถานการณ์	กระบวนการทางคณิตศาสตร์	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	บริบท	จำนวน (คาบ)
1. อัตราแลกเปลี่ยน	การคิด	ปริมาณ	สังคม	1
2. ช่วงว่างหนังสือ	การใช้หลักการ	ปริมาณ	อาชีพ	1
3. เฮเลน นักปั่นจักรยาน	การใช้หลักการ	การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	ส่วนตัว	1
4. ห้องชุดสำหรับพักผ่อน	การใช้หลักการ / การตีความ	ปริมาณ / ความไม่แน่นอนและข้อมูล	สังคม	1
5. การส่งออก	การคิด / การใช้หลักการ	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	สังคม	1
6. รถยนต์คันไหน?	การใช้หลักการ / การตีความ	ปริมาณ / ความไม่แน่นอนและข้อมูล	ส่วนตัว	1
7. เคเบิ้ลทีวี	การตีความ	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	สังคม	1
8. การลดระดับของ CO ₂	การใช้หลักการ / การตีความ	ปริมาณ	วิทยาศาสตร์	1
9. จักรยาน	การใช้หลักการ / การตีความ	ปริมาณ / การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์	ส่วนตัว	1
10. การซื้อห้องชุด	การคิด	ปริมาณและรูปทรง	ส่วนตัว	1
11. พื้นที่ทวีป	การคิด	ปริมาณและรูปทรง	ส่วนตัว	1
12. การรั่วไหลของน้ำมัน	การใช้หลักการ	ปริมาณและรูปทรง	วิทยาศาสตร์	1
รวม				12

วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

1. หลังจากจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการวัดผล จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความชัดเจนและความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล โดยมีผลการประเมินของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ดังภาคผนวก ข ตาราง 15 หน้า 109 – 120 แล้วนำเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและอยู่ในระดับชั้นเดียวกัน จำนวน 36 คน โดยจัดการเรียนรู้ก่อนการใช้จริงในช่วง 1 สัปดาห์ เพื่อดูความเหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ พบว่าในช่วงแรกผู้วิจัยต้องสร้างแรงจูงใจเชิงบวกเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ซึ่งใช้เวลาในการดำเนินการกิจกรรมค่อนข้างมาก และใช้เวลาให้นักเรียนค้นหาคำตอบนานเกินไป ทำให้ไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผน จึงนำข้อค้นพบดังกล่าวไปปรับปรุงก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

โดยผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามหรือสถานการณ์ ในแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

2) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มี โครงสร้างข้อสอบตามกรอบโครงสร้างการประเมินของ PISA (ดังตาราง 9) จำนวน 4 สถานการณ์ รวมข้อสอบทั้งหมด 8 ข้อ จำนวน 2 ฉบับแบบคู่ขนาน สำหรับแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่เน้นการหาคำตอบในแต่ละ สถานการณ์ ตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงมาจากสสวท. (2546, อ้างใน อังษณันท์ เด่นสท้าน, 2557, pp.68-69) โดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบของข้อสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
แบบเลือกตอบคำตอบเดียว	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ
แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้องทั้ง 3 คำตอบย่อย ได้คะแนนบางส่วน เมื่อคำตอบถูกต้อง 2 คำตอบย่อย ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบถูกต้อง 1 คำตอบหรือคำตอบไม่ถูกต้อง
แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง อธิบายแสดงแนวคิดถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล หรือตามแต่เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ได้คะแนนบางส่วน เมื่อแทนตัวเลขในสูตรได้ถูกต้อง แต่คำนวณ คำตอบไม่ถูกต้องไม่แสดงวิธีทำ แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง หรือตามแต่ เกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อ ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ
แบบสร้างคำตอบแบบปิด	คะแนนเต็ม เมื่อคำตอบถูกต้อง ไม่ได้คะแนน เมื่อคำตอบไม่ถูกต้องหรือคำตอบอื่น ๆ หรือไม่ตอบ

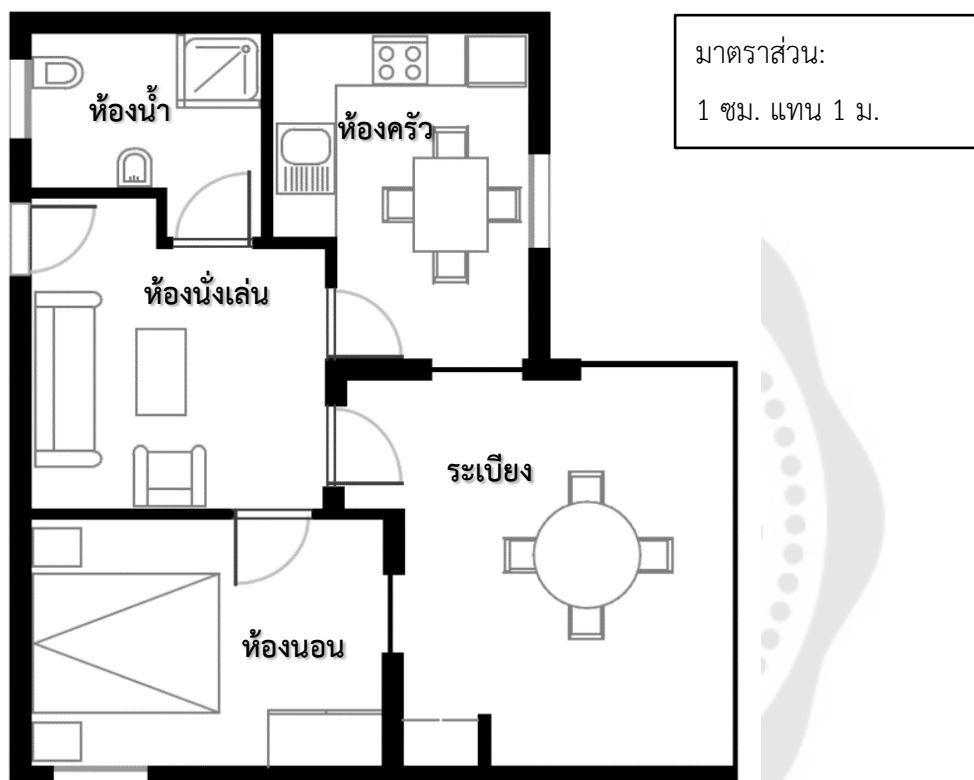
ตาราง 9 โครงสร้างข้อสอบของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สถานการณ์	กระบวนการทางคณิตศาสตร์	บริบท	เนื้อหาทางคณิตศาสตร์	รูปแบบของข้อสอบ	จำนวน	คะแนน
หุนิตเข้าครัว	คิดในเชิงคณิตศาสตร์	ส่วนตัว	ปริมาณ	สร้างคำตอบแบบปิด	1	1
	ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์	ส่วนตัว	ปริมาณ	สร้างคำตอบแบบอิสระ	1	2
ยารักษาโรค	คิดในเชิงคณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	สร้างคำตอบแบบปิด	1	1
	การตีความ	อาชีพ	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	เลือกตอบเชิงซ้อน	1	2
Shopaholic	ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์	ส่วนตัว	ความไม่แน่นอนและข้อมูล	เลือกตอบคำตอบเดียว	1	1
	การตีความ	ส่วนตัว	ปริมาณ	สร้างคำตอบแบบอิสระ	1	4
แผนที่เขตปทุมวัน	คิดในเชิงคณิตศาสตร์	สังคม	ปริภูมิและรูปทรง	สร้างคำตอบแบบอิสระ	1	2
	ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์	สังคม	ปริภูมิและรูปทรง	สร้างคำตอบแบบปิด	1	1
รวม					8	14

ตัวอย่างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

สถานการณ์ : การซื้อห้องชุด

นี้เป็นแบบแปลนของห้องชุด ซึ่งพ่อแม่ของจักรต้องการซื้อจากตัวแทนจำหน่ายอสังหาริมทรัพย์



คำถามที่ 0: การซื้อห้องชุด

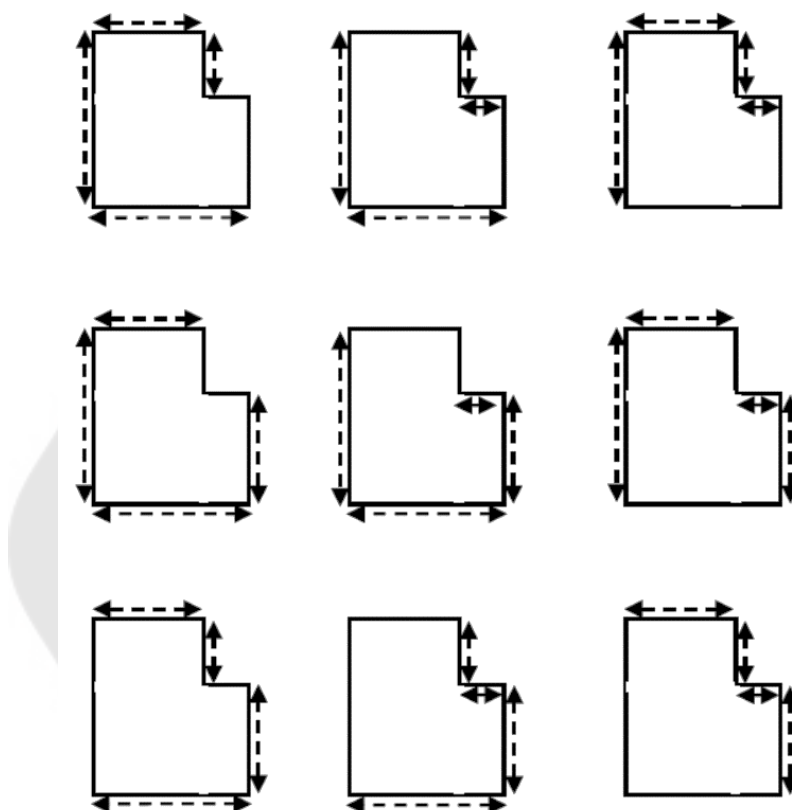
การประมาณพื้นที่ของพื้นที่ทั้งหมดของห้องชุด (รวมระเบียงและผนัง) นักเรียนสามารถวัดขนาดของแต่ละห้อง และคำนวณพื้นที่ของแต่ละห้อง แล้วบวกพื้นที่ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

อย่างไรก็ตาม มีวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการประมาณพื้นที่ของพื้นที่ทั้งหมด โดยนักเรียนต้องวัดความยาวเพียง 4 ด้านเท่านั้น จึงทำเครื่องหมายลงบนแบบแปลนข้างบน เพื่อแสดงความยาวด้านสี่ด้านซึ่งต้องใช้ประมาณการพื้นที่ของพื้นที่ทั้งหมดของห้องชุด

การให้คะแนน การซื้อห้องชุด

คะแนนเต็ม (1 คะแนน)

ระบุด้านสี่ด้านที่จำเป็นต้องใช้เพื่อประมาณพื้นที่ของพื้นของห้องชุดลงบนแบบแปลน มีวิธีหาคำตอบที่เป็นไปได้ 9 วิธี ดังแสดงในแผนภาพข้างล่าง



$$A = (9.7 \text{ ม.} \times 8.8 \text{ ม.}) - (2 \text{ ม.} \times 4.4 \text{ ม.}), A = 76.56 \text{ ม.}^2 \text{ [ใช้ความยาวเพียง 4 ด้าน}$$

เท่านั้น ในการวัดขนาดและคำนวณพื้นที่ที่ต้องการได้อย่างชัดเจน]

ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)

คำตอบอื่น ๆ

วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1. หลังจากจัดทำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทแล้ว ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของเนื้อหาและ

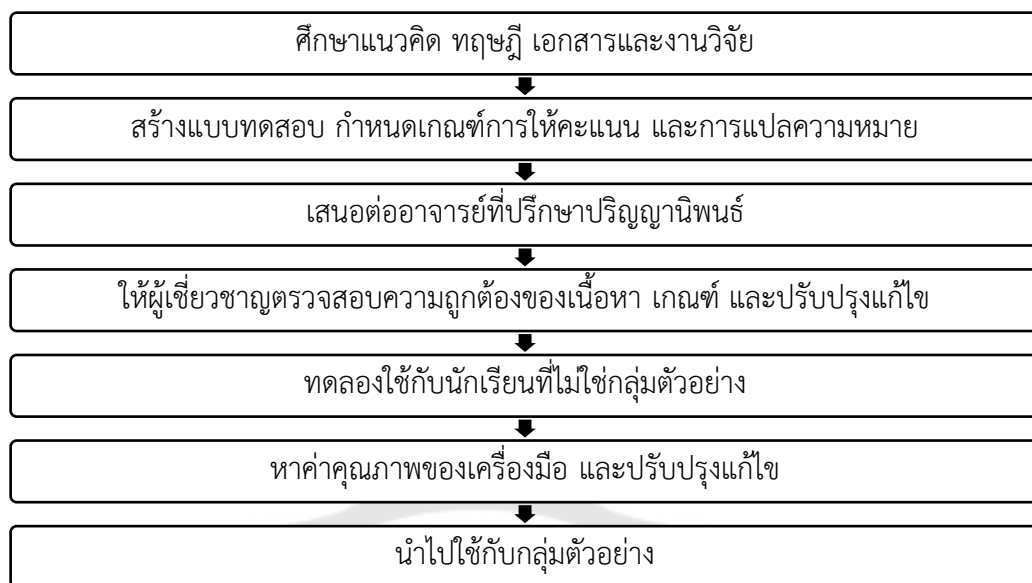
ภาษา และเกณฑ์การให้คะแนน โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ที่มีค่ามากกว่า 0.5 (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2558, p.72) แล้วนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งแบบทดสอบที่หาคุณภาพและคัดเลือกมามีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ดังภาคผนวก ข ตาราง 16 หน้า 121 – 125) พร้อมให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องด้านโครงสร้างของข้อคำถามระหว่างแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ดังภาคผนวก ข ตาราง 17 หน้า 126)

2. นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและอยู่ในระดับชั้นเดียวกัน จำนวน 36 คน ก่อนการใช้จริงในช่วง 1 สัปดาห์ เพื่อหาค่าคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยเลือกที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2558, p.74) ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบที่หาคุณภาพและคัดเลือกมามีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.31 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 – 0.58 (ดังภาคผนวก ข ตาราง 18 หน้า 127)

3. คัดข้อสอบที่ใช้ได้ หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Coefficient – α) ให้มีค่ามากกว่า 0.75 (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2558, p.74) ซึ่งแบบทดสอบที่หาคุณภาพแล้วมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

4. นำแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

โดยผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 ขั้นตอนการสร้างและวิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, p.116) โดยแสดงตามตาราง 10 ดังนี้

ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย

ทดสอบก่อน	ทดลอง	ทดสอบหลัง
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้

T_1	แทน การทดสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง
X	แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
T_2	แทน การทดสอบหลังการจัดกระทำทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 33 คน โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการ ห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 12 แผน และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1.2 เตรียมสื่อ ประกอบด้วย วิดีทัศน์ที่ใช้ในการเรียนรู้นอกห้องเรียน (ห้องเรียนกลับด้าน) และสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ในการนำเสนอการณ์ รวมถึงเอกสาร ประกอบด้วย แบบบันทึกการเรียนรู้จากนอกห้องเรียนและใบกิจกรรมการแก้ปัญหาสถานการณ์สำหรับการจัดการเรียนรู้

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

2.1 ชี้แจงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการห้องเรียนกลับด้านและการวัดและประเมินผลก่อนการจัดการเรียนรู้ รวมถึงเตรียมนักเรียนในการใช้ห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย การเตรียมห้องเรียนออนไลน์ แนะนำการดูวิดีโอทัศน์ และข้อตกลงในการเรียนรู้นอกห้องเรียน

2.2 ทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้ เวลา 1 คาบ เป็นเวลา 50 นาที

2.3 จัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการ แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

2.4 ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ โดยใช้ เวลา 1 คาบ เป็นเวลา 50 นาที

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังเสร็จสิ้นการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

2. วิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test for Dependence Sample สำหรับคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test for One Sample สำหรับคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติพื้นฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, p.83) ได้แก่

3.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

3.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

3.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Objective Congruence) สำหรับการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, pp.71-72)

3.2.2 ค่าความยากง่าย แบ่งเป็น

3.2.2.1 ค่าความยากง่ายสำหรับข้อที่ให้คะแนนเป็น 0, 1 คือเลือกตอบคำตอบเดียวและสร้างคำตอบแบบปิด

3.2.2.2 ค่าความยากง่ายสำหรับข้อที่เป็นอัตนัย คือ เลือกตอบเชิงซ้อนและสร้างคำตอบแบบอิสระ โดยวิธีของวินีและเซเบอร์ส (Whitney & Sabers (n.d.) อ้างใน อังชนา นันท์ เด่นส้าน, 2557, p.71)

3.2.3 ค่าอำนาจจำแนก แบ่งเป็น

3.2.3.1 ค่าอำนาจจำแนกสำหรับข้อที่ให้คะแนนเป็น 0, 1 คือเลือกตอบคำตอบเดียวและสร้างคำตอบแบบปิด โดยใช้วิธี Brennan Index

3.2.3.2 ค่าอำนาจจำแนกสำหรับข้อที่เป็นอัตนัย คือ เลือกตอบเชิงซ้อนและสร้างคำตอบแบบอิสระ โดยวิธีของวินีและเซเบอร์ส (Whitney & Sabers (n.d.) อ้างใน อังชนา นันท์ เด่นส้าน, 2557, p.72)

3.2.4 ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Coefficient – α) สำหรับการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, p.74)

3.3 สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2558, pp.83-84) ได้แก่ สถิติค่า t (t-test for One Sample) สำหรับการทดสอบสมมติฐานคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ และสถิติค่า t (t-test for Dependence Sample) สำหรับการทดสอบสมมติฐานคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ในการนำเสนอ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
μ_0	แทน	คะแนนเฉลี่ยสำหรับการทดสอบ
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่นำมาใช้ในการพิจารณา (t – Distribution)
df	แทน	ระดับขั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependence Sample) ผลปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	n	k	$\bar{X}$	SD	t	df	p-value
การคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์							
ก่อนเรียน	33	4	1.70	0.81	3.29	32	.002**
หลังเรียน	33	4	2.30	0.77			
การใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา							
ก่อนเรียน	33	4	1.79	1.32	2.00	32	.054
หลังเรียน	33	4	2.30	0.92			
การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์							
ก่อนเรียน	33	6	1.42	1.23	4.11	32	.000**
หลังเรียน	33	6	2.88	1.80			
ภาพรวม							
ก่อนเรียน	33	14	4.91	2.58	4.99	32	.000**
หลังเรียน	33	14	7.48	2.50			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 4.99$, $df = 32$, $p = .000$) และผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 4.91 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.58) และคะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 7.48 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.50) เมื่อจำแนกตาม องค์ประกอบรายด้าน พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ และด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t = 3.29$, $df = 32$, $p = .002$, $t = 4.11$, $df = 32$, $p = .000$) แต่คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด

การเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 1.70 และ 2.30 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.81 และ 0.77) ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 1.79 และ 2.30 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.32 และ 0.92) ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 1.42 และ 2.88 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.23 และ 1.80) ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้านหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (t-test for One Sample) ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

การรู้เรื่องคณิตศาสตร์	n	k	$\bar{X}$	SD	μ_0 (70%)	t	df	p-value
การคิดสถานการณ์ปัญหา ในเชิงคณิตศาสตร์	33	4	2.30	0.77	2.80	-3.71	32	.001
การใช้หลักการและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหา	33	4	2.30	0.92	2.80	-3.11	32	.004
การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ ทางคณิตศาสตร์	33	6	2.88	1.80	4.20	-4.22	32	.000
ภาพรวม	33	14	7.48	2.50	9.80	-5.32	32	.000

จากตาราง 12 พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในภาพรวม เท่ากับ 7.48 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.50 และเมื่อจำแนกตามองค์ประกอบรายด้าน พบว่า การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.92 และคะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.88 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.80

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญและผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
2. เพื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งภาพรวมและรายด้าน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ทั้งภาพรวมและรายด้านของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 33 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วย

ของการสุ่ม (Sampling Unit) ด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน ซึ่งโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละ
ความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด
บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 33 คน
โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการ
ห้องเรียนกลับด้าน จำนวน 12 แผน และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

1.2 เตรียมสื่อ ประกอบด้วย วิดีทัศน์ที่ใช้ในการเรียนรู้นอกห้องเรียน (ห้องเรียน
กลับด้าน) และสื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ในการนำเสนอการณณ์ รวมถึงเอกสาร ประกอบด้วย
แบบบันทึกการเรียนรู้จากนอกห้องเรียนและใบกิจกรรมการแก้ปัญหาสถานการณ์สำหรับการจัด
การเรียนรู้

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

2.1 ชี้แจงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการ
แบบเปิด บูรณาการห้องเรียนกลับด้านและการวัดและประเมินผลก่อนการจัดการเรียนรู้ รวมถึง
เตรียมนักเรียนในการใช้ห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย การเตรียมห้องเรียนออนไลน์ แนะนำการดู
วิดีโอทัศน์ และข้อตกลงในการเรียนรู้นอกห้องเรียน

2.2 ทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
โดยใช้เวลา 1 คาบ เป็นเวลา 50 นาที

2.3 จัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการ
แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที

2.4 ทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์
โดยใช้เวลา 1 คาบ เป็นเวลา 50 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังเสร็จสิ้นการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล
2. วิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test for Dependence Sample สำหรับคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test for One Sample สำหรับคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

สรุปผลการวิจัย

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และในภาพรวมสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทั้งภาพรวมและรายด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผล

จากผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ข้อค้นพบจากการวิจัยสอดคล้องเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ในบางประเด็น โดยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านส่งผลให้การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และในภาพรวมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์จากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการดีขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ทั้งภาพรวมและรายด้านพบว่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ และในภาพรวม สูงกว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพของแต่ละคน รวมถึงมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น เรียนรู้ที่จะแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ในเรื่องที่ไม่รู้จักด้วยตนเองและผ่านกระบวนการกลุ่มจนเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตนเอง การใช้โจทย์สถานการณ์ปัญหา การส่งเสริมนักเรียนให้ลองผิดลองถูกจนสามารถสร้างความรู้ขึ้นได้ด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สังเคราะห์ และสรุปความรู้ใหม่ร่วมกันทั้งกับเพื่อนนักเรียน และครูภายในห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547, กรกฎาคม-ธันวาคม, p.30) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนแบบเปิดช่วยให้กิจกรรมสร้างสรรค์และวิธีคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน กล่าวคือ ต้องให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการพัฒนาความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาตามความสามารถและความสนใจของตน ปล่อยให้ นักเรียนได้พัฒนาความฉลาดทางคณิตศาสตร์ ครูจึงต้องสร้างกิจกรรมในห้องเรียนที่ส่งเสริมวิธีคิดทางคณิตศาสตร์แบบต่าง ๆ ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าก็สามารถที่จะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็ยังคงสนุกสนานกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ตามความสามารถของตน การทำเช่นนี้เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเปิดโอกาสการสืบเสาะด้วยวิธีการที่ตนเองเชื่อมั่นและนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงขึ้น ความเป็นไปได้ที่นักเรียนจะเกิดการพัฒนาความคิดขั้นสูงที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขณะเดียวกันยังเป็นการช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนแต่ละคนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ สสวท. (2557, pp.3-4) อธิบายว่า ในกระบวนการ การคิดในเชิงคณิตศาสตร์ ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนสามารถรู้และบอกโอกาสที่จะใช้คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ของปัญหา แล้วให้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแปลงสถานการณ์ของปัญหาให้อยู่ในรูปทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใด สำหรับกระบวนการ ตีความ ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนสามารถสะท้อนข้อสรุปและวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตีความผลที่ได้ไปสู่วิธีแก้ปัญหาในโลกชีวิตจริง และระบุได้ว่าผลลัพธ์หรือข้อสรุปเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่

1.2 ห้องเรียนกลับด้านเปิดโอกาสให้ครูมีเวลาได้จัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่า เน้นการบรรยายท่องจำ ดังที่ Bergmann and Sams (2012, pp.3-4); (2556, pp.20-21) ได้กล่าวถึงแนวคิดของห้องเรียนกลับด้านที่สามารถนำเนื้อหาที่ครูจำเป็นต้องเน้นย้ำให้อยู่ในห้องเรียนกลับด้าน โดยนักเรียนยังสามารถกลับไปทบทวนเพื่อเพิ่มความเข้าใจได้ ทำให้มีเวลาสำหรับการจัดการ

เรียนรู้ในชั้นเรียนปกติที่เน้นการท่องจำมากกว่าการบรรยายท่องจำ และช่วยนักเรียนที่มีปัญหาตามชั้นเรียนไม่ทัน เพราะต้องขาดเรียนไปเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมหรือเพราะเขาเรียนรู้ได้ช้า วิดีโอ บทเรียนที่อยู่บนอินเทอร์เน็ต ช่วยให้นักเรียนไม่จำเป็นต้องใช้เวลาที่โรงเรียนในการเรียนเนื้อหาวิชา แต่ใช้เวลาให้เกิดคุณค่าต่อตนเองมากกว่านั้น คือ ใช้สำหรับฝึกแปลงเนื้อความรู้ไปเป็นสาระหรือความเข้าใจที่เชื่อมโยงกับโลกหรือกับชีวิตจริง นั่นหมายถึงว่าวิธีการเรียนรู้แบบกลับด้าน คือ เรียนวิชาที่บ้านทำการบ้านที่โรงเรียน หรือรับถ่ายทอดความรู้ที่บ้าน แล้วมาสร้างความรู้ต่อยอดจากวิชาที่รับถ่ายทอดมาให้เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับชีวิต รวมถึง Fulton (2014, p.133) ยังอธิบายอีกว่า ครูมีโอกาสดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนหรือการฝึกฝนที่สอดคล้องทักษะและความสามารถของทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน และไม่ใช่เพียงทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เกิดขึ้น ห้องเรียนกลับด้านยังสามารถฝึกทักษะพื้นฐานให้แน่นยิ่งขึ้น เข้าใจอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น นำไปสู่การฝึกทักษะใหม่ ๆ และเรียนรู้อย่างมีความหมายมาก หมายความว่า การเรียนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน จะได้เวลาในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนสำหรับการฝึกพัฒนาระดับการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking) ของนักเรียนได้อีกด้วย ซึ่ง ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2561, pp.12-13) ยังกล่าวอีกว่า การจัดการเรียนการสอนจะประสบความสำเร็จทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน ทั้งตัวครูผู้สอน นักเรียน สื่อ เทคโนโลยี และบริบทแวดล้อมต่าง ๆ

2. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้สังเกตได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลว่า คะแนนเฉลี่ยของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ แต่อาจยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนากระบวนการด้านการใช้หลักคณิตศาสตร์ ดังที่ สสวท. (2557, p.4) อธิบายว่า ในกระบวนการ การใช้หลักคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถลงมือคำนวณ ดำเนินการ และประยุกต์แนวคิดหลักและข้อเท็จจริงที่นำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับปัญหาที่ถูกเปลี่ยนให้เป็นปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ได้ดีเพียงใด แต่เมื่อพิจารณานักเรียนเป็นรายบุคคลเกี่ยวกับคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์จากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรคะแนนพัฒนาการ และแปลคะแนนตามเกณฑ์ระดับพัฒนาการ โดยใช้เกณฑ์ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, pp.266-268) ได้ข้อค้นพบดังตาราง 13

ตาราง 13 คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์จากแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ระดับของพัฒนาการ	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูงมาก	76 – 100	6	18.18
สูง	51 – 75	5	15.15
กลาง	26 – 50	6	18.18
ต้น	0 – 25	6	18.18
ไม่มี	น้อยกว่า 0	8	24.24
(นักเรียนที่ได้คะแนนเต็มทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้)		2	6.06

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีพัฒนาการระดับสูงมาก (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เท่ากับ 76 – 100) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 นักเรียนที่มีพัฒนาการระดับสูง (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เท่ากับ 51 – 75) จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.15 นักเรียนที่มีพัฒนาการระดับกลาง (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เท่ากับ 26 – 50) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 นักเรียนที่มีพัฒนาการระดับต้น (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ เท่ากับ 0 – 25) จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 นักเรียนที่ไม่มีพัฒนาการ (คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์น้อยกว่า 0) จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 24.24 และนักเรียนที่ได้คะแนนเต็มทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.06 ทั้งนี้ นักเรียนที่ไม่มีพัฒนาการอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการทำแบบทดสอบหลังเรียน เช่น มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด บูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านทั้งภาพรวมและรายด้าน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยเกี่ยวกับน้ำหนักคะแนนของรูปแบบข้อสอบในแต่ละกระบวนการจะให้น้ำหนักคะแนนแบบสร้างคำตอบแบบอิสระมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ที่นักเรียนจะต้องแสดงแนวคิดในการได้มาซึ่งคำตอบ ปรากฏดังตาราง 14 ซึ่งการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ จัดอยู่ในช่วงที่นักเรียนใกล้สอบประจำภาคเรียนของโรงเรียน อาจทำให้ความสนใจในการทบทวนและการทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ไม่เพียงพอ

ตาราง 14 คะแนนการรู้เรื่องคณิตศาสตร์จำแนกตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์และรูปแบบของข้อสอบ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์	รูปแบบของข้อสอบ	คะแนนเต็ม
ด้านการคิดสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์	แบบสร้างคำตอบแบบปิด	2
	แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	2
ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	แบบสร้างคำตอบแบบปิด	1
	แบบเลือกตอบคำตอบเดียว	1
	แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	2
ด้านการตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์	แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	2
	แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	4
รวม	แบบสร้างคำตอบแบบปิด	3
	แบบเลือกตอบคำตอบเดียว	1
	แบบเลือกตอบเชิงซ้อน	2
	แบบสร้างคำตอบแบบอิสระ	8

จากตาราง 14 จะเห็นว่า รูปแบบของข้อสอบแบบสร้างคำตอบแบบอิสระมีคะแนนมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้านที่มีการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยพบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัยและการแบบบันทึกพฤติกรรมของครูและนักเรียน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับนักเรียนในวัยนี้เหมาะสมในช่วงแรกนักเรียนให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการใช้ห้องเรียนกลับด้านได้ดี แต่อาจยังไม่มีสมาธิรับฟังและตรงเวลาในการใช้ห้องเรียนกลับด้านเท่าที่ควร รวมถึงนักเรียนบางคนยังมีความสามารถและความคล่องในการใช้เทคโนโลยีอยู่ค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงสร้างแรงกระตุ้นเชิงบวกและให้คำแนะนำในการใช้ห้องเรียนกลับด้าน จึงพบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบและมีความสามารถในการใช้ห้องเรียนกลับด้านมากขึ้น

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ที่ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนเป็นกระบวนการกลุ่มย่อย 4 คน พบว่าในคาบแรก ๆ นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นกับสมาชิกคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม นักเรียนเก่งจะเป็นคนคิดและทำกิจกรรมเอง หลังจากนั้นนักเรียนที่เรียนอ่อนจะขอลอกคำตอบ ผู้วิจัยจึงต้องตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นและสร้างแรงกระตุ้นเชิงบวก รวมถึงสร้างความคุ้นเคยให้เกิดขึ้นในภายในกลุ่มของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มเพิ่มมากขึ้น

3. บรรยากาศของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ผู้วิจัยต้องสร้างบรรยากาศให้เกิดการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน โดยมีปฏิสัมพันธ์ที่เป็นกันเองกับนักเรียน เข้าถึงนักเรียนเป็นรายกลุ่ม และรายบุคคล ทำให้นักเรียนลดความกลัว ความกังวล จนกล้าแสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของนักเรียน และมีส่วนร่วมภายในกลุ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญที่สะท้อนถึงคุณภาพของประชากรที่ต้องใช้ระยะเวลาในการส่งเสริมและพัฒนายิ่งขึ้น
2. ควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอย่างละเอียด เพื่อทราบถึงแนวคิดและวิธีการนำไปใช้อย่างถูกต้อง
3. ควรสำรวจความพร้อมในเรื่องการใช้เทคโนโลยีของทั้งนักเรียนและครู เพื่อให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสื่อที่ใช้ในห้องเรียนกลับด้านโดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดทำขึ้นเองเป็นสิ่งที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้ดี แต่ครูผู้สอนต้องมียุทธศาสตร์ในการจัดทำวิดีโอ และให้เวลานักเรียนได้ศึกษาพอสมควร
4. การจัดทดสอบหลังจากการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยควรเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การสร้างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการให้น้ำหนักคะแนนของรูปแบบข้อสอบ
2. ควรศึกษาวิจัย เรื่อง การตั้งคำถามปลายเปิดร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด จะทำให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
3. ควรศึกษาวิจัย เรื่อง เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ ควบคู่กับการใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อให้ห้องเรียนเป็นห้องเรียนที่ทันสมัย (Smart Classroom) มากขึ้น

4. ควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านให้มากขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่มีทฤษฎีหรือเนื้อหาที่ต้องใช้เวลาในการอธิบายมาก และครูผู้สอนต้องการเวลาในการจัดกิจกรรมมากขึ้น เช่น การแก้โจทย์ปัญหา ระบบสมการ ความคล้าย เป็นต้น

5. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ด้านการใช้หลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะวิธีการประเมินโดยใช้รูปแบบข้อสอบที่เป็นข้อสอบสร้างคำตอบแบบอิสระ



บรรณานุกรม

- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. USA: ISTE.
- (Eds.). (2556). ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง แปลโดย วิจารณ์ พานิช. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- Covino, B., & Mazzolini, B. (2011). *What's Literacy Got to Do with It?: Literacy in Math and Science Classroom*. from www.dayofreading.org/DOR11HO/Covino2011DORPresentation.pdf
- Fulton, K. P. (2014). Flipping Builds 21st Century Skills. In *Time for Learning: Top 10 Reasons Why Flipping the Classroom Can Change Education*. California: Corwin.
- Gouia, R., & Gunn, C. (2016). Making mathematics meaningful for freshmen students: investigating students' preferences of pre-class videos. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(1). Retrieved on Oct 24, 2016 from <https://doi.org/10.1186/s41039-015-0026-9>
- Miller, B. (2014). Back to the Classroom – Taking It Beyond the Content. Retrieved on Aug 27, 2017 from <http://smarterteacher.blogspot.com/2014/03/back-to-classroom-taking-it-beyond.html>
- Munroe, L. (2015). Observations of Classroom Practice...Using the Open Approach to Teach Mathematics in a Grade Six Class in Japan. *7th ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education*, 347-356. Retrieved on Aug 21, 2016 from http://mathted.weebly.com/uploads/7/8/5/0/7850000/pp_347_to_356_lloyd_munroe__final_paper_edited.pdf
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). *PISA 2015 Draft Mathematics Framework*. Retrieved on Jun 26, 2016 from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Mathematics%20Framework%20.pdf>
- Stevens, J. (2013). Math. In *Flipping 2.0 Practical Strategies for Flipping Your Class* (pp. 123-138). New Berlin: Bretzmann.

- กิตติชัย สุธาสิโนบล. (2558, เมษายน). ห้องเรียนกลับด้าน. สารานุกรมศึกษาศาสตร์, (50), 116-128.
- จตุพล งามแมน. (2558). การศึกษาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สอนโดยใช้หลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ตามแนวทาง สสวท. และสอวน. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (คณิตศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ. Retrieved on 5 กรกฎาคม 2560 from http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=53&ReclId=13847&obj_id=82171&showmenu=no
- จารุพันธ์ ขวัญแน่น. (2557). การพัฒนารูปแบบการประเมินการรู้คณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. Retrieved on 5 กรกฎาคม 2560 from http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=94&ReclId=8979&obj_id=89022&showmenu=no
- จิตรา สุขเจริญ. (2556). Flipped Classroom: ห้องเรียนกลับด้าน “เรียนที่บ้าน ทำการบ้านที่โรงเรียน”. In.
- จินดารัตน์ โพธิ์นอก. (2557). ห้องเรียนกลับทาง. Retrieved on 10 สิงหาคม 2560 from <http://www.royin.go.th/?knowledges=ห้องเรียนกลับทาง-๑๙-กุมภาพันธ์>
- ชนาต เชื้อสุวรรณทวี. (2561). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ *Mathematics Instruction*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2558). เทคนิคการเขียนเค้าโครงการวิจัย: แนวทางสู่ความสำเร็จ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.
- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (*Open Approach*) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. Retrieved on 14 มีนาคม 2560 from ฐานข้อมูลปริญญาานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- นุชนาฏ ม่วงมุลตรี, ภัสสร อินทรกำแหง, ปิณธนา ศุภดล, นวลพรรณ เพียงเกษ, & สุธาสิโน พูลพิพัฒน์. (2549, กันยายน-ธันวาคม). การพัฒนาแผนการเรียนรู้ด้วยวิธี LESSON STUDY กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้นวัตกรรมแบบ OPEN APPROACH. นวัตกรรมการเรียนการสอน *Journal of Learning and Teaching Innovation*, 3(3), 19.

บุษยมาศ แบ่งทิศ. (ม.ป.ป.). คู่มือแนวการจัดการเรียนรู้ด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3. In.

ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย. (2557?). [เดอะ ฟลิปป์ คลาสรูม] The Flipped Classroom กับการจัดการเรียน การสอนในประเทศไทย. In.

พัทธยากร บุสสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.

(วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)), คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

Retrieved on 19 มีนาคม 2560 from

http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=95&Recl=25011&obj_id=180868&showmenu=no

ไพรัช วงศ์ศิริตระกูล. (2551). การเสริมสร้างการรู้เรื่องทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อความหมายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)), คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

Retrieved on 5 กรกฎาคม 2560 from

http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=54&Recl=17171&obj_id=45227&showmenu=no

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547, กรกฎาคม-ธันวาคม). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education*, 2(5), 30-32.

วันยูชนา เจริญดี. (2555). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (เทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร)), คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี. Retrieved on 28 สิงหาคม 2560 from

http://tdc.thailis.or.th/tdc//browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=332908&query=%C7%B9%D1%AD%AA%B9%D2%20%E0%AA%D4%A7%B4%D5&s_mode=any&d_field=&d_start=0000-00-00&d_end=2561-12-01&limit_lang=&limited_lang_code=&order=&order_by=&order_type=&result_id=1&maxid=1

วาริช รัตนกรรติ, ปัทมา ภู่วาสดี, & พิษญา ติมี. (2559). เรียนรู้ข้อสอบสไตล์ PISA. วารสารชุมนุมนักวัดและประเมินผลการศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งประเทศไทย, 19-30. Retrieved on 5 กรกฎาคม 2560 from http://bet.obec.go.th/index/wp-content/uploads/2017/01/e-book_594.pdf

- วิจารณ์ พานิช. (2557). *Open Approach - วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning*สู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. Retrieved on 14 มีนาคม 2560 from <https://www.gotoknow.org/posts/568714>
- วิรัช ปิ่นศิริโรจน์. (2559). Education 4.0. Retrieved on 6 พฤศจิกายน 2559 from <http://www.appicadthai.com/articles/education-4-0/>
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2555a). *ครุคณิตศาสตร์มืออาชีพ* เส้นทางสู่ความสำเร็จ. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- . (2555b). ตัวอย่างการประเมินผลนานาชาติ PISA: คณิตศาสตร์. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786167235325>
- . (2555c). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- . (2557). ตัวอย่างข้อสอบคณิตศาสตร์ PISA 2012. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/isbn-9786163620248>
- . (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย การพัฒนา - ผลกระทบ - ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/ipst-958>
- . (2560a). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ PISA 2015*. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa-2015-framwrok>
- . (2560b). *ฝึก คิด พิชิตคณิต PISA*. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/articles/pisa-sppl-doc1>
- . (2560c). *สรุปผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์*. Retrieved on 2 กรกฎาคม 2560 from <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport>
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1. (2560). *วิธีการแบบเปิด (Open Approach)*. Retrieved on 4 กรกฎาคม 2560 from <http://kod.esdc.go.th/home/kar-sxn-khnitsastr-doy-chi-open-approach>
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). (ร่าง) *กรอบทิศทางแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2574 (ฉบับปรับปรุง 1 เมษายน 2559)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานฯ.
- สุดเฉลิม ศัสตราพฤกษ์. (2560, มกราคม-เมษายน). *การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม*. วารสารวิทยบริการ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 28(1), 100-108. Retrieved on 9 กรกฎาคม 2560 from
<https://journal.oas.psu.ac.th/index.php/asj/article/view/949>

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. เอกสารประกอบการ
 ประชุมผู้บริหารโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่เขต 2, 1-10.
 Retrieved on 26 ตุลาคม 2559 from
www.mbuisc.ac.th/phd/academic/flipped%20classroom2.pdf

อังษณานันท์ เต๋นสัทธาน. (2557). กรณีศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
 บูรณาการร่วมกับกระบวนการเมตาคอกนิชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วน
 และร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค. (วิทยานิพนธ์
 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก. Retrieved on
 5 กรกฎาคม 2560 from
[http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=94&ReclId=8847&obj_id=88890
 &showmenu=no](http://tdc.thailis.or.th/tdc/dccheck.php?Int_code=94&ReclId=8847&obj_id=88890&showmenu=no)

อัมพร ม้าคนอง. (2557). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียน
กลับด้าน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย สุธาสีโนบล	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ณานิน กองทิพย์	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสานและ	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

อาจารย์ ดร.พุดเตย ตาพัฒน์	นักวิชาการสาขาวิจัยและประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์ศราวุฒิ รัตนประยูร	นักวิชาการสาขาวิจัยและประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาจารย์จตุพล งามแมน	นักวิชาการสาขาวิจัยและประเมินมาตรฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาคผนวก ข

ตาราง 15 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
1	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.67	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.96	0.51	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
2	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.67	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.96	0.51	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
3	1. สารสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.67	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.67	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.92	0.28	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	4.08	0.49	มากที่สุด
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	6. การวัดและประเมินผล	4.00	0.00	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	4.07	0.49	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
4	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.78	0.63	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.33	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	4.00	0.00	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.84	0.51	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
5	1. สารสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.78	0.63	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	4.00	0.00	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	4.08	0.28	มากที่สุด
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	6. การวัดและประเมินผล	4.00	0.00	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	4.02	0.39	มากที่สุด

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
6	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.92	0.28	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	4.00	0.00	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.89	0.48	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
7	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.75	0.43	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.87	0.50	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
8	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.75	0.43	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.82	0.53	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
9	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	4.00	0.00	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.92	0.49	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.82	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	4.00	0.47	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
10	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.89	0.57	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.67	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.87	0.50	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
11	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.67	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.82	มาก
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.33	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	0.47	มากที่สุด
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.33	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.67	0.47	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.80	0.54	มาก

ตาราง 15 (ต่อ)

แผนฯ ที่	ประเด็นในการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลความหมาย
12	1. สาระสำคัญสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2. จุดประสงค์การเรียนรู้	3.78	0.63	มาก
	2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.47	มากที่สุด
	2.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	2.3 สอดคล้องกับการประเมินผล	3.33	0.47	มาก
	3. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.82	มาก
	4. กิจกรรมการเรียนรู้	3.83	0.37	มาก
	4.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	3.67	0.47	มาก
	4.2 สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ (ตามนิยามศัพท์เฉพาะ)	3.67	0.47	มาก
	4.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	4.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	0.00	มาก
	5. สื่อการเรียนรู้	3.58	0.49	มาก
	5.1 มีความชัดเจน ใช้ภาษาเหมาะสม	4.00	0.00	มาก
	5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.47	มาก
	5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	5.4 สอดคล้องกับเนื้อหา	3.33	0.47	มาก
	6. การวัดและประเมินผล	3.83	0.37	มาก
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	0.47	มาก
	6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
	ภาพรวม	3.80	0.54	มาก

ตาราง 16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

สถานการณ์	ข้อ	ประเด็น ในการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ผลการ ประเมิน
			(1)	(2)	(3)		
หน่วย เข้าครัว	1	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
	2	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

สถานการณื	ข้อ	ประเด็น ในการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ผลการ ประเมิน
			(1)	(2)	(3)		
ยารักษา โรค	1	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	0.75	1.00	0.92	ใช้ได้
	2	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
	3	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	0	1	0.67	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	0	0.67	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	0.75	0.75	0.83	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อ	ประเด็น ในการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ผลการ ประเมิน
			(1)	(2)	(3)		
Shopaholic	1	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
	2	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อ	ประเด็น ในการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ผลการ ประเมิน
			(1)	(2)	(3)		
นัก ออกแบบ	1	ความถูกต้องของข้อสอบ	0	-1	-1	-0.67	ตัดทิ้ง
		ความสอดคล้องของข้อสอบ					
		กับองค์ประกอบที่ต้องการ	0	-1	-1	-0.67	ตัดทิ้ง
		วัด					
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	-1	-1	0	-0.67	ตัดทิ้ง
	2	ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	0	1	-1	0.00	ตัดทิ้ง
		ภาพรวม	-0.25	-0.50	-0.75	-0.50	ตัดทิ้ง
		ความถูกต้องของข้อสอบ	0	-1	1	0.00	ตัดทิ้ง
		ความสอดคล้องของข้อสอบ					
		กับองค์ประกอบที่ต้องการ	0	-1	-1	-0.67	ตัดทิ้ง
		วัด					
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	-1	-1	1	-0.33	ตัดทิ้ง
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	0	1	-1	0.00	ตัดทิ้ง
		ภาพรวม	-0.25	-0.50	0.00	-0.25	ตัดทิ้ง

ตาราง 16 (ต่อ)

สถานการณื	ข้อ	ประเด็น ในการประเมิน	ความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง (IOC)	ผลการ ประเมิน
			(1)	(2)	(3)		
แผนที่ เขตปทุมวัน	1	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้
	2	ความถูกต้องของข้อสอบ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความสอดคล้องของข้อสอบกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมด้านภาษา/ การสื่อความหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ความเหมาะสมของเกณฑ์ การให้คะแนน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
		ภาพรวม	1.00	1.00	1.00	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 16 ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป คือข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จึงได้แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ 9 ข้อ

ตาราง 17 ผลการประเมินความสอดคล้องด้านโครงสร้างของข้อคำถามระหว่างแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ฉบับก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

สถานการณ์	ข้อ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ผลการประเมิน
		(1)	(2)	(3)		
หน่วยเข้าครัว	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ยารักษาโรค	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
Shopaholic	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
แผนที่เขตปทุมวัน	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้

จากตาราง 17 ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป คือข้อที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จึงได้แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ 9 ข้อ

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์

สถานการณ์	ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการวิเคราะห์
หน่วยเข้าครัว	1	0.78	0.33	ใช้ได้
	2	0.75	0.50	ใช้ได้
ยารักษาโรค	1	0.75	0.58	ใช้ได้
	2	0.46	0.17	ตัดทิ้ง
	3	0.50	0.50	ใช้ได้
Shopaholic	1	0.69	0.42	ใช้ได้
	2	0.39	0.27	ใช้ได้
แผนที่เขตปทุมวัน	1	0.50	0.50	ใช้ได้
	2	0.31	0.50	ใช้ได้

จากตาราง 18 ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.2 – 0.8 และ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จึงได้แบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จำนวน 4 สถานการณ์ 8 ข้อ ที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.31 – 0.78 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27 – 0.58 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76



แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดบูรณาการแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค22201 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561
หัวข้อเรื่อง สถานการณ์ : พื้นที่ทวีป เวลา 1 คาบ

ผลการเรียนรู้

ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียน

1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราส่วนได้

ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: เพื่อให้นักเรียน

1. ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้
2. ใช้สมรรถนะทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: เพื่อให้นักเรียน

1. มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง

สาระสำคัญ

มาตราส่วนเป็นอัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบระยะทางในแผนที่หรือในแผนผังกับระยะทางจริง

สาระการเรียนรู้

สู่การคำนวณ

การใช้มาตราส่วนด้วยสัญลักษณ์  0 5 10 15 กม.

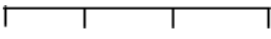
หมายความว่า ใน 1 ช่อง ที่มีความยาวเท่ากับ 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวในแผนที่หรือแผนที่ จะมีความยาวเท่ากับระยะทางจริง คือ 5 กิโลเมตร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ถ้าระยะทางในแผนที่ยาว 5 เซนติเมตร และใช้มาตราส่วน  0 5 10 15 กม.
แล้วระยะทางจริงยาวกี่กม.

วิธีทำ ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 5 กิโลเมตร
ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 5 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ x กิโลเมตร

$$\begin{array}{rcl} \text{เขียนสัดส่วนได้เป็น} & \frac{1}{5} & = \frac{5}{x} \\ & x & = 5 \times 5 \\ & x & = 25 \end{array}$$

แสดงว่า ระยะทางจริงยาว 25 กิโลเมตร

2. เมืองสองเมืองอยู่ห่างกัน 1,080 กิโลเมตร ถ้าใช้มาตราส่วน  0 15 30 45 กม.
ในแผนที่แล้วระยะทางในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

วิธีทำ ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 15 กิโลเมตร
ระยะทางในแผนที่เท่ากับ y เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 1,080 กิโลเมตร

$$\begin{array}{rcl} \text{เขียนสัดส่วนได้เป็น} & \frac{1}{15} & = \frac{y}{1080} \\ & y & = \frac{1080}{15} \\ & y & = 72 \end{array}$$

แสดงว่า ระยะทางในแผนที่ยาว 72 เซนติเมตร

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

การเรียนรู้นอกห้องเรียน

ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองเพื่อทบทวนความรู้เดิมจากวิดีโอ เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ 3 ประกอบด้วย เนื้อหา หลักการ นิยาม และตัวอย่างตามสาระการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนออนไลน์ Google Classroom ของ Google ที่ครูจัดเตรียมให้ พร้อมบันทึกความรู้ตั้งคำถามในประเด็นที่สงสัยเพิ่มเติม และทำแบบฝึกหัด เพื่อนำความรู้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้และใช้ต่อยอดความคิดในชั้นเรียน โดยใช้เวลาศึกษาเรียนรู้ประมาณ 15 – 20 นาที

การเรียนรู้ในชั้นเรียน

ขั้นแนะนำ ครูสร้างสภาพแวดล้อมให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้ โดยจัดให้นักเรียนนั่งตามกลุ่ม ๆ ละ 4 คน และสร้างเป้าหมายร่วมกันที่จะพัฒนาการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ตามสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ด้าน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนนำเสนอและแลกเปลี่ยนสิ่งที่บันทึกจากการเรียนรู้นอกชั้นเรียน โดยใช้ Word Wall พร้อมกับครูตอบข้อสงสัยในประเด็นคำถามของนักเรียน และให้นักเรียนส่งใบบันทึกความรู้หลังจากแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ขั้นนำเสนอปัญหา ครูแจกสถานการณ์ “พื้นที่ทวีป” พร้อมใบบันทึกคำตอบให้นักเรียนแต่ละคนทำความเข้าใจกับปัญหา โดยครูอธิบายให้นักเรียนเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง พร้อมช่วยทำความเข้าใจกับปัญหา โดยตั้งประเด็นคำถามดังนี้

1. ในเนื้อเรื่องมีข้อมูลใดที่สำคัญบ้าง

[นักเรียนควรตอบว่า: แผนที่ของทวีปแอนตาร์กติกา และมาตราส่วน]

2. ในแต่ละข้อคำถามกำหนดอะไรให้บ้าง

ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนและแก้ปัญหาาร่วมกัน ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตนเอง ในข้อคำถามที่ 1 โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที พร้อมบันทึกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรม โดยมีครูคอยให้คำแนะนำและสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน หลังจากนั้นจะให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม และร่วมกันหาข้อสรุป

ขั้นนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียนนำเสนอวิธีการและผลของการแก้ปัญหาของตนกับเพื่อนโดยใช้ Word Wall โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกสมาชิก 1 คน ประจำกลุ่มของตนเอง ระหว่างนั้นให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการและผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อร่วมกันศึกษา เปรียบเทียบ พิจารณา พร้อมทั้งครูให้คำแนะนำและสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ร่วมกัน

ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ครูและนักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับการคิดหาวิธีการและการหาคำตอบ เปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนถึงความเหมือนและความต่างของแนวคิดนั้น หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นใหม่

ที่มีความคล้ายกับสถานการณ์ปัญหาเดิม โดยรวบรวมเป็นผลงานของกลุ่มของตนเอง และครูมอบหมายใบบันทึกการเรียนรู้และการเรียนรู้นอกชั้นเรียนสำหรับคาบถัดไป

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งที่มาข้อมูล

1. วีดิทัศน์ เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ 3
2. ใบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ 3
3. สื่อประกอบการเรียนการสอน PowerPoint : สถานการณ์ “พื้นที่ทวีป”
4. ใบสถานการณ์ : “พื้นที่ทวีป”
5. ใบกิจกรรม : “พื้นที่ทวีป”
6. Flipchart, กระดาษ, ปากกาเมจิก

การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
<u>ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์:</u> เพื่อให้ นักเรียน 1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ มาตราส่วนได้	<u>วิธีวัดผล</u> - จากการทำใบบันทึก การเรียนรู้ - จากการทำใบกิจกรรม <u>เครื่องมือวัดผล</u> - ใบบันทึกการเรียนรู้ - ใบกิจกรรม	<u>เกณฑ์การประเมิน</u> นักเรียนหาคำตอบได้ ถูกต้อง ร้อยละ 60 ถือว่าผ่าน
<u>ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์:</u> เพื่อให้ นักเรียน 1. ใช้กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ 2. ใช้สมรรถนะทาง คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ในชีวิตจริงได้	<u>วิธีวัดผล</u> - จากการสังเกต พฤติกรรมในชั้นเรียน - จากการทำใบกิจกรรม <u>เครื่องมือวัดผล</u> - ใบบันทึกพฤติกรรม - ใบกิจกรรม	<u>เกณฑ์การประเมิน</u> นักเรียนใช้ทักษะในการ แก้ปัญหาในชั้นเรียนอยู่ใน เกณฑ์ระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน ระดับ 1 หมายถึง ไม่ทำเลย ระดับ 2 หมายถึง บางครั้ง ระดับ 3 หมายถึง บ่อย ๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้	การวัดผล	การประเมินผล
<u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์:</u> เพื่อให้ นักเรียน 1. มีความรับผิดชอบในการ เรียนรู้ของตนเอง	<u>วิธีวัดผล</u> - จากการทำใบบันทึก การเรียนรู้ <u>เครื่องมือวัดผล</u> - ใบบันทึกการเรียนรู้	<u>เกณฑ์การประเมิน</u> นักเรียนทำใบบันทึกการ เรียนรู้และส่งภายในคาบอย่าง น้อย 60% ของเวลาเรียน ทั้งหมด ถือว่าผ่าน

ลงชื่อ ครูผู้สอน
 (กฤษณ์ วิเศษประสิทธิ์)



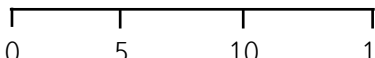
ใบบันทึกการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ 3

วันที่

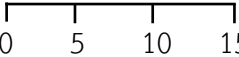
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับมาตราส่วนได้

สู่การคำนวณ

การใช้มาตราส่วนด้วยสัญลักษณ์  0 5 10 15 กม.

หมายความว่า ใน 1 ช่อง ที่มีความยาวเท่ากับ 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นความยาวในแผนที่หรือแผนที่ จะมีความยาวเท่ากับระยะทางจริง คือ 5 กิโลเมตร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

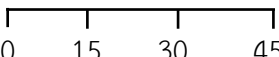
1. ถ้าระยะทางในแผนที่ยาว 5 เซนติเมตร และใช้มาตราส่วน  0 5 10 15 กม. แล้วระยะทางจริงยาวกี่กม.

วิธีทำ ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 5 กิโลเมตร

ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 5 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ x กิโลเมตร

$$\begin{array}{rcl} \text{เขียนสัดส่วนได้เป็น} & \frac{1}{5} & = \frac{5}{x} \\ & x & = 5 \times 5 \\ & x & = 25 \end{array}$$

แสดงว่า ระยะทางจริงยาว 25 กิโลเมตร

2. เมืองสองเมืองอยู่ห่างกัน 1,080 กิโลเมตร ถ้าใช้มาตราส่วน  0 15 30 45 กม. ในแผนที่แล้วระยะทางในแผนที่ยาวกี่เซนติเมตร

วิธีทำ ระยะทางในแผนที่เท่ากับ 1 เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 15 กิโลเมตร

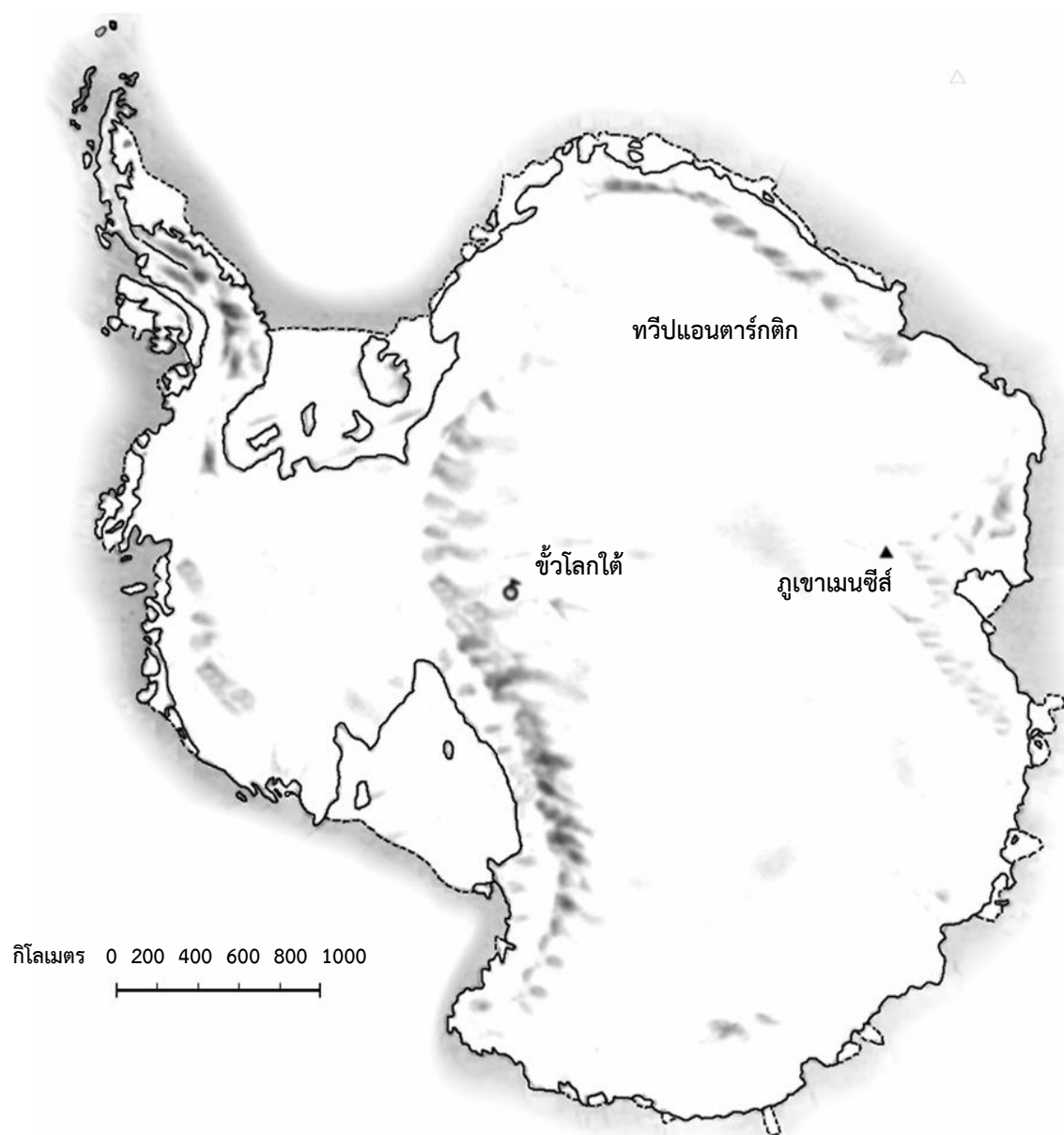
ระยะทางในแผนที่เท่ากับ y เซนติเมตร ระยะทางจริงเท่ากับ 1,080 กิโลเมตร

$$\begin{array}{rcl} \text{เขียนสัดส่วนได้เป็น} & \frac{1}{15} & = \frac{y}{1080} \\ & y & = \frac{1080}{15} \\ & y & = 72 \end{array}$$

แสดงว่า ระยะทางในแผนที่ยาว 72 เซนติเมตร

สถานการณ์ : พื้นที่ทวีป

เนื้อเรื่อง : ภาพข้างล่างคือ แผนที่ของทวีปแอนตาร์กติกา

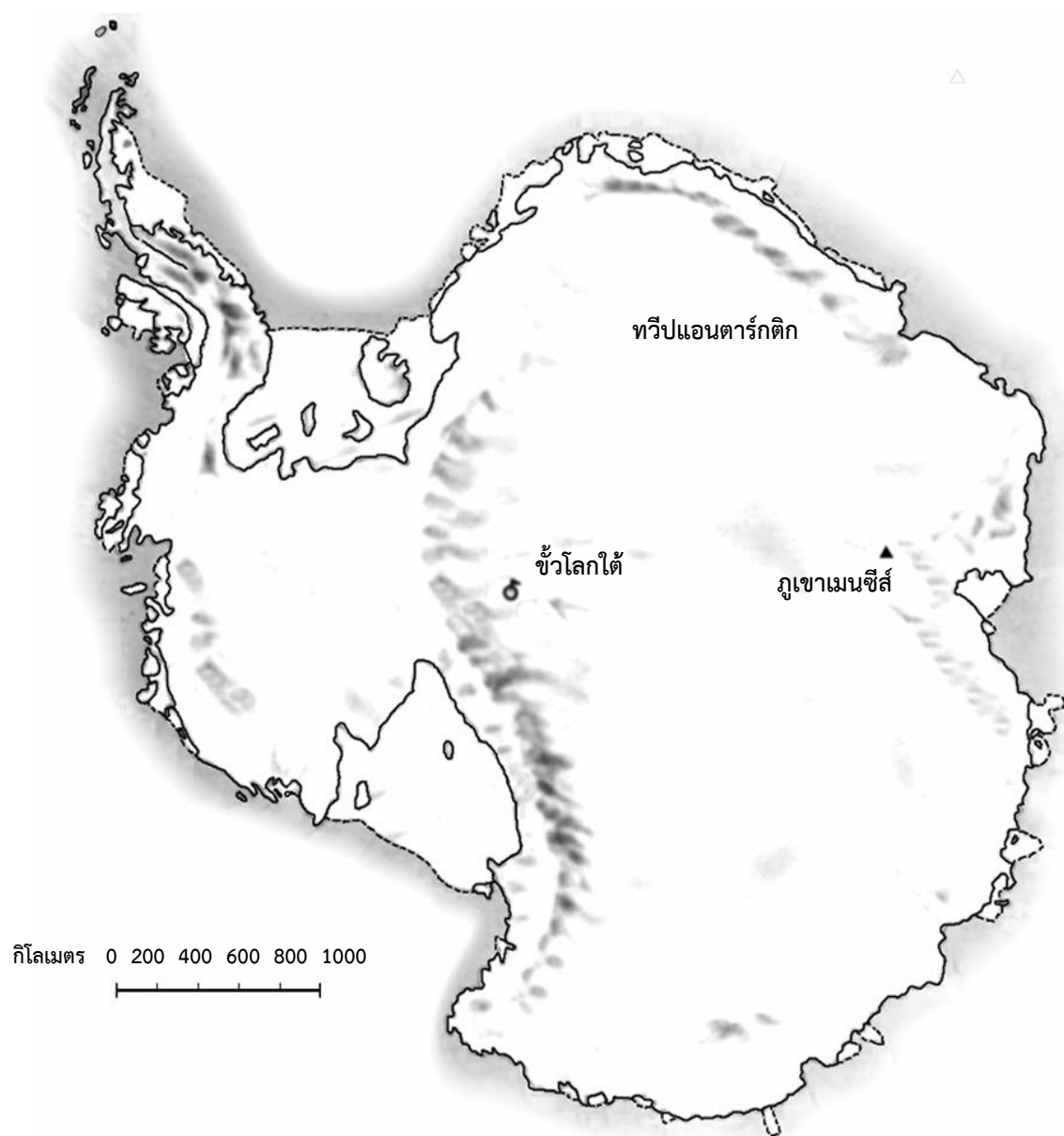


คำถามที่ 1

จงหาค่าโดยประมาณของพื้นที่ของทวีปแอนตาร์กติกา โดยใช้มาตราส่วนในแผนที่ อธิบายวิธีการประมาณหาพื้นที่นี้ด้วย (นักเรียนสามารถลากเส้นในแผนที่ที่กำหนดมาให้ได้ถ้ามันจะช่วยให้การประมาณง่ายขึ้น)

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *ฝึก คิด พิชิตคณิต PISA*. หน้า 150-158.

โบราณทีกกิจกรรม : พื้นที่ทวีป



สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชื่อ - นามสกุล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ห้อง เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วย
สถานการณ์ 4 สถานการณ์ มีคำถามย่อยรวม 8 ข้อ

2. ให้เขียนคำตอบลงในแบบทดสอบด้วยดินสอหรือปากกา ให้เวลาในการทำ 50 นาที

3. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบอยู่ 4 รูปแบบ ดังนี้

- 3.1. ข้อสอบเลือกตอบคำตอบเดียว: ให้วงกลมล้อมรอบตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

ตัวอย่าง คำถามที่ 0: $9 + 3$ เป็นเท่าใด

1. 3 2. 6
3. 12 4. 27

- 3.2. ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน: ให้วงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่”

ในแต่ละข้อความ

ตัวอย่าง	ข้อความ	ใช่ หรือ ไม่ใช่
(0)	$9 < 3$	ใช่ / ไม่ใช่
(00)	$9 + 3 = 12$	ใช่ / ไม่ใช่

- 3.3. ข้อสอบสร้างคำตอบแบบปิด: ให้เขียนคำตอบในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบ

ตัวอย่าง คำถามที่ 0: $9 + 3$ เป็นเท่าใด

ตอบ 12

- 3.4. ข้อสอบสร้างคำตอบแบบอิสระ: ให้เขียนคำอธิบายหรือแสดงวิธีทำในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบ ถ้าที่ว่างที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ สามารถเขียนในที่ว่างอื่นที่ยื่นในหน้านั้นได้

ตัวอย่าง คำถามที่ 0: เจมส์มีดินสอสีแดง 9 แท่ง และดินสอสีฟ้า 3 แท่ง เจมส์จะมีดินสอสีแดงและสีฟ้ารวมกันกี่แท่ง จงแสดงวิธีทำ

วิธีทำ เจมส์มีดินสอสีแดง 9 แท่ง

เจมส์มีดินสอสีฟ้า 3^+ แท่ง

เจมส์มีดินสอสีแดงและสีฟ้ารวมกัน 12 แท่ง

ตอบ เจมส์มีที่ดินสองสีแดงและสีฟ้ารวมกัน 12 แห่ง

4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้ และหากต้องการทดเลขสามารถเขียนลงในแบบทดสอบนี้ได้

5. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ขีดฆ่าหรือลบคำตอบเดิมให้สะอาด แล้วจึงเขียนคำตอบใหม่

สถานการณ์ : หนูนิดเข้าครัว

หนูนิตจะทำขนมในงานวันเกิดของคุณแม่ จึงหาสูตรขนมพุดดิ้งที่คุณแม่ชอบ ได้ดังนี้



ส่วนผสม

1. นมข้นจืด 150 มิลลิลิตร
2. นมข้นหวาน 2 ช้อนโต๊ะ
3. เจลาติน 1 ช้อนโต๊ะ
4. น้ำเลมอน 2 ช้อนชา
5. ผลเชอร์รี่ 1 – 2 ลูก
6. ไบสระแทน สำหรับจัดเสิร์ฟ
7. วิปครีม สำหรับจัดเสิร์ฟ

ที่มา: <https://www.freepik.com/free-vector/food-designs-collection> 1079954.htm

*จากปริมาณส่วนผสมของสูตรขนมนี้ จะได้พุดดิ้ง 2 ถ้วย

โดย 1 ช้อนโต๊ะ เท่ากับ 15 กรัม
1 ช้อนชา เท่ากับ 5 กรัม
1 มิลลิลิตร เท่ากับ 1 กรัม

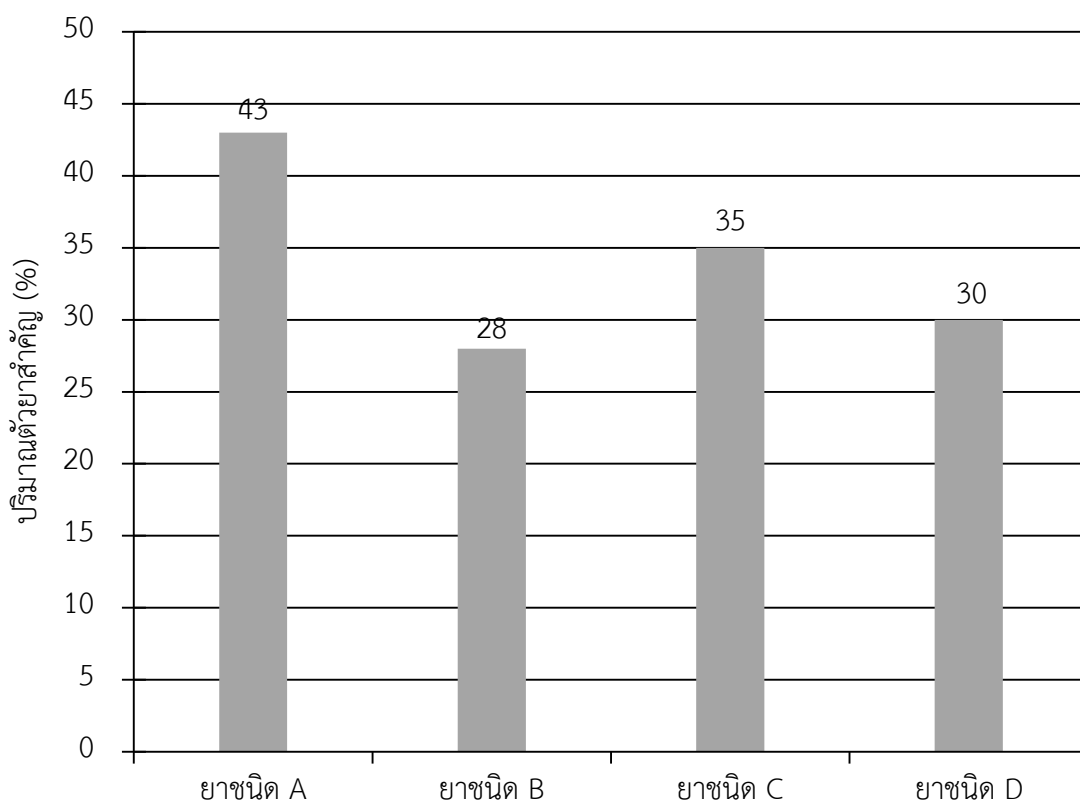
คำถามที่ 1 : หนูฉีดเข้าครีว

จากสูตรบนข้างต้น หากหนูคิดจะทำขนมพุทดิ้ง 2 ถ้วย
จะต้องใช้นมข้นจืดและนมข้นหวานอย่างละกี่กรัม

ตอบ นมข้นจืด กรัม
นมข้นหวาน กรัม

สถานการณ์ : ยารักษาโรค

โรงพยาบาลแห่งหนึ่งกำลังพิจารณาการนำเข้ายารักษาโรค โดยคุณหมอร่วมกันพิจารณาปริมาณตัวยาสำคัญตัวหนึ่งที่เป็นส่วนประกอบหลักของยา 4 ชนิด จากยาที่มีปริมาณเท่ากันคือ 500 มิลลิกรัม (mg) ข้อมูลแสดงดังแผนภูมิด้านล่าง



คำถามที่ 1 : ยารักษาโรค

ในยาชนิด A ปริมาณ 500 มิลลิกรัม มีตัวยาสำคัญที่เป็นส่วนประกอบอยู่ที่มิลลิกรัม

ตอบ มีตัวยาสำคัญที่เป็นส่วนประกอบอยู่ มิลลิกรัม

คำถามที่ 2 : ยารักษาโรค

ข้อความต่อไปนี้ถูกต้อง ใช่หรือไม่

จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อความ

ข้อความ	ข้อความถูกต้อง ใช่หรือไม่
ยาชนิด B ปริมาณ 500 มิลลิกรัม มีปริมาณตัวยาสำคัญเท่ากับ 28 มิลลิกรัม	ใช่ / ไม่ใช่
ยาชนิด C ปริมาณ 500 มิลลิกรัม และ ยาชนิด D ปริมาณ 500 มิลลิกรัม มีปริมาณตัวยาสำคัญแตกต่างกัน 5 มิลลิกรัม	ใช่ / ไม่ใช่
หากคนไข้ต้องได้รับตัวยาสำคัญนี้ให้เพียงพอในปริมาณ 150 มิลลิกรัม ต่อการทานยาในปริมาณ 500 มิลลิกรัมหนึ่งครั้ง คุณหมอสามารถเลือก จ่ายยาได้เพียง 1 ชนิดจาก 4 ชนิดนี้	ใช่ / ไม่ใช่
หากคนไข้ต้องได้รับตัวยาสำคัญนี้ให้เพียงพอในปริมาณ 500 มิลลิกรัม ต่อวัน และคุณหมอเลือกจ่ายยาชนิด C คุณหมอมustกำหนดให้คนไข้ ทานยารวันละ 3 ครั้ง ๆ ละ 500 มิลลิกรัม	ใช่ / ไม่ใช่

สถานการณ์ : Shopaholic

แพงขวัญชอบจับจ่ายใช้สอยในช่วงที่สินค้าลดราคา เธอมีวางแผนและคำนวณราคาอยู่เสมอ ในช่วง End of Season Sale ห้างสรรพสินค้ามักจัดโปรโมชั่นร่วมกับบัตรเครดิตมากมาย โดยเธอได้รวบรวมข้อมูลบัตรเครดิตที่เธอมีดังนี้

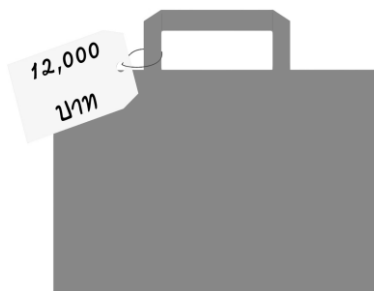
บัตรเครดิตที่ร่วมรายการ	เงื่อนไขส่งเสริมการขาย	
	ยอดใช้จ่าย	ส่วนลดเพิ่ม
ธนาคารไทยการค้า	ทุก 1,000 บาท	30 บาท
	ทุก 5,000 บาท	200 บาท
	ทุก 10,000 บาท	500 บาท
ธนาคารมิลเลเนียม	ตั้งแต่ 5,000 บาท ขึ้นไป	2%
	ตั้งแต่ 10,000 บาท ขึ้นไป	3%
	ตั้งแต่ 15,000 บาท ขึ้นไป	5%



ที่มา: https://www.freepik.com/free-vector/fashion-sale-ad-shopping-girl-with-bags_1528670.htm#term=shopaholic&page=1&position=6

คำถามที่ 1 : Shopaholic

ร้านค้าแห่งหนึ่งได้ตัดป้ายราคาของกระเป๋าเอกสาร ดังนี้

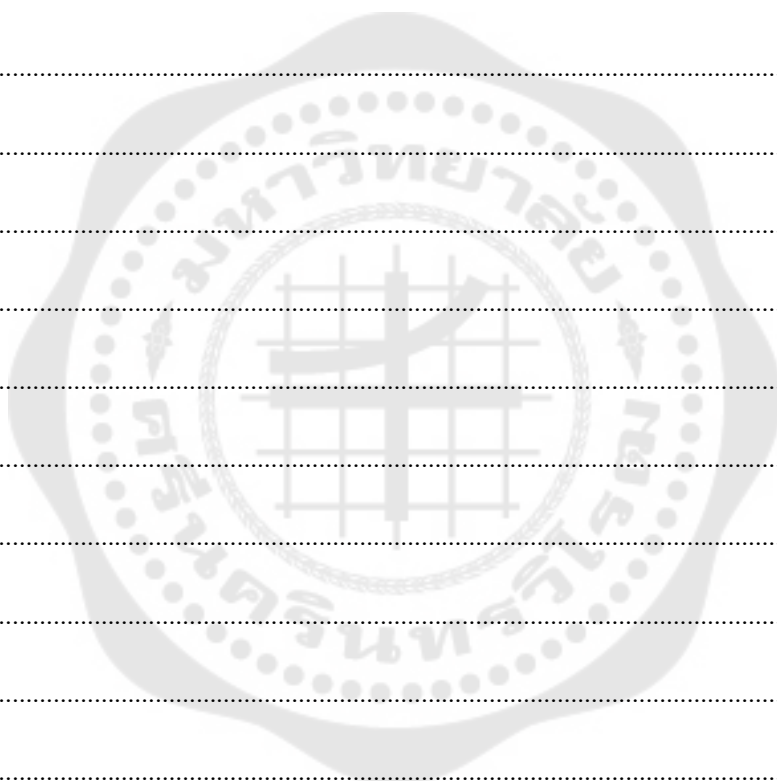


แพงขวัญต้องการซื้อกระเป๋าเอกสารใบนี้ให้คุณพ่อ 1 ใบ โดยร้านค้านี้ได้ลดราคากระเป๋าเอกสารให้ 40% จากราคาป้าย ถ้าแพงขวัญใช้บัตรเครดิตจากธนาคารมิลเลเนียมซื้อกระเป๋าเอกสารที่ได้ลดราคาจากป้ายแล้ว แพงขวัญจะซื้อกระเป๋าเอกสารใบนี้ในราคากี่บาท

1. 4,704 บาท
2. 4,800 บาท
3. 7,056 บาท
4. 7,200 บาท

คำถามที่ 2 : Shopaholic

แพ่งขวัญกำลังสนใจคอมพิวเตอร์ Notebook เครื่องหนึ่งราคา 35,000 บาท ร้านค้าลดราคา 10% จากราคาป้าย และได้รับส่วนลดเพิ่มตามโปรโมชั่นของทางห้างฯ แพ่งขวัญควรเลือกชำระเงินค่าคอมพิวเตอร์เครื่องนี้ด้วยบัตรเครดิตของธนาคารใด จึงจะจ่ายเงินน้อยที่สุด จงแสดงวิธีทำ



สถานการณ์ : แผนที่เขตปทุมวัน

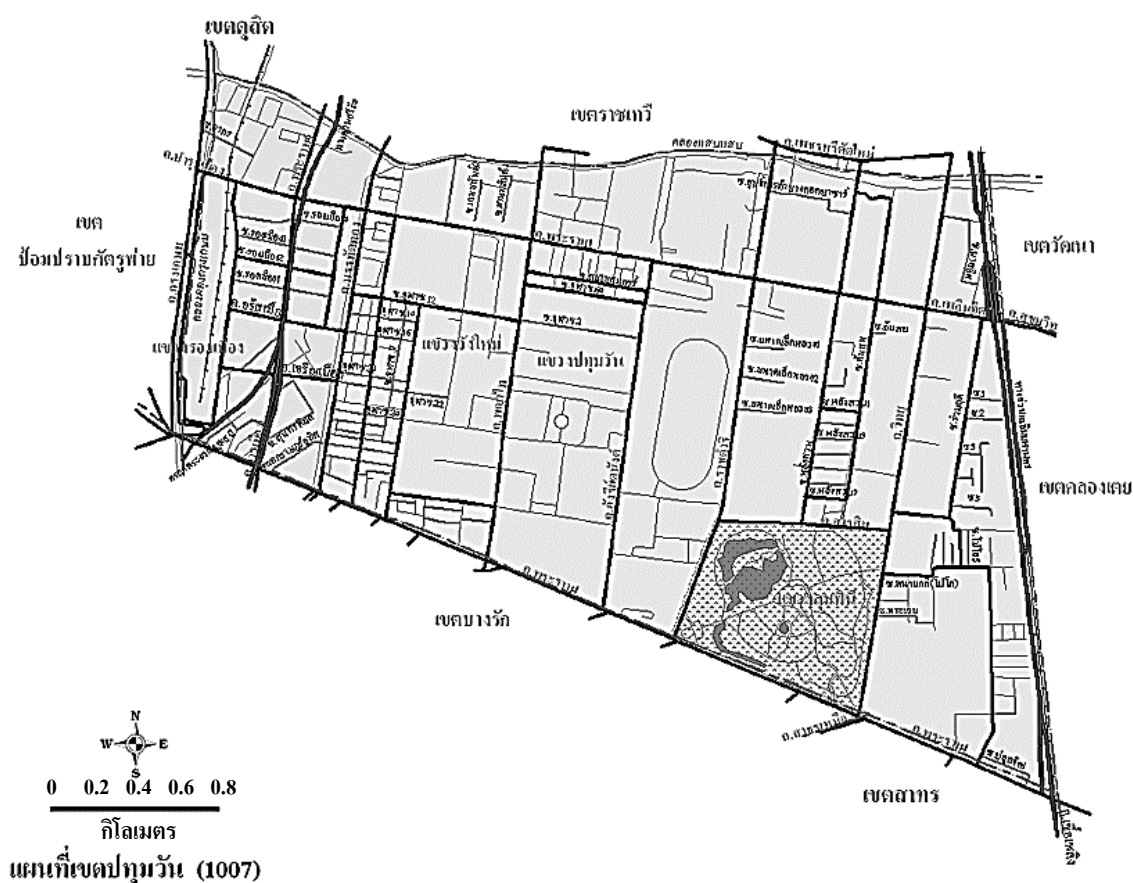
เขตปทุมวัน เป็น 1 ใน 50 เขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร ที่ถือเป็นเขตศูนย์กลางธุรกิจ การค้า การบริการ การพยาบาล วัฒนธรรม การศึกษา และการทูต เป็นเขตหนึ่งที่มีที่ตั้งอยู่บริเวณใจกลางที่สุดของกรุงเทพมหานครและที่มีการคมนาคมหลากหลายช่องทาง โดย

ทิศเหนือ ติดต่อกับเขตดุสิตและเขตราชเทวี มีคลองมหานาคและคลองแสนแสบเป็นเส้นแบ่งเขต

ทิศตะวันออก ติดต่อกับเขตวัฒนาและเขตคลองเตย มีแนวทางรถไฟสายชองนนทบุรีเป็นเส้นแบ่งเขต

ทิศใต้ ติดต่อกับเขตสาทรและเขตบางรัก มีถนนพระรามที่ 4 เป็นเส้นแบ่งเขต

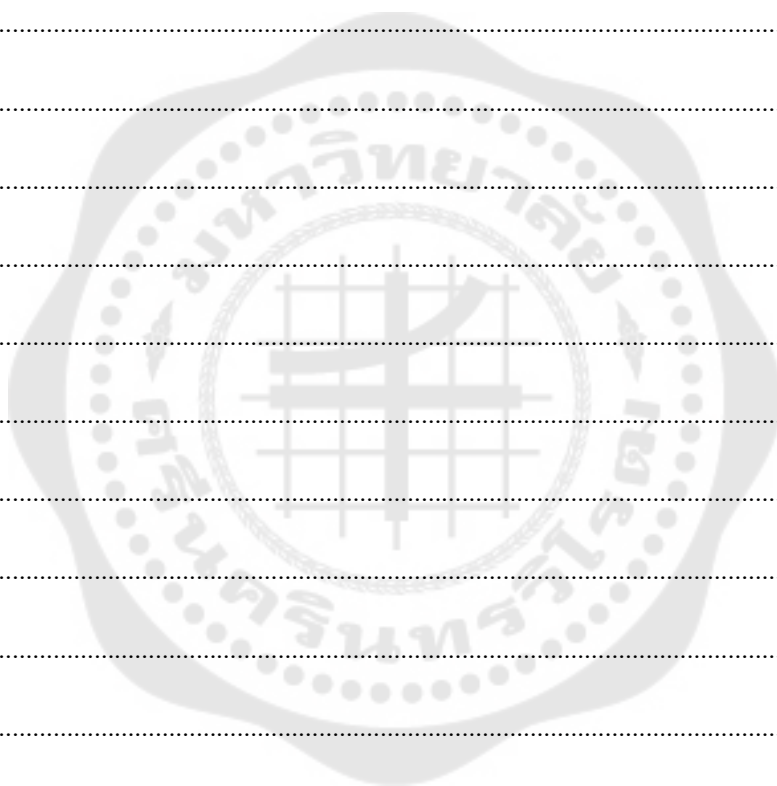
ทิศตะวันตก ติดต่อกับเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย มีคลองผดุงกรุงเกษมเป็นเส้นแบ่งเขต



ที่มา: http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/service/bangkokMap/Html/Map_tour/Pathumwan1.htm

คำถามที่ 1 : แผนที่เขตปทุมวัน

เขตปทุมวันมีพื้นที่ประมาณกี่ตารางกิโลเมตร (ตอบเป็นทศนิยมสองตำแหน่ง) โดยใช้
มาตราส่วนในแผนที่ พร้อมอธิบายวิธีการประมาณพื้นที่นี้ด้วย (นักเรียนสามารถลากเส้นบนแผนที่
ที่กำหนดมาให้ได้ เพื่อช่วยในการประมาณ)



คำถามที่ 2 : แผนที่เขตปทุมวัน

ถ้าสำนักงานเขตปทุมวันต้องการจัดขบวนพาเหรดเดินจากเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย (ทิศตะวันตก) ไปยังเขตคลองเตย (ทิศตะวันออก) โดยเดินผ่านเขตปทุมวันด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด แล้วระยะทางที่สั้นที่สุดที่เดินเป็นกิโลเมตร

ตอบ ระยะทางที่สั้นที่สุดที่เดินเป็น กิโลเมตร



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กฤตณุ วิเศษประสิทธิ์
วัน เดือน ปี เกิด	14 มิถุนายน 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	การศึกษาด้านจิต (กศ.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	998/151 อาคารชุดบี รีพับลิก สุขุมวิท 101/1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260

