

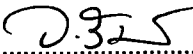
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อทักษะการสื่อสาร
ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

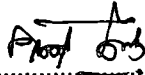
ธราทิพย์ เกตุหอม

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

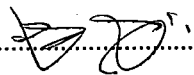
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ทรายทิพย์ เกตุหอม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

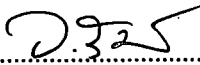
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร)

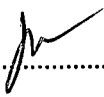

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.คงรัฐ นวลเป่ง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร)


..... กรรมการ
(ดร.คงรัฐ นวลเป่ง)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงศ์เทพ จิระโร)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ ๒๗ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

การวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาจาก โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษ
ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สกว.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาและความกรุณาอย่างสูง จากรองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.คงรัฐ นวลแปง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้แนวคิด ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เจนจิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาตรี ดร.พงษ์เทพ จิระโร ประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำชี้แนะ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ อาจารย์เกียรติศักดิ์ มั่นจิตร อาจารย์สุจินต์ ชลิตตาภรณ์ และอาจารย์สุพัตรา จ้อยเจริญ ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียน รองผู้อำนวยการ โรงเรียนทุกฝ่าย และคณะครูอาจารย์โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ทุกคน ที่ช่วยอำนวยความสะดวก และให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และการดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา คุณมารดา และญาติมิตร รวมทั้งเพื่อนทุกคน ที่คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลกันมาโดยตลอดจนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร และทุนการศึกษาในการทำวิจัยแก่นิสิต โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ขอขอบพระคุณอย่างหาที่สุดมิได้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ธราทิพย์ เกตุหอม

56910185: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้/ ทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์/
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์/ จำนวนจริง

ชราทิศย์ เกตุหอม: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES
BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY ON MATHEMATICAL WRITTEN
COMMUNICATION SKILLS AND LEARNING ACHIEVEMENT ON REAL NUMBER OF
MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เวชฤทธิ์
อังกนะภัทรขจร, กศ.ด., คงรัฐ นวลเป่ง, กศ.ด. 164 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
ครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเบญจมราช
รังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ใน
การวิจัยได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ จำนวน 6 แผน
ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$ และ $s = 0.63$) แบบวัดทักษะการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.95 และแบบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที (*t-test* for one sample) ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์
ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนว
ทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

56910185: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed.
(MATHEMATICS TEACHING)

KEY WORDS: LEARNING ACTIVITIES BASED ON CONSTRUCTIVIST THEORY/
MATHEMATICAL WRITTEN COMMUNICATION SKILLS/
LEARNING ACHIEVEMENT/ REAL NUMBER

TARATHIT KETHOM: THE EFFECTS OF LEARNING ACTIVITIES BASED ON
CONSTRUCTIVIST THEORY ON MATHEMATICAL WRITTEN COMMUNICATION
SKILLS AND LEARNING ACHIEVEMENT ON REAL NUMBER OF MATHAYOMSUKSA
4 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: VETCHARIT ANGGANAPATTARAKAJORN,
Ed.D, KONGRAT NUALPANG, Ed.D. 164 P. 2016.

The purposes of this research were to compare Mathayomsuksa VI students' mathematical written communication skills and to study the student's mathematical learning achievement after using learning activities based on constructivist theory. The subjects of this study were 50 Mathayomsuksa IV students in the second semester of the 2015 academic year at Bencharacharungsarit School, Chacheongsoa. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments were 6 lesson plans, mathematical written communication skills test with reliability of 0.95 and mathematical learning achievement test with reliability of 0.82. The data were analyzed by mean, standard deviation and *t-test* for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical written communication skills of real number of sample group after learning with the obtaining learning activities based on constructivist theory was statistically higher than the set 70 percent criterion at .01 level.

2. The mathematical learning achievement of real number of sample group after learning with the obtaining learning activities based on constructivist theory was statistically higher than the set 70 percent criterion at .01 level.

สารบัญ

	หน้า
บทความคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทความคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์.....	12
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้.....	15
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	32
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	49
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	53
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
การดำเนินการวิจัย.....	68
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	68

สารบัญ (ต่อ)

หน้า		
บทที่		
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
5	สรุปผลและอภิปรายผล.....	83
	สรุปผลการวิจัย.....	84
	อภิปรายผล.....	84
	ข้อเสนอแนะ.....	87
	บรรณานุกรม.....	89
	ภาคผนวก.....	96
	ภาคผนวก ก.....	97
	ภาคผนวก ข.....	102
	ภาคผนวก ค.....	135
	ภาคผนวก ง.....	152
	ภาคผนวก จ.....	155
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	164

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง..... 15
2	การสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้..... 27
3	เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.. 38
4	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..... 39
5	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน... 40
6	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน..... 41
7	การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง..... 54
8	จำนวนข้อแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้..... 60
9	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน..... 62
10	จำนวนข้อแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์..... 65
11	แบบแผนการวิจัย..... 68
12	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน..... 69
13	ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริงกับ เกณฑ์ร้อยละ 70..... 75
14	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง กับเกณฑ์ร้อยละ 70..... 82
15	แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง ระบบจำนวนจริง..... 136
16	แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง การเท่ากันในระบบจำนวนจริง..... 137
17	แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง การบวกและการคูณในระบบจำนวนจริง..... 138
18	แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง การไม่เท่ากัน..... 139

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 5 เรื่อง ช่าง.....	140
20 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 6 เรื่อง ค่าสมบรูณ์.....	141
21 แสดงค่าเฉลี่ยการประเมินระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้.....	142
22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	143
23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	144
24 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	145
25 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	146
26 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	148
27 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	150

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 ตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ช่วง.....	78
3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง.....	79
4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง.....	80
5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง.....	80
6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง.....	81
7 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	153
8 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง โดยวิเคราะห์ ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	154

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 4 แนวทางจัดการศึกษา มาตรา 22 เสนอว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, หน้า 10) ซึ่งมีความสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่กล่าวว่า มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4) จะเห็นว่าทั้งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียน และให้ความสำคัญกับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 56)

จากมาตรฐานหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชั้น Pre-K-12 (Mathematics curriculum standards: Pre-K-12) ของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NCTM) ได้กำหนด มาตรฐานที่ 8 การสื่อสาร/ สื่อความหมาย (Communication) ในโปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสารหรือการสื่อความหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ 1) จัดระเบียบทางความคิดและเพิ่มพูนความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์ให้แข็งแกร่ง มั่นคงยิ่งขึ้น 2) แสดงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ชัดเจน แก่เพื่อน ๆ ครู และบุคคลอื่นได้ 3) ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยในการพิจารณาพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ 4) สามารถที่จะใช้ภาษาคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความหมายที่ชัดเจน ถูกต้อง และรัดกุมได้ (ปานทอง

กุลนาถศิริ, 2543, หน้า 21) สำหรับในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเนื้อหาความรู้ส่วนใหญ่เป็นนามธรรม จะต้องใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (เช่น รูปเรขาคณิต ตาราง กราฟ สมการ อสมการหรือฟังก์ชันต่าง ๆ) เข้ามาช่วยสื่อความหมายและนำเสนอให้ความรู้ นั้น มีความกะทัดรัด และชัดเจน เช่น ใช้สัญลักษณ์ π แทนอัตราส่วนความยาวของเส้นรอบวงของวงกลมต่อความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของกลมเดียวกัน ซึ่งเป็นจำนวนอตรรกยะ ที่เท่ากับ $3.14159265358979323\dots$ ใช้สัญลักษณ์ $f(x)$ แทนฟังก์ชัน ของตัวแปร x ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดของ f ใช้สมการ $y = 2x + 1$ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x และ y ใช้กราฟแท่งหรือแผนภูมิวงกลม เพื่อนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น เมื่อต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนไม่เพียงจะอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและค้นหาคำตอบ แต่ยังคงพูดหรือเขียนเพื่ออธิบายความรู้ความเข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์จากแบบรูป การนำเสนอข้อความคาดการณ์ ตลอดจนการแสดงวิธีทำและการให้เหตุผล โดยข้อความ สัญลักษณ์ ตัวแปร สมการ ตาราง กราฟ ตัวแบบหรือแบบจำลองหรือแบบเชิงคณิตศาสตร์อื่น ๆ มาช่วยในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนออีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก, หน้า 54-55)

การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปแบบ และแบบจำลอง เพื่อแสดงแนวความคิด มีความกระชับ ชัดเจน และเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 79) และเป็นทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 56) นอกจากนี้ เรย์และคณะ (Rey and Other, 2001, p. 83 อ้างถึงใน เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรขจร, 2554, หน้า 46) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสำหรับการรวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งโดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิด โดยเฉพาะการสื่อสารสองทางช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวมและขยายแนวคิดแลกเปลี่ยนแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับคนอื่นได้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์มีหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยแผนภาพ แผนภูมิ การเขียนกราฟ และการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และถ้ามีการฝึกฝนให้นักเรียนหาคำอธิบายที่ให้นักเรียนแสดงความคิดและตอบอย่างอิสระ ให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ใช้ในการสอบที่เป็นส่วนหนึ่งของการสอนปกติ น่าจะเป็นวิธีที่ส่งผลให้การเรียน

มีคุณภาพ และได้ปรากฏให้เห็นแล้วกับนักเรียนสิงคโปร์ที่มีผลการสอบสูงที่สุดในการประเมินผลนานาชาติ (สุนีย์ คล้ายนิล, 2546, หน้า 7) แม้ในห้องเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปจะนิยมให้นักเรียนสื่อสารโดยการพูดแต่นักการศึกษาหลายท่านให้ความเห็นว่า การให้ผู้เรียนสื่อสารโดยการเขียนเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการเขียนให้ผู้อื่นอ่าน นักเรียนจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าการพูด จึงต้องมีการทบทวนไต่ตรองให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการบอกให้ผู้อื่นทราบ (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 10-12) และการเขียนทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น (Lappan & Schram, 1989, p. 16)

ถึงแม้ว่าการสื่อสารมีความสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาผลจากคะแนนคณิตศาสตร์ของไทยในโครงการ Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 1999 และ TIMSS 2007 พบว่า นักเรียนไทยทำคะแนนได้น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ โดยเฉพาะข้อสอบวัดพฤติกรรมการนำป้ไปใช้ระดับสูง รวมทั้งข้อสอบที่วัดการถ่ายทอดความคิดที่เป็นเหตุผลออกมาเป็นภาษาเขียน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถด้านภาษาทั้งการอ่านการเขียนควบคู่ไปด้วย (ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 337) เมื่อพิจารณาโครงการ TIMSS 2011 โดยมีประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งสิ้น 45 ประเทศ และรัฐที่เข้าร่วมเปรียบเทียบบอีก 14 รัฐ ผลการวิจัยพบว่า ในภาพรวมวิชาคณิตศาสตร์คะแนนสูงสุด 10 ประเทศแรกคือ เกาหลีใต้ สิงคโปร์ จีน-ไทเป ฮองกง ญี่ปุ่น รัสเซีย อิสราเอล ฟินแลนด์ สหรัฐอเมริกา และอังกฤษ ตามลำดับ ส่วนไทยอยู่ในอันดับที่ 28 ได้ 427 คะแนน ซึ่งคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่ 500 คะแนน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลประเมินโครงการ TIMSS 2007 ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยซึ่งได้ 441 คะแนน และจากการประเมินใน TIMSS 2011 ในครั้งล่าสุดนี้พบว่าแนวโน้มของค่าเฉลี่ยลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556ก) จากข้อมูลข้างต้น พบว่า นักเรียนมีปัญหาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การสื่อความหมาย และนำเสนอ นักเรียนจึงยังมีความสามารถในด้านนี้ไม่ดีพอ จากปัญหาดังกล่าวพบว่านักเรียนจำนวนมากไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเห็นภาพรวมหรือเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ของสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้ หรือไม่สามารถสื่อความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ ทั้งที่ผู้เรียนผ่านการเรียนรู้การนำเสนอข้อมูลมาแล้ว (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 56-57) ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูจะต้องช่วยกันคิดแก้ปัญหาด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นี้ต่อไปด้วย

จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ พบว่า ปีการศึกษา 2554 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) ระดับโรงเรียน 35.12 คะแนน ปีการศึกษา 2555 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) ระดับโรงเรียน 33.66 คะแนน

และปีการศึกษา 2556 มีคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) ระดับโรงเรียน 32.61 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2554-2556) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์สูงกว่าระดับจังหวัด และระดับประเทศทุกปีการศึกษา แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ในแต่ละปีนั้น มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด และในปีการศึกษา 2556 พบว่าสาระการเรียนรู้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ มีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียน 29.98 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดในสาระการเรียนรู้ทั้ง 5 สาระที่ได้ทดสอบ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควรนั้นพบว่า การที่ผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับต่ำ อาจเกิดจากสาเหตุที่สำคัญคือครูและกระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากครูส่วนใหญ่เน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย สอนเฉพาะขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้นักเรียนหาคำตอบได้ หรือสอนให้นักเรียนท่องจำมากกว่าเน้นทำความเข้าใจ ทำให้นักเรียนไม่สามารถคิดเองได้ (พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 62) จะเห็นได้ว่า การสอนของครูนั้นส่งผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดอยู่ในสาระการเรียนรู้ที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สอดคล้องกับตัวชี้วัด ค 1.1 ม.4-6/1 แสดงความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง ค 1.1 ม.4-6/2 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและ ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจคุณสมบัติจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และการนำไปใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 81-83) จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา (เกียรติศักดิ์ มั่นจิตร ไพโรจน์ ทรกุลพันธุ์ สุพัตรา จ้อยเจริญ นิชาภัทร ศรีจันทร์และดำรงฤทธิ์ แสงทอง, สัมภาษณ์, 19 มกราคม 2558) พบว่า เรื่อง จำนวนจริง นักเรียนจะประสบปัญหาความไม่เข้าใจในการใช้ศัพท์ ภาษา โครงสร้าง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนยังเขียนศัพท์ ภาษา โครงสร้าง และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง จำนวนจริง และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้น การให้นักเรียนได้สื่อสารเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการเขียนให้ผู้อื่นอ่าน ผู้เรียนจะต้องใช้ความระมัดระวังมากกว่าการพูด จึงต้องมีการทบทวนไต่ตรองให้แน่ใจว่าความหมายของสิ่งที่กำลังอธิบายนั้นชัดเจนและตรงตามที่ตนเองต้องการบอกให้ผู้อื่นทราบ

เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาค้นคว้าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อันจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น พบว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้นี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายใน

ปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เห็นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกเราสร้างขึ้น โดยนักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก นักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 6) การจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้มีลักษณะเด่น คือ การให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 1) และการสร้างพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างความรู้ในการจัดกิจกรรมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างความรู้ คือ ผู้เรียนได้คิดเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้ค้นพบจากการเรียนรู้ (อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, หน้า 17) และจากคำกล่าวของ สเตฟฟี (Steffe, 1991) ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าครูควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 34) และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ ไพจิตร สดวกการ (2539) และ สราวุธ สุวรรณวรบุญ (2554) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และในงานวิจัยของ มันทกานท์ ไครดชาติ (2545) ศิริ แคนสา (2547) และรดาวัลย์ น้อยเสนา (2556) พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และในการศึกษางานวิจัยของพัชรีย์ กาทามา (2558) พบว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนในเรื่องจำนวนจริง
3. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 10 ห้องเรียน ซึ่งจัดแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม

(Cluster random sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน1 (ค 31101) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ เรื่อง จำนวนจริง โดยมีเนื้อหาย่อยดังนี้

3.1 ระบบจำนวนจริง

3.2 สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวน

3.3 สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ

3.4 การไม่เท่ากัน

3.5 ช่วง

3.6 ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทำวิจัย 14 ชั่วโมง จำแนกเป็นการสอนตามแผนจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง และการสอบ 2 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทฤษฎีการสร้างความรู้

1. แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้
2. ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้
3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
4. บทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
2. ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
3. แนวทางพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี

การสร้างความรู้

(Ellis and Maxwell, 1995; Driver and Oldham, 1986;

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555;

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540;

สำนักงานเลขาธิการศึกษา, 2550)

1. **ขั้นถึงความสนใจและความรู้เดิม** เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนหรือระลึกถึงประสบการณ์เดิม
2. **ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่**
 - 2.1 แลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ หรือกิจกรรมที่ครูได้จัดขึ้น
 - 2.2 สร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ เป็นแนวคิดหลักการ โดยเขียนเป็นภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ทฤษฎีการสร้างความรู้** หมายถึง กระบวนการสร้างความรู้โดยตัวนักเรียนเอง ซึ่งการสร้างความรู้ นั้นเป็นเหมือนการต่อยอดจากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ และมีครูคอยช่วยเหลือชี้แนะ สรุปให้ตรงประเด็นกับความรู้ที่นักเรียนได้ ในการสร้างความรู้ นั้นจึงต้องการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ อธิบาย สรุปแนวคิดของตนเอง และยอมรับแนวคิดของเพื่อน

2. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้โดยตัวนักเรียนเอง และมีครูคอยช่วยเหลือชี้แนะ ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ อธิบาย สรุปแนวคิดของตนเอง และยอมรับแนวคิดของเพื่อน ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างความรู้ ดังนี้

1. **ขั้นดึงความสนใจและความรู้เดิม** เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนหรือระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ โดยครูใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย การใช้คำถาม หรือการระดมความคิด

2. **ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่** เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่และตรวจสอบความรู้ประกอบด้วย

2.1 **ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูได้จัดขึ้น

2.2 **ขั้นการสร้างความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นแนวคิด หลักการ โดยเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2.3 **ขั้นการตรวจสอบความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการสร้างความรู้ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูพยายามช่วยนักเรียนสรุปความรู้ใหม่ที่สร้างมาให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

3. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ร่วมกันสรุปไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ

4. **ขั้นประเมินความรู้** เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรมว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือความรู้มากน้อยเพียงใดเมื่อจบบทเรียนนั้น ๆ

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้แก่ การใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง และชัดเจน ประเมินจากคะแนนของนักเรียนที่ทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ซึ่งวัดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) จำแนกไว้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

5. เกณฑ์ร้อยละ 70 หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ แล้วนักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ระดับดีของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2547, หน้า 15)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยได้เสนอลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.2 คุณภาพของผู้เรียน
 - 1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 2.1 แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 2.2 ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
 - 2.4 บทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.3 หลักในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.4 ประเภทแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.5 แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งประกอบด้วย สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ คุณภาพของผู้เรียน และตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่าง การดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.2 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นใน

การคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้สนใจศึกษา เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ ประกอบด้วย มาตรฐาน ค 1.1 และ มาตรฐาน ค 1.4 และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย มาตรฐาน ค 6.1

2. คุณภาพของผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังโดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2.2 นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

2.3 มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซตไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล

2.4 เข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

2.5 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.6 เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

2.7 รู้และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา

2.8 เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ

2.9 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2.10 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผล ประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

เพื่อสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยได้ศึกษาคุณภาพผู้เรียน เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เกี่ยวกับเรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีหัวข้อที่เกี่ยวข้อง คือ 1) มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง และสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้ และ 2) ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

3. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า มีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง จำนวนจริง ในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4-6
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	1. แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง 2. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง
	มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำเสนอเกี่ยวกับจำนวนไปใช้	1. เข้าใจสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากันและนำไปใช้ได้
สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

1. แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจาก 2 แหล่ง คือ ทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ และวิกตอร์สกี ทฤษฎีการสร้างความรู้จึงแบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี คือ (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553, หน้า 210)

1. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยมที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่านักเรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางพุทธิปัญญา หรือความรู้ใหม่

2. ทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของวิกตอทสกี ซึ่งถือว่านักเรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น (ผู้ใหญ่หรือเพื่อน) ในขณะที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมหรืองาน ในภาวะสังคม (Social context) ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญและขาดไม่ได้ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเดิมให้ถูกต้องหรือซับซ้อนกว้างขวางขึ้น จากภาพรวมทฤษฎีพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์และของวิกตอทสกี โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์

เพียเจต์ (อ้างอิงจาก อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, หน้า 11-12) นักจิตวิทยาที่มีอิทธิพลมากที่สุดท่านหนึ่งในทฤษฎีการสร้างความรู้ กล่าวว่า มนุษย์สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะมนุษย์มีสติปัญญา มนุษย์มีลักษณะพื้นฐานที่ติดตัวมาแต่กำเนิด 2 ลักษณะ คือ

1.1.1 Organization คือ ความสามารถในการจัดระบบความคิดของตนอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอน

1.1.2 Adaptation คือ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อมนั้น กระบวนการในการปรับตัวนี้ มี 2 ลักษณะ คือ

1.1.2.1 Assimilation เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ถ้าสิ่งแวดล้อมสอดคล้องกับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของบุคคลนั้น บุคคลจะดูดซับภาพหรือเหตุการณ์นั้นเข้าไปสร้างเป็นความรู้ของตน

1.1.2.2 Accommodation เป็นความสามารถของบุคคลที่จะปรับความเข้าใจเดิมของตนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ที่ขัดแย้งกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ เรียกสภาวะของความสอดคล้องนี้ว่า ความสมดุล (Equilibration)

โดยสรุปเพียเจต์ เชื่อว่า เมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใดหรือประสบการณ์ใด บุคคลจะทำความเข้าใจกับสิ่งนั้นหรือประสบการณ์นั้น โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาดูดซึมหรือปรับเปลี่ยนให้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ซึ่งแนวคิดที่เป็นหลักสำคัญของการเรียนการสอนแบบการสร้างความรู้มีดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้ คือ การค้นหาความหมาย ดังนั้นการเรียนรู้จึงต้องเริ่มต้นจากประเด็นปัญหารอบๆ ตัวนักเรียนที่นักเรียนสัมผัสอยู่ มีปฏิสัมพันธ์อยู่ และพยายามสร้างความหมายของสิ่งเหล่านี้

2. การค้นหาทำความเข้าใจในความหมายรอบๆ ตัว ต้องเข้าใจในลักษณะแบบ

องค์รวมเป็นสหวิทยาการ เพราะในสภาพการณ์ที่เป็นจริงเมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มนุษย์จะมองสภาพแวดล้อมนั้นในหลายแง่มุมทั้งในแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับตนเอง บุคคลอื่น สังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ วิทยาศาสตร์ และแง่มุมอื่น ๆ นั่นคือ ในสภาพการณ์ที่เป็นจริง นักเรียนจะเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชาต่าง ๆ พร้อม ๆ กัน มองเป็นภาพรวม ดังนั้น กระบวนการเรียนรู้จึงต้องเน้นความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอด (Concept) มิใช่ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact)

3. การสอนให้เกิดองค์รวมความรู้ที่ดี ครูผู้สอนต้องเข้าใจว่าผู้เรียนมีรูปแบบของการเรียนรู้และการทำความเข้าใจในสภาพการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตลักษณะใด และหาวิธีที่จะให้ผู้เรียนได้ใช้รูปแบบเหล่านั้นในการเรียนรู้

4. ความรู้พัฒนาจากการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มในสภาพการณ์ที่เป็นจริง มนุษย์อยู่ร่วมกันเป็นสังคม มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กันทั้งในการคิดและการกระทำ ดังนั้นเมื่อมนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ขึ้นจากการมีประสบการณ์กับสภาพแวดล้อม ความรู้ของมนุษย์แต่ละคน และความสามารถในการแปลความหมายของประสบการณ์นั้นแตกต่างกัน แต่มนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจในตนเองและผู้อื่น นำความเหมือนและความต่างมาปรับเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจเดิมของตนให้สมเหตุสมผลมากขึ้นขจัดความขัดแย้งและทำให้เกิดความสมดุล

5. เป้าหมายของการเรียนรู้ คือ การที่มนุษย์สร้างความหมายของความรู้ด้วยตนเอง มิใช่การรับรู้คำตอบที่ถูกต้องที่มาจากผู้อื่นค้นหาความหมายมาให้ การเรียนรู้ต้องมาจากการบูรณาการความรู้จากสาขาวิชาต่าง ๆ และการร่วมมือกันทำงานเป็นกลุ่มในสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรือประสบการณ์จริงที่มีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้ตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาว่าความรู้ใดที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ นั้นจะมีคุณค่าอย่างแท้จริงและผู้เรียนจะจำได้นาน

1.2 แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการของวิก์ทอสกี

วิก์ทอสกี นักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญาและนำเสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีสร้างความรู้ ไว้ดังนี้ (สุรางค์ ใคว์ตระกูล, 2553, หน้า 61)

วิก์ทอสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมากเขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งคือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิด และการพัฒนาการเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษา และความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกันแต่เมื่อมีอายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไป

ร่วมกัน (ทิสนา แคมมณี, 2555, หน้า 90-91)

วิกิอทสกีเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ วิกิอทสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of proximal development” ว่าปกติเมื่อมีการพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของเด็ก เรามักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดเพื่อตรวจสอบว่าเด็กมีเขาวนปัญญาอยู่ในระดับใดโดยพิจารณาว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นเด็กในระดับอายุใด โดยทั่วไปที่สามารถทำได้ดังนั้นผลการวัด จึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้ว คือ เป็นระดับพัฒนาการของเด็กจึงเท่ากับการตอกย้ำให้เด็กอยู่ในระดับพัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาการมากขึ้นซึ่งเด็กทุกคนมีระดับการพัฒนาการทางเขาวนปัญญาที่ตนเองมีอยู่และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า (Zone of proximal development) หรือ (Zone of proximal growth) ซึ่งช่วงห่างนี้จะมี ความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลแนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Linear) หรืออยู่ในแนวทางเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่หล้อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

ดังนั้น เด็กที่มีระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับเด็กอายุ 8 ขวบ จะสามารถทำงานที่เด็กอายุ 8 ขวบ โดยทั่วไปทำได้ เมื่อให้งานของเด็กอายุ 9 ขวบ เด็กคนหนึ่งทำไม่ได้แต่เมื่อได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูก็จะทำได้ แสดงให้เห็นว่า เด็กคนนี้มีวุฒิภาวะที่จะไปถึงระดับที่ตนเองมีศักยภาพที่จะพัฒนาไปให้ถึง ต่อไปเด็กคนนี้ก็พัฒนาไปถึงขั้นทำสิ่งนั้นได้เองโดยไม่มี การชี้แนะหรือได้รับความช่วยเหลือจากผู้อื่น ในขณะที่เด็กอีกคนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในระดับพัฒนาการทางสมองเท่ากับ 8 ขวบ เมื่อให้ทำงานของเด็ก 9 ขวบ เด็กทำไม่ได้แม้ได้รับการชี้แนะหรือสาธิตให้ดูซ้ำแล้วซ้ำอีกก็ไม่สามารถทำได้แสดงให้เห็นว่า ช่องว่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ กับที่ระดับที่ต้องการไปให้ถึง ยังห่างหรือกว้างมาก เด็กยังมี วุฒิภาวะไม่เพียงพอ หรือยังไม่พร้อมที่จะทำสิ่งนั้น จำเป็นต้องรอให้เด็กมีวุฒิภาวะสูงขึ้น หรือลดระดับงานตามระดับพัฒนาการให้ต่ำลงจากแนวคิดข้างต้น วิกิอทสกี (1978, pp. 90-91) จึงมีความเชื่อว่าการให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ “Assisted learning” หรือ “Scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ได้มีนักการศึกษา แกลเลอร์เซอร์ (1999 อ้างถึงใน กุญชรีย์ คำชาย, 2555, หน้า 104-105) ได้เปรียบเทียบแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์และวิกิอทสกี ดังนี้

1. พัฒนาการและการเรียนรู้

ทั้งเพียเจต์และวิกิอทสกีสนใจในเรื่องพัฒนาการ ขณะที่เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการนำ

การเรียนรู้คือการเรียนรู้ต้องคล้อยตามพัฒนาการ วิทธีอทสก็กลับเชื่อว่า พัฒนาการและการเรียนรู้ มีอิทธิพลต่อกัน เพียเจต์ให้ความเห็นว่า คนเราจะต้องพัฒนาถึงขั้นหนึ่งก่อนจึงจะยึดกุมแนวคิดหลัก ได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อเด็กเรียนที่จะเขียนชื่อของตน เด็กก็จะเริ่มต้นเชื่อมโยงเสียงที่ประกอบกัน เป็นพยัญชนะ หรือกล่าวได้ว่า วิทธีอทสก็เชื่อว่าพัฒนาการความรู้ความเข้าใจก้าวหน้าไปพร้อมกัน ขณะที่เด็กเรียนรู้

2. บทบาททางสังคมในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ

ทั้งเพียเจต์และวิทธีอทสก็เชื่อว่าเด็กสร้างความรู้ของตนเองขึ้นมาได้ และเชื่อว่าวุฒิภาวะ ประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการรอกงามทางความรู้ ความคิดของเด็ก แต่ความคิดนี้ก็ยังคงแตกต่างกันตรงจุดเน้น เพียเจต์ให้ความสำคัญต่อวุฒิภาวะและประสบการณ์ การเชิงกระทำมากกว่าบทบาททางสังคม ตามความคิดของเพียเจต์ พัฒนาการของเด็กขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโตทางชีวภาพและความพยายามที่จะให้ความหมายต่อประสบการณ์ที่พบด้วยตนเอง เพียเจต์ให้ความสำคัญกับบทบาทของครูน้อย แต่วิทธีอทสก็กลับเห็นตรงข้ามเขาเชื่อว่ามนุษย์นั้นเป็น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในสังคม ดังนั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและวัฒนธรรมทางสังคมจึงเป็นปัจจัย สำคัญต่อการกำหนดพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจ และครูมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการพัฒนาการ ดังกล่าว

3. กระบวนการความรู้ความเข้าใจขั้นพื้นฐานขั้นสูงขึ้น

วิทธีอทสก็เชื่อว่าวุฒิภาวะที่ได้มาจากชีวภาพ มีผลต่อกระบวนการขั้นต้นของพัฒนาการ ความรู้ความเข้าใจ กระบวนการเหล่านี้มีลักษณะเป็นอัตโนมัติ เกิดขึ้นโดยฉับพลันและจำเป็นต่อการอยู่รอดของชีวิต ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมไม่มีอิทธิพลต่อกระบวนการนี้ ต่างกับกระบวนการ ความรู้ความเข้าใจขั้นสูงขึ้นซึ่งปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเข้ามามีส่วนร่วมอย่างมาก เพราะในขั้นนี้ ความรู้ความเข้าใจมีเป้าหมาย บุคคลสามารถกระทำตามความปรารถนาของตน ซึ่งตามความเห็นของ วิทธีอทสก็และเด็กจะมีพัฒนากระบวนการคิดและเข้าใจขั้นสูงขึ้นได้ โดยการรับเอาความรู้และค่านิยม จากวัฒนธรรมเข้ามาเป็นของตน และกำกับกับการกระทำของตนให้เป็นไปตามความรู้ความเข้าใจนั้น ด้วยคำพูดภายใน ขณะที่เพียเจต์ก็เชื่อว่าเด็กพูดกับตนเองด้วยเช่นกัน แต่การพูดของเด็กนั้นมี ลักษณะที่ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ต่างออกไปจากวิทธีอทสก็ซึ่งคิดว่าการพูดภายในของเด็กนอกจาก จะเป็นการสื่อสารกับตนเองแล้ว ยังเป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ความเข้าใจขั้นสูง ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นพื้นฐานของการสร้างสำนึก และเด็กจะใช้การพูดกับตนเองมากเมื่อต้องพบกับปัญหา หา ยุ่งยากที่ต้องการแก้ไข บุคคลสำคัญในสังคม เช่น พ่อแม่ พี่น้อง ครูและเพื่อน ๆ ล้วนมีบทบาทอย่างยิ่งในการจัดบริบทสังคมซึ่งกระบวนการความรู้ความเข้าใจของเด็กพัฒนาขึ้นมาในการทำ ความรู้ ความเข้าใจของใครสิ่งหนึ่งก็คือต้องทำความเข้าใจสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่เขาเติบโตมาด้วย

ด้วยเหตุนี้วิกิก็ทศก็จึงเชื่อว่าครูมีอิทธิพลต่อพัฒนาการด้านความรู้และความเข้าใจของผู้เรียนอย่างมาก

จากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญ เห็นได้ชัดว่าทั้งแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ และวิกิก็ทศก็ล้วนมีจุดมุ่งหมายที่พัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และทำให้ผู้วิจัยนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขึ้นถึงความสนใจและความรู้เดิม ขึ้นปรับความรู้และสร้างความรู้ใหม่ ขึ้นนำความรู้ไปใช้ และขึ้นประเมินความรู้ เพื่อให้การจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้

2. ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

Von Glasersfeld (1991, p. 137) นิยามทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวตน

Cobb (1993, pp. 13-20) กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง การรวบรวม และการตกแต่งความรู้ ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ รอบตัวเขา โครงสร้างความรู้ของนักเรียนอาจจะแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของครู

นอกจากนี้ Cobb ยังกล่าวถึงทฤษฎีทางวัฒนธรรมสังคมของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมและเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและนักเรียนในการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น บุคคลที่แวดล้อมนักเรียนจะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของนักเรียน นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่อยู่รอบตัวนักเรียน ภาษาและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

Fosnot (1996, p. 6) ให้ความหมายของแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนาไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวตน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริง โดยคนเป็นผู้สร้างความหมายด้วยเครื่องมือและ

สัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม และเป็นการประนีประนอม ความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

Kenneth (1996, p. 131) ได้ให้ความหมายทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติ เป็นการสร้างมิตความรู้ในข้อมูลใหม่ของแต่ละบุคคลโดยการเชื่อมโยงก่อน จะได้มาซึ่งความเข้าใจ

กรมวิชาการ (2543, หน้า 1) ได้อธิบายทฤษฎีการสร้างความรู้ ว่าเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของเด็กที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผ่านรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวตลอดเวลา และมีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับชีวิตจริง

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 6) อธิบายแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ว่าความรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสร้างของนักเรียน โดยใช้ประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ และมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มากกว่าที่จะเป็นสิ่งที่ได้มาจากการจดจำสิ่งที่ถูกถ่ายทอดมา ตามทฤษฎีนี้ นักเรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการคิด ไตร่ตรอง สืบสวน และอภิปรายความคิดของตนเองร่วมกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่ช่วยเหลือนักเรียนตรวจสอบความคิดของตนเอง ช่วยกระตุ้นนักเรียนให้นักเรียนใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาช่วยในการสร้างความรู้

อมลวรรณ วีระธรรมโม (2548, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้หรือสร้างความหมายของสิ่งที่รับรู้ ทฤษฎีนี้เชื่อว่า มนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวโดยการใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีสร้างความหมายของประสบการณ์ใหม่ แต่เนื่องจากมนุษย์แต่ละคนมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน มีความสามารถในการแปลความหมายของประสบการณ์ได้ไม่เท่ากัน จึงทำให้มนุษย์แต่ละคนสร้างความรู้ได้แตกต่างกัน มีพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจที่แตกต่างกัน แม้จะได้รับประสบการณ์ที่เหมือนกัน การปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นทำให้มนุษย์ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และความคิดที่แตกต่างกัน มนุษย์มีโอกาสดังเคราะห์ความคิดของตนเองและความคิดของคนอื่น แล้วพัฒนาหรือสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ที่มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น เชื่อถือได้มากขึ้น สอดคล้องกับประสบการณ์มากขึ้น

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2551, หน้า 48) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากใบความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยตรวจสอบความรู้ใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า ทฤษฎีสร้างความรู้ หมายถึง กระบวนการสร้างความรู้ โดยตัวนักเรียนเอง ซึ่งการสร้างความรู้เป็นเหมือนการต่อยอดจากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ และมีครูคอยช่วยเหลือ ชี้แนะ สรุปให้ตรงประเด็นกับความรู้ที่นักเรียนได้ ในการสร้างความรู้ นั้นจึงต้องการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ อธิบาย สรุปแนวคิดของตนเอง และยอมรับแนวคิดของเพื่อน

3. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นเพียงแนวคิดที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้ขึ้นมาเอง องค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้หลัก คือ ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ใหม่ขึ้น โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นฐาน เมื่อสร้างความรู้ใหม่แล้วผู้สอนจะให้ตรวจสอบหรือประเมินความรู้ใหม่ เมื่อเกิดความเข้าใจชัดเจนและพอใจกับความรู้ใหม่นั้นแล้วให้ผู้เรียนนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเสนอแนวทางการใช้ความรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2551, หน้า 128)

ได้มีผู้เสนอขั้นตอนจัดการเรียนรู้ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้หลากหลาย ดังนี้

Ellis and Maxwell (1995, p. 36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ดังนี้

1. จัดให้นักเรียนอยู่ในบทเรียน (Engage learner) โดยการตั้งคำถามให้นักเรียนสนใจเป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับความรู้เดิม
2. ให้นักเรียนสำรวจมโนทัศน์ (Explore the concept) โดยการสังเกตสำรวจ ร่วมกันค้นหาปัญหาหรือปรากฏการณ์
3. ให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ (Explain the concept) เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่เพื่อจัดให้เข้ากับความรู้เดิม และอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง
4. ให้นักเรียนขยายความมโนทัศน์ (Elaborate on the concept) ครูทำการจัดสถานการณ์ให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เพื่อให้ความรู้ที่มีความหมายกับนักเรียน
5. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน (Evaluation students understanding of the concept) เป็นการตรวจสอบความคิดที่เปลี่ยนไป เช่น การแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม

Driver and Oldham (1986 cited in Matthews, 1994, p. 143) เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ต่อไปนี้

1. ขั้นนำ คือ การให้นักเรียนรับรู้จุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจ
2. ขั้นล้วงความรู้ คือ การให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้เดิม

3. ชั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด คือนักเรียนพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับผู้อื่น

3.2 การสร้างความคิดใหม่ นักเรียนจะกำหนดความคิดขึ้นใหม่จากการได้ชมการสาธิต คั่นคว้า ทดลอง ฯลฯ

3.3 ประเมินความคิดใหม่โดยการทดลอง

4. ชั้นนำความคิดไปใช้ นำความคิดใหม่ไปใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ

5 ชั้นทบทวน นักเรียนทบทวนตนเองว่าความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มค้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 68) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนตามแนวคิด ทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งจำแนกได้ 4 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของนักเรียนกับเพื่อนหรือนักเรียนกับครู

1.2 ผู้เรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือ มโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม

1.3 ครูควรกระตุ้น หรือชักจูงให้นักเรียนศึกษาคั่นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

2. ชั้นแสวงหาคำตอบ

2.1 นักเรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ

2.2 ครูสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุป คำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้

2.3 ครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาคั่นคว้า กับความเข้าใจของตนเอง

3.2 นักเรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 นักเรียนนำความรู้และทักษะกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว มาใช้อธิบายตัดสินใจแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 นักเรียนอาจศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

4.3 ครูอาจนำเสนอข้อมูล สถานการณ์ คำถามใหม่ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ทำให้ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจตนเองต่อไป

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540, หน้า 55) เสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ คือ ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดหมายและแรงคลใจในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนด

2. ขั้นทำความเข้าใจ คือ ครูให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยายความเข้าใจของตนเองในหัวข้อที่กำลังเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจมีแบบจำลองทางความคิดรวบยอดที่อาจจะไม่สมบูรณ์ในตอนแรกที่เริ่มเรียน โดยนักเรียนอาจจะทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น อภิปรายกลุ่มเล็ก เขียนผังความคิด การเขียนสรุปความคิด เป็นต้น

3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ โดยขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างความรู้ ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การช่วยนักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ความเข้าใจใหม่ เป็นการที่ครูช่วยนักเรียนเกิดความคิดรวบยอดใหม่ หรือการสร้างความคิดรวบยอดที่ยังไม่สมบูรณ์ขึ้นใหม่ ตลอดจนขยายไปสู่แบบจำลองทางความคิดรวบยอดของตนเอง โดยครูต้องรับผิดชอบและที่สำคัญ คือการวินิจฉัยความเข้าใจผิดของนักเรียน ซึ่งสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ซักถามนักเรียนโดยตรงเพื่อค้นหาแบบจำลองทางความคิดรวบยอดที่ไม่สมบูรณ์และสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมาใหม่

3.2 การเขียนแผนผังความคิดรวบยอดเป็นรูปแบบ โครงสร้างทางความคิดของนักเรียน ซึ่งดำเนินการได้โดยนักเรียนจัดความคิดรวบยอดของคำลงในโครงสร้างหรือจัดทำเป็นหมวดหมู่ ระบุความคิดรวบยอดที่ต้องการศึกษาตั้งแต่สองความคิดรวบยอดขึ้นไป สร้างโครงสร้างความรู้ของความคิดรวบยอดและตัวปัญหาที่ต้องการศึกษาเป็นแผนผังความคิดรวบยอดและนำโครงสร้างความรู้ที่ได้มาอภิปรายร่วมกันเป็นกลุ่มและจัดทำเป็นแผนผังความคิดรวบยอดร่วมกัน

3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยหลังจากช่วยให้นักเรียนสร้างความคิดรวบยอดใหม่ขึ้นด้วยตนเองแล้ว ยังต้องมีการตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ โดยอาจจะพิจารณาจากเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

3.3.1 ความคิดรวบยอดได้เกิดจากการเชื่อมประสานระหว่างกันและจัดระเบียบเป็นโครงสร้างความรู้แล้วหรือยัง

3.3.2 ความคิดรวบยอดนั้น ได้รับการเชื่อมโยงเข้าสู่เครือข่ายของปัญหาที่ต้องพิสูจน์หรือยัง

3.3.3 ความรู้ความสามารถนั้นนำไปใช้ในบริบททางสังคมของโลกแห่งความจริงได้หรือไม่

4. ขั้่นนำแนวคิดไปใช้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวคิดของตนที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

5. ขั้่นทบทวนหรือเปรียบเทียบความรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเองว่าได้เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนการเรียนรู้อย่างไร โดยอาจจะเขียนหรือวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดก่อนเริ่มเรียนรู้ในบทเรียนนั้น กับความคิดตอนสิ้นสุดการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 3-7) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ขั้่นแนะนำ (Orientation) เป็นขั้นที่นักเรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายของบทเรียนและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้

2. ขั้่นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the prior knowledge) เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่กำลังจะเรียนรู้วิธีให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม หรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เป็นความรู้เดิมด้วยแผนผังกราฟิก ขั้่นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดภาวะไม่สมดุล (Unequilibrium)

3. ขั้่นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning restructuring of ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งประกอบด้วย ขั้่นตอนย่อยดังนี้

3.1 ทำความกระจ่าง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน (Clarification and exchange of ideas) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ผู้เรียนจะเข้าใจดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่ (Constructivism of new ideas) จากการอภิปรายร่วมกันและสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางหรือวิธีการที่หลากหลายทางให้ผู้เรียนสามารถกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่ขึ้นได้จากการตีความปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความรู้ใหม่หรือความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) เป็นขั้นที่นักเรียนนำ

ความคิดใหม่มาประเมินโดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้งซึ่งผู้เรียนควรวางแนวคิดที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนอาจรู้สึกถึงความไม่พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่เนื่องจากหลักฐานการทดลองหรือมติส่วนใหญ่สนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจมาพัฒนาทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคยเป็นเหตุการณ์เรียนรู้ที่มีความหมาย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย นักเรียนจะได้ทบทวนความคิด ความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบความคิดระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิด โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) ปรากฏในช่วงความจำระยะยาวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เพราะ โครงสร้างทางปัญญาคือกรอบของความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้นใช้ในการตีความหมาย ให้เหตุผล แก้ปัญหา ทบทวนว่าจะนำไปใช้หรือพัฒนาอย่างไร

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมของนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างความรู้ ตามตารางขั้นตอนการสังเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

Ellis and Maxwell (1995, p. 36)	Driver and Oldham (1986, p. 143)	เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร (2555, หน้า 68)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2550, หน้า 3-7)	ผู้วิจัย
<p>1. จัดให้นักเรียนอยู่ใน บทเรียน เป็นการเชื่อมโยงที่ เรียนกับความรู้เดิม</p> <p>2. ให้นักเรียนสำรวจ มโนทัศน์ ใช้สังเกตสำรวจ ร่วมกันค้นปัญหา หรือ ปรากฏการณ์</p>	<p>1. ชี้นำ ให้นักเรียนรับรู้ จุดมุ่งหมายและแรงจูงใจ</p> <p>2. ชี้นำความรู้ การให้นักเรียนแสดงออก ถึงความรู้เดิม</p>	<p>1. ชี้นำเกิดความขัดแย้งทาง ปัญหา นักเรียนเกิดการ ขัดแย้งทางความคิด ที่เป็น ผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่ง ที่รับรู้ใหม่ ไม่สอดคล้องกัน</p>	<p>1. ชี้นำปฐมนิเทศ ครูให้โอกาสสร้าง จุดหมายและแรงคลใจในการ เรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนด</p> <p>2. ชี้นำทำความเข้าใจ ครูให้นักเรียน ปรับแนวคิดปัจจุบันหรือบรรยาย ความเข้าใจของตน</p>	<p>1. ชี้นำแนะนำ เป็นขั้นที่ นักเรียนรับรู้จุดหมายและมี แรงจูงใจในการเรียน</p> <p>2. ชี้นำทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นักเรียนแสดงออก มาถึงความรู้เดิม</p>	<p>1. ชี้นำดึงความสนใจและความรู้ เดิม เป็นขั้นที่ครูแจ้ง จุดประสงค์การเรียนรู้ ครู กระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ในบทเรียนหรือระลึกลถึง ประสบการณ์เดิม</p>
<p>3. ให้นักเรียนอธิบาย มโนทัศน์ เป็นการเรียนรู้สิ่ง ใหม่เพื่อจัดให้เข้ากับความรู้ เดิม และอธิบายด้วยคำพูด ของตนเอง</p>	<p>3. ชี้นำปรับเปลี่ยนแนว ความคิด</p> <p>3.1 แลกเปลี่ยนแนวคิด นักเรียนพิจารณาความ แตกต่างและความขัดแย้ง ความคิด</p> <p>3.2 สร้างความคิดใหม่ นักเรียนกำหนดความคิด ใหม่ขึ้นมา</p> <p>3.3 ประเมินความคิดใหม่ โดยการทดลอง</p>	<p>2. ชี้นำแสวงหาคำตอบ นักเรียนค้นหาคำตอบโดย วางแผน ลงมือปฏิบัติ และ สามารถสรุปคำตอบ เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้</p> <p>3. ชี้นำตรวจสอบความ เข้าใจ นักเรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผล การศึกษาค้นคว้ากับความ เข้าใจของตนเอง</p>	<p>3. ชี้นำสร้างความรู้ใหม่</p> <p>3.1 การช่วยนักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจใหม่ เป็นการที่ครูช่วย นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดใหม่</p> <p>3.2 การเขียนแผนผังความคิดรวบ ยอด เป็นรูปแบบโครงสร้างทาง ความคิดของนักเรียน</p>	<p>3. ชี้นำปรับเปลี่ยนความคิด</p> <p>3.1 ทำความกระจ่างและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ นักเรียน จะเข้าใจได้เมื่อพิจารณาความ แตกต่างระหว่างความขัดแย้ง ความคิด</p> <p>3.2 สร้างความคิดใหม่ นักเรียนสร้างความคิดใหม่ ขึ้น ได้จากการตีความ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์</p>	<p>2. ชี้นำแลกเปลี่ยนความรู้และ สร้างความรู้ใหม่</p> <p>2.1 แลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคน นำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ จากสถานการณ์ต่าง ๆ</p> <p>2.2 สร้างความรู้ เป็นขั้นที่ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ เป็นแนวคิด หลักการ โดยเขียน เป็นภาษาและ</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Ellis and Maxwell (1995, p. 36)	Driver and Oldham (1986, p. 143)	เวทฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 68)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ (2540, หน้า 55)	สำนักงานเลขาธิการศึกษา (2550, หน้า 3-7)	ผู้วิจัย
		และสามารถสร้างความรู้ และกระบวนการเรียนรู้ ของตนเองขึ้นมา	3.3 การตรวจสอบความเข้าใจ โดยพิจารณาเกณฑ์ดังนี้ ความคิด รวบยอดได้เกิดการเชื่อมประสาน ระหว่างกัน ได้รับการเชื่อมโยงเข้า เครือข่ายที่ต้องพิสูจน์ และสามารถ นำความรู้ไปใช้ในโลกลงแห่ง ความจริง	3.3 ประเมินความคิดใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความคิด ใหม่มาประเมินโดย การทดลองหรือคิดอย่าง ลึกซึ้ง	สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2.3 ตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่ นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบ ความรู้ให้ถูกต้อง
4. ให้นักเรียนขยายความ มโนทัศน์ ครูจัด สถานการณ์ให้นักเรียน ประยุกต์ความรู้	4. ชี้นำความคิดไปใช้ นำความคิดใหม่ไปใช้ กับสถานการณ์ อื่น ๆ	4. ขั้นการประยุกต์ใช้ ความรู้ นักเรียนนำความรู้ และทักษะกระบวนการที่ เรียนรู้ มาใช้อธิบายตัดสิน	4. ชี้นำแนวคิดไปใช้ โดยครูให้ นักเรียนนำแนวคิดของตนที่สร้าง ขึ้น ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ หลากหลาย	4. ชี้นำความคิดไปใช้ เป็น ขั้นตอนที่นักเรียนใช้แนวคิด หรือความรู้	3. ชี้นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับ สถานการณ์ต่าง ๆ
5. ประเมินความเข้าใจ มโนทัศน์ของนักเรียน เป็นการตรวจสอบ ความคิดที่เปลี่ยนไป	5. ชี้นทบทวน นักเรียน ทบทวนตัวเองว่าความ เข้าใจได้เปลี่ยนไป	แก้ปัญหาคำเนินชีวิต ของตนเองได้อย่าง เหมาะสม	5. ชี้นทบทวนหรือเปรียบเทียบ ความรู้ นักเรียนสะท้อนตนเองว่า ได้เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเรียน อย่างไร	5. ชี้นทบทวน นักเรียนจะได้ ทบทวนความคิด ความเข้าใจ โดยการเปรียบเทียบความคิด ระหว่างความคิดเดิมกับ ความใหม่	4. ชี้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครู ประเมินนักเรียน จากแบบฝึกหัด หรือใบกิจกรรม ว่านักเรียนมี ความเข้าใจหรือความรู้มากขึ้น เพียงใดเมื่อจบบทเรียนนั้น ๆ

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ของนักการศึกษาหลายท่าน ทำให้ผู้วิจัยได้ใช้เป็นแนวทางในการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. ขั้นดึงความสนใจและความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนหรือถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ โดยครูใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย การใช้คำถาม หรือการระดมความคิด

2. ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่และตรวจสอบความรู้ประกอบด้วย

2.1 ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูได้จัดขึ้น

2.2 ขั้นการสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นแนวคิด หลักการ โดยเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2.3 ขั้นการตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการสร้างความรู้ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูพยายามช่วยนักเรียนสรุปความรู้ใหม่ที่สร้างมาให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

3. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ร่วมกันสรุปไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ

4. ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรมว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือความรู้มากน้อยเพียงใดเมื่อจบบทเรียนนั้น ๆ

4. บทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

Brooks and Brooks (1993, pp. 103-118) กล่าวถึงบทบาทของครูที่ควรยึดหลักในการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา

2. ครูจะต้องใช้แหล่งข้อมูลวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้

3. เพื่อมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิด และสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สังเคราะห์

4. ครูจะต้องอนุญาตให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นแสดงความรู้สึกลึกซึ้งที่มีต่อบทเรียน วิธีสอน และเนื้อหาวิชา

5. ครูผู้สอนต้องพยายามทำความเข้าใจ ความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นกับครู

6. ครูผู้สอน ต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งกับเพื่อน นักเรียนและ ครู

7. ครูผู้สอนต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ครูผู้สอนต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

9. ครูผู้สอนต้องให้ความสนใจ ประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานจะได้หาวิธีการตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายปัญหา

10. ครูผู้สอนต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถาม

11. ครูผู้สอนต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

12. ครูผู้สอนต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน

สำนักเลขาธิการการศึกษา (2550, หน้า 8) ได้เสนอแนะ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ผู้สอนควรปรับบทบาทของตนเอง ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนสังเกต เพื่อให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน

2. มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียน แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. สร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ใฝ่เรียน ช่วยให้นักเรียนคิดค้นต่อไป ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

4. เป็นผู้ชี้แนะ ไม่ใช่ผู้ชี้นำ กระตุ้นให้นักเรียนคิดมากกว่าการบอกความรู้

5. ประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียน ตรวจสอบความคิด และทักษะการคิด

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, หน้า 10) ได้สรุปบทบาทผู้สอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ดังนี้

1. ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

2. ครูเป็นทรัพยากรบุคคล

3. ครูเป็นผู้สืบเสาะความรู้ที่ไม่เคยมีความรู้หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มาก่อน

4. ครูเป็นผู้ท้าทายความคิดของผู้เรียน

เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555, หน้า 69) กล่าวว่า บทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ควรวีคหลัก ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ครูควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

3. ครูควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเองและมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับเพื่อนและผู้สอน

4. ครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย

5. งานที่ครูมอบหมายให้แก่นักเรียนทำ ควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวผู้เรียนและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องกระตุ้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

6. ครูควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งศึกษาข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน

7. ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน เนื่องจากจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากการศึกษาบทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า บทบาทของครูตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ประกอบด้วย ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ซึ่งแนะ กระตุ้นให้นักเรียนคิด เพื่อให้นักเรียนสร้างความคิดได้ด้วยตนเอง และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา และจากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัยนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ความสำคัญของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวไว้ใน หนังสือหลักการและมาตรฐาน สำหรับคณิตศาสตร์ระดับ โรงเรียน หนังสือประจำปี ค.ศ. 1996: Communication in Mathematics K-12 and Beyond และหนังสือประจำปี ค.ศ. 2001: The role of representation in school mathematics ว่าการสื่อสารและการนำเสนอต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียน การสื่อสารและการนำเสนอในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น สิ่งนี้ส่งผลให้นักการศึกษา ทั่วโลกหันมาสนใจศึกษาการสื่อสารและการนำเสนอคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ในบางการศึกษาเท่านั้น นักการศึกษาที่สำคัญหลายคนได้นำเสนอแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับ ความหมายของการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ อีกทั้งยังได้ นำเสนอกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ (สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก, หน้า 59)

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่าง ผู้สื่อสารกับผู้รับสาร (Bicknell, 1999 อ้างใน อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 57) โดยกระบวนการ สื่อสาร ผู้สื่อสารจะต้องจัดระบบความคิดและสื่อเป็นภาษาพูดหรือเขียนให้ผู้รับสารเข้าใจตรงกัน ในขณะที่เดียวกัน ผู้รับสารก็จะต้องทำความเข้าใจและติดตามในสิ่งที่ผู้สื่อสารพูดหรือเขียน การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญในการทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

1. ก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียน ทำให้เข้าใจงานที่ทำตรงกัน
2. ส่งเสริมบริบทของการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นบริบทของการพูดจากัน
3. เพิ่มการเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับทั้งผู้สื่อสารและรับสาร
4. ช่วยให้ผู้ครุมองเห็นความเข้าใจของนักเรียนซึ่งจะทำให้วางแผนจัดการเรียนรู้ได้อย่าง

เหมาะสม

Kennedy & Tipps (1994, p. 181 อ้างใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 186) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมาย ที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียน ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้ และสิ่งที่เป็นนามธรรม ไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และเป็นการนำเสนอความคิด แลกเปลี่ยนความรู้

Lappan & Schram (1989, p. 6) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเขียนว่า การเขียนเป็น การสื่อสารที่มีคุณค่าไม่น้อย แต่ครูไม่ค่อยได้ให้นักเรียนฝึกฝนมากนัก ในการเรียนคณิตศาสตร์

การเขียนจะช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหาที่กำลังกล่าวถึง และจะ
ช่วยการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น การนักเรียนเขียนว่าเขาจะจัดการกับปัญหาอย่างไรและ
สมาชิกในกลุ่มร่วมคิดอย่างไรเกี่ยวกับปัญหา นอกจากนี้จะช่วยให้นักเรียนชัดเจนในแนวคิดแล้ว
ยังทราบว่าครูให้ความสำคัญของการคิด และการให้เหตุผลเกี่ยวกับปัญหา

จากการกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียน
สามารถเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีเข้าใจอย่างลึกซึ้ง สร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็น
เชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้อื่นได้ เพื่อเป็นการสื่อสาร
แนวคิดของให้ผู้อื่นเข้าใจ และการเขียนก็เป็นส่วนสำคัญในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการเขียน
จะเป็นตัวช่วยในการพัฒนาการรับรู้ทางคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด

2. ความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา [NCTM] (1989, p. 214) ได้อธิบายว่า ทักษะ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ศัพท์ ภาษา โครงสร้าง และ
สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
เพื่อเป็นการแสดงแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 6) ได้อธิบายว่า
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร
การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสาร
ลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือ
แบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยการสื่อความหมายด้วย

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 120) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถจัดระบบและอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ของตน
ให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสมเหตุสมผล ซึ่งการอธิบายแนวทางคณิตศาสตร์
สามารถอธิบายได้โดยการพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดนอกจากนี้การสื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นการสื่อสารที่ใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ
ฟังก์ชัน และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในสื่อความหมายและการนำเสนอ นอกเหนือไปจาก
การนำเสนอผ่านการพูดและเขียน

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 56-57) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็น
ความสามารถในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้

ผู้อื่นได้รับรู้ จึงรวมความสามารถเกี่ยวกับการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอไว้ ด้วย ตัวอย่างของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์คือ การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและนำเสนอ การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานการแสดงผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ การใช้ตาราง กราฟ หรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือนำเสนอข้อมูล

จากความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เพื่อการสื่อความหมาย และแสดง/ อธิบายแนวคิดของตน ซึ่งสามารถให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีความสนใจทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ในการทำวิจัย ดังนั้น ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้แก่ การใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้ถูกต้อง และชัดเจน

3. แนวทางพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Roman & Morrow (1993, p. 9-11 อ้างใน ศศิธร แม่นสงวน, 2556, หน้า 187-188) ได้เสนอแนะแนวทางในการส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร ดังนี้

1. การใช้สื่อรูปธรรม
2. การให้ความสนใจ และความสัมพันธ์ของหัวข้อทางการเรียน เช่น การสำรวจโครงการ และงานที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของนักเรียนซึ่งเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง และกิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวเกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปอย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถามปลายเปิด เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดจะเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารรวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามกับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสนใจ

4. การเขียนสื่อสารแนวความคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียน ได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่า การเขียนเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนเป็นนั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน

5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การให้ผู้เรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งโต๊ะของ

ตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้เป็น โอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจความคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มและเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. การชี้แนะ โดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้ผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่ผู้เรียนจะแสดงแนวคิดเหล่านี้ ได้อย่างไม่ต้องกังวลการจัดการเรียนรู้ให้เกิดความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

เวททิ อังกะนัทภรขจร (2555, หน้า 122-124) ได้เสนอแนะว่า ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการสื่อสาร คือ ผู้สอน โดยครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิด เนื่องจาก

1.1 การอ่าน เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้รับสาร ศึกษาหรือ พิจารณาแนวคิดความคิดเห็น หรือกระบวนการของผู้ส่งสารที่นำเสนอในรูปแบบของลายลักษณ์อักษรหรือภาษาเขียน การอ่านที่ดี ผู้อ่านจะต้องมีเจตนาที่จะอ่านแล้วคิดวิเคราะห์ตามเนื้อหาที่อ่าน และถ้าเกิดข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ ผู้อ่านควรไต่ถามจากผู้รู้จนหายสงสัยหรือเข้าใจดีขึ้น

1.2 การพูด เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้ส่งสาร อธิบายแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการ ออกมาเป็นคำพูดหรือภาษาพูดในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้รับสารได้รับรู้หรือเข้าใจได้ชัดเจน การพูดอาจเป็นการพูดระหว่างบุคคลหรือการพูดในที่สาธารณะก็ได้ การพูดที่ดีผู้พูดจะต้องมีจุดหมาย เนื้อหาของข่าวสาร และรูปแบบของการพูดที่ถูกต้องและชัดเจน ตลอดจนมีระดับความดังของเสียง ความสูงต่ำของเสียงอัตราเร็วช้าในการพูด การหยุดระยะหรือเว้นช่วงที่หายใจที่เหมาะสม ไม่ควรพูดข่มผู้ฟังหรือใช้สรรพนามที่ไม่เหมาะสมระหว่างกันและกัน

1.3 การเขียน เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้ส่งสารบันทึกแนวคิด ความคิดเห็นหรือกระบวนการออกมาเป็นลายลักษณ์อักษรหรือภาษาเขียนในทุกขั้นตอนอย่างเป็นลำดับขั้นและสมเหตุสมผล เพื่อให้ผู้รับสารศึกษาค้นคว้า หรือพิจารณาความถูกต้อง การเขียนอาจเป็นผลงานของบุคคลเพียงคนเดียวหรือผลงานของกลุ่มบุคคลก็ได้ การเขียนที่ดี ผู้เขียนจะต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของข่าวสารและรูปแบบการเขียนที่ถูกต้อง และชัดเจนตรงประเด็น ไม่วกวน

1.4 การนำเสนอแนวคิด เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด เพราะการนำเสนอแนวคิด

จะรวมถึงการแปลงปัญหาหรือแนวคิดไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น การเขียนแผนภาพ แผนภูมิ หรือกราฟ แทนสัญลักษณ์หรือประโยคภาษา เป็นต้น

2. ครูควรจัดบรรยากาศหรือสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย การแสดงเหตุผลร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู อันจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอันลึกซึ้งในความคิดของตนเอง แต่อย่างไรก็ตามหากครูต้องฝึกทักษะการสื่อสารให้กับนักเรียน ครูควรลดปริมาณเวลาหรือปริมาณการพูดของตนเองให้น้อยลง เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารกันมากขึ้น

3. ครูควรใช้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

4. ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด เช่น “คิดอย่างไรเกี่ยวกับ...” ซึ่งส่วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิดอย่างหลากหลายและสามารถนำแนวคิดนั้นมาสื่อสารและแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น หรือบางครั้งอาจให้นักเรียนอธิบายกระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบ โดยให้เขียนเป็นประโยคสั้น ๆ เช่น ทำอย่างไร ผลเป็นเช่นไร ทำไมเป็นเช่นนั้น

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า แนวทางการพัฒนาทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรคัดเลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความสนใจของนักเรียน และเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัวของนักเรียน พร้อมกับเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิดโดยการใช้กลุ่มร่วมมือและช่วยเหลือกัน และครูควรใช้คำถามอย่างต่อเนื่อง คำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อเป็นกระตุ้นนักเรียนได้คิดและนำแนวคิดมาสื่อสารและแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น ผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญการเขียน เนื่องจากการเขียนการสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญ เป็นช่องทางการสื่อสารที่ให้ผู้ส่งสารบันทึกแนวคิด หรือกระบวนการออกมาเป็นภาษาเขียนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและสมเหตุสมผล และครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกันได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจความคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มและเป็นการสื่อสารโดยตรง และผู้วิจัยได้นำแนวทางการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4. การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน (Kennedy and Tipps, 1994, p. 112) ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
- 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมบางครั้ง
- 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
- 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจน

2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
- 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
- 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
- 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เข้าชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ

- 3.1 การเสนอไม่ชัดเจน (ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด เนื้อหาสับสน)
- 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
- 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
- 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีผู้กำหนดเกณฑ์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2546, หน้า 121- 124) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนนผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน/ ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ตามลำดับขั้นตอน ได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน นักแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้องครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟแผนภูมิ หรือตาราง แสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน ได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ คำตอบ ถูกต้อง ครบถ้วน หรือการ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการ ตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจน บางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ แสดงวิธีทำและคำตอบที่ได้ไม่ ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตาราง และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 124) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 ดีมาก	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
3 ดี	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 พอใช้	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ ชัดเจนบางส่วน
1 ต้องปรับปรุง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางเลย และนำเสนอข้อมูล ไม่ชัดเจน
0 ไม่พยายาม	ไม่นำเสนอ

Suzanne Lane and other (1996, pp. 16-23) ได้นำเสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ไว้ 5 ระดับ คือ 0-4 คะแนน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปรีคของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ระบบคะแนน	การสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบ การให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพเพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์ หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจนดี ความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา แผนภาพประกอบผิดพลาด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และจากการศึกษาเกณฑ์การประเมินทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น โดยผู้วิจัยนำหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับงานของผู้วิจัย โดยมีเกณฑ์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
1	คำตอบ ไม่ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมดหรือถูกต้องบางส่วน
0	คำตอบ ไม่ถูกต้อง และไม่เขียนอธิบายแนวคิดหรือเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Good (1973, p. 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการได้รับความรู้หรือการพัฒนาทักษะจากการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนแบบทดสอบที่กำหนดคะแนนจากชิ้นงานที่มอบหมายให้ หรือทั้งสองอย่าง

Wilson (1971, pp. 643 - 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และสามารถจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอ้างอิงตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้วข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่าแบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules and generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจาก

ความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือก กระบวนการแก้ปัญหาคำแนะนำการแก้ปัญหานั้นได้โดยไม่ต้องอาศัยความรู้ที่จำต้องออกนอกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาคำแนะนำที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือก กระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจใน ซึ่งในการแก้ปัญหานั้น อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยก ข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยก โจทย์ ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือ ผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns, isomorphisms, and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจาก โจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหานั้นที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็น โจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหานั้น โจทย์ดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์

ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดมาให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 สามารถในการพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการวิจารณ์นี้ต้องให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วยคือ อาจจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างขบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงการใช้ขบวนการนั้น

จากการศึกษาสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ซึ่งวัดจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครอบคลุมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) จำนวนไว้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

2. ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะต้องวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งวิธีการและเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายชนิด ในการวิจัยครั้งนี้ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบวัดผลวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งมี

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

สมนึก กัททิษณี (2549, หน้า 45) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

ภัทรา นิคมานนท์ (2537, หน้า 62) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วเพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงไร

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2548, หน้า 96) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์กำหนดไว้เพียงใด

จากคำกล่าวของนักการศึกษาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือแบบทดสอบที่วัดความรู้ หลังจากทีนักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าสามารถบรรลุตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

3. หลักในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แนวทางในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคุณภาพ สรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข, หน้า 30)

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเนื้อหาที่ต้องการ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด
3. กำหนดรูปแบบของข้อสอบที่จะใช้ในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อและระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และควรใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มี โอกาสแสดงความรู้ความสามารถอย่างเต็มศักยภาพ
4. กำหนดจำนวนข้อสอบ การกระจายของเนื้อหาสาระที่ต้องการทดสอบและเวลาที่ใช้ทดสอบ
5. สร้างข้อสอบตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงเทคนิคของการสร้างข้อสอบ และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัดผลประเมินผล
6. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเที่ยงตรง และความเป็นปรนัยของข้อสอบ

4. ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงประเภทแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมนึก กัททิษณี (2543, หน้า 73) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วอาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้าง กับแบบทดสอบมาตรฐาน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 146-147) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามที่นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึงชุดคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ของนักเรียนที่ได้ในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บอกพร้อมที่ไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดความรู้พร้อมที่จะเรียนใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูผู้สอนวิชานั้นแต่ผ่านการทดลองหาคคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบและยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกัน เป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปด้วยแล้วจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัดได้ซึ่งควรวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ ดังนี้ วัดด้านความรู้ความจำ วัดความเข้าใจ วัดการนำไปใช้ และ วัดด้านการวิเคราะห์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, หน้า 31) กล่าวว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีอยู่หลายรูปแบบ ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย 5 รูปแบบ คือ

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเลือกตอบ
2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบถูกผิด
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบจับคู่และแบบเปรียบเทียบ
4. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบเขียนตอบ
5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบต่อเนื่อง

จากการศึกษาแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครู

สร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

5. แนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้กล่าวถึงแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

สมนึก กัททิษณี (2549, หน้า 63-84) ได้กล่าวถึงแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เป็นดังนี้

1. คำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
 2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้นๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก
 3. อย่าให้มีรายละเอียด ในตัวคำถามมากเกินไปเพราะอาจเป็นการแนะนำคำตอบ
 4. ต้องมั่นใจว่าคำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
 5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองชั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้วิเคราะห์
 6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่นกรณีที่ทำตัวเลือกอื่นไม่ได้อีกแล้ว
 7. ถ้าจะใช้คำปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นคำถามปฏิเสธโดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนา แสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ
 8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวเลือกอื่น
 9. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและผิด ต้องผิดในแง่ความหมาย ไม่ใช่ถูกผิดในแง่การใช้ภาษา
 10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระขาดจากกัน กล่าวคือไม่ควรกล่าวถึงกันไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ
 11. การวางตำแหน่งตัวถูกควรกระจายกันออกไป ไม่ควรซ้ำกันหรือเรียงกันอย่างมีระบบทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยสุดเป็นข้อ ก.
 12. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกต้องมีเหตุผลที่จะใช้เป็นตัวถูกไม่ใช่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน
 13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข
 14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามยิ่งดี
 15. ข้อหนึ่งควรให้มีตัวเลือก 4-5 ตัวเลือก
 16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แนะนำคำตอบข้อหลัง
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, หน้า 31-32) ได้กล่าวถึงแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ เป็นดังนี้
1. การสร้างคำถาม คำถามที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1.1 สั้น ได้ใจความชัดเจน และใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
 - 1.2 ใช้เป็นประโยคบอกเล่า ในกรณีที่มีการใช้คำปฏิเสธ เช่น ไม่หรือห้ามต้องเน้นด้วยการทำตัวหนาหรือขีดเส้นใต้คำที่แสดงการปฏิเสธ
 - 1.3 คำถามแต่ละข้อจะเป็นอิสระต่อกัน การตอบคำถามของข้อหนึ่งจะต้องไม่ชี้นำหรือข้ออยู่กับอีกข้อหนึ่ง หรือใช้คำตอบของข้อหนึ่งเป็นคำถามอีกข้อหนึ่ง
 - 1.4 หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่ชี้นำหรือสื่อความ ไปถึงคำตอบถูกหรือคำตอบผิด
 - 1.5 แต่ละคำถามต้องมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว (ยกเว้นข้อสอบเพื่อการวิเคราะห์ ที่มีคำตอบถูกหลายคำตอบได้ แต่การแปลผลจะต้องคำนึงถึงความหมายของแต่ละคำตอบ)
2. การสร้างตัวเลือก โดยทั่วไปตัวเลือกของข้อสอบแบบเลือกตอบมีจำนวน 3-5 ตัวเลือก การกำหนดจำนวนตัวเลือกในข้อสอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของผู้เรียน ตัวเลือกที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้
- 2.1 แต่ละตัวเลือกควรเป็นเรื่องหรือประเด็นเดียวกันและมีความยาวใกล้เคียงกัน
 - 2.2 ใช้คำที่สั้น ได้ใจความชัดเจน และหลีกเลี่ยงการใช้คำศัพท์หรือข้อความที่เข้าใจยาก
 - 2.3 ไม่ควรใช้ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” “ผิดทุกข้อ” หรือ “ไม่มีข้อใดถูก” (เพราะเป็นการสื่อความหมายถึงความไม่แน่ใจในคำถามหรือการเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ)
 - 2.4 ไม่ควรสร้างตัวเลือกโดยใช้ระดับของความถูกต้องเป็นประเด็นให้คิด เช่น ถูกครึ่ง ผิดครึ่ง หรือถูกต้องเพียงบางส่วน เพราะอาจจะทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจเลือกคำตอบ
- จากการศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ พบว่าการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบที่ดีควรคำนึงถึงการสร้างคำถามและการสร้างตัวเลือก ซึ่งในการสร้างคำถามนั้นจะต้องเป็นคำถามที่กระชับเข้าใจง่าย หากเป็นคำปฏิเสธต้องเน้นเป็นตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ คำถามแต่ละข้อจะต้องไม่ชี้นำคำตอบของข้อ และต้องมั่นใจว่าคำถามนี้มีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว ส่วนการสร้างตัวเลือกนั้นจะต้องคำนึงถึงระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย โดยในแต่ละตัวเลือกควรเป็นแนวเดียวกัน สั้นยาวใกล้เคียงกัน ใช้คำเข้าใจง่าย ไม่ควรใช้ตัวเลือกที่จะสื่อถึงความไม่แน่ใจ และตัวเลือกที่ทำให้เกิดความสับสนในการตัดสินใจ ซึ่งแนวทางที่กล่าวมานี้จะทำให้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบนั้นเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้จริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ไพจิตร สะดวงการ (2539) ได้ศึกษา ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 145 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงและปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการที่สร้างขึ้นและที่ได้รับการสอนปกติมีความคงทนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05, .001 และ .005 ตามลำดับ

มันตกานท์ โครตชาติ (2545) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนหนองบัววิทยา อำเภอจัตุรัส จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 40 คน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 50 คือคิดเป็นร้อยละ 60.65 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ดังกล่าวคิดเป็น ร้อยละ 82.50

ศิริ แคนสา (2547) ได้ศึกษา การพัฒนาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนคอนสวรรค์ อำเภอคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive random sampling) 1 ห้องเรียน จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาความก้าวหน้าในแต่ละด้านดีขึ้นเรื่อย ๆ อยู่ในระดับดี(คะแนนเฉลี่ย 2.50 ถึง 3.49) จนถึงระดับดีมาก (คะแนนเฉลี่ย 3.50 ถึง 4.00) ส่วนผลการประเมินจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 72.37 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 60 และนักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์ดังกล่าว

ศราวุธ สุวรรณวรบุญ (2554) ได้ศึกษา การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสะพานชัยวิทยา อำเภอสะบ้าย้อย

จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างง่าย เลือกรหัสห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ อีกหนึ่ง ห้องเรียนเป็นกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีประสิทธิภาพ 76.90/72.11 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 นักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความคงทนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วย วิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รดาวัลย์ น้อยเสนา (2556) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่เน้นทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในงานวิจัยเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนยางคำพิทยาคม จังหวัดขอนแก่น สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 25 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 26 คน ผลการวิจัย พบว่า ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่เน้นทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ที่ เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ดังนี้ ชั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่ ต้องการวิเคราะห์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 92.31 ชั้นที่ 2 กำหนดปัญหาหรือ วัตถุประสงค์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 94.23 ชั้นที่ 3 กำหนดหลักการหรือหลักเกณฑ์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 73.08 ชั้นที่ 4 พิจารณาแยกแยะ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 70.19 ชั้นที่ 5 สรุปคำตอบนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.15 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 71.15 และมีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 22 คน

พัชรีย์ กาทำมา (2558) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองแวง ไสกพระ จำนวน 17 คน การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 4 วงจร เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 76.27 และมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 76.47 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป และมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับดีขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 82.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Cook (1995, p. 3124-A) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้และการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist pedagogy) ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พีชคณิตเบื้องต้น (Elementary algebra) ผลการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื้อหาที่สอนและมีผลต่อการสอนของครู

Alsop (1996, p. 3038-A) ได้ศึกษาสำรวจประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากวิธีสอนแบบใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นวิธีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ต่อความเข้าใจเชิงมโนคติ เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ ความคิดวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาครู วิธีการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางที่ใช้ในการวิจัยเป็นวิธีที่พัฒนามาจากวิธีที่ใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา การทดลองทำขึ้นในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับครูประถมศึกษา เก็บข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบวัดความเข้าใจมโนคติของนักศึกษาในเรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ และแบบวัดความเชื่อมั่นในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา พบว่า การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางมีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนคติของนักศึกษา มีความเชื่อมั่นในการสอนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ผลจากการศึกษาอัตชีวประวัติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาพบว่า นักศึกษาจำนวนมากมีปัญหาเกี่ยวกับความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในความสามารถในการสอนคณิตศาสตร์ต่ำ และยอมรับว่าขาดความเข้าใจ ผลจากการสัมภาษณ์พบว่า นักศึกษามักใช้กระบวนการปกติทั่วไปที่เกี่ยวกับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ โดยปราศจากความเข้าใจ นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่า วิธีการสอนแบบเดิมที่นักศึกษาส่วนใหญ่ได้รับ จะไม่ค่อยเน้นความเข้าใจในภาพรวม ทำให้นักศึกษาไม่สามารถอธิบายหรือแสดงให้นักเรียนที่จะต้องสอนต่อไปให้เห็นจริงได้

Wade (1995, p. 3411-A) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องผลการสอนคณิตศาสตร์ แบบแก้ปัญหาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่าเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้แล้วจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีผลต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
4. การดำเนินการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 10 ห้องเรียน ซึ่งจัดแบบ คณะความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง
2. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ
3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือต่าง ๆ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง จำนวน 6 แผน จำนวน 12 ชั่วโมงมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

1.2 ศึกษาขอบข่ายและทำความเข้าใจในเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง จำนวนจริง จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา ซึ่งมีเนื้อหา ซึ่งมีดังนี้

1.2.1 ระบบจำนวนจริง

1.2.2 การเท่ากันในระบบจำนวนจริง

1.2.3 การบวกและการคูณในระบบจำนวนจริง

1.2.4 การไม่เท่ากัน

1.2.5 ช่วง

1.2.6 ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาเพื่อนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง จำนวนจริง ทั้งหมด 6 แผน ดังนี้

แผน ที่	สาระ การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1	จำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/1 แสดง ความสัมพันธ์ของจำนวน ต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้ อย่างถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. บอกได้ว่าจำนวนใดเป็นจำนวน ตรรกยะหรืออตรรกยะ 2. บอกความสัมพันธ์ของจำนวน ต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริงได้ 3. เขียนอธิบายได้ว่าจำนวนใดเป็น จำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ 4. เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของ จำนวนต่าง ๆ ในระบบจริงได้	2
2	การเท่ากัน ในระบบ จำนวนจริง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับ การบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากันและนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้ อย่างถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. บอกสมบัติการเท่ากันในระบบ จำนวนจริง 2. นำสมบัติการเท่ากันในระบบ จำนวนจริงไปใช้ได้ 3. เขียนอธิบายสมบัติการเท่ากัน ในระบบจำนวนจริงได้	2
3	การบวก และคูณใน ระบบ จำนวนจริง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับ การบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากันและนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้	นักเรียนสามารถ 1. บอกสมบัติของจำนวนจริง เกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ 2. นำสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับ การบวกและการคูณไปใช้ได้ 3. เขียนอธิบายสมบัติของจำนวน จริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้	2

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แผนที่	สาระ การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
4	การไม่ เท่ากัน	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. บอกสมบัติการไม่เท่ากันได้ 2. นำสมบัติการไม่เท่ากัน ไปใช้แก้สมการได้ 3. เขียนอธิบายสมบัติ การไม่เท่ากัน ได้ถูกต้อง	2
5	ช่วง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การ คูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. บอกความหมายของช่วง แต่ละประเภทได้ 2. เขียนช่วงต่าง ๆ ด้วยกราฟบน เส้นจำนวนได้	2
6	ค่าสัมบูรณ์ ของจำนวน จริง	ค 1.1 ม.4-6/2 มีความคิดรวบยอด เกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. บอกความหมายของ ค่าสัมบูรณ์ได้ 2. เขียนแสดงวิธีการแก้สมการ หรืออสมการของค่าสัมบูรณ์ได้	2
รวมทั้งสิ้น				12

1.5 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

1.5.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.2 ตัวชี้วัด

1.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ด้านความรู้
- 2) ด้านทักษะ/ กระบวนการ
- 3) ด้านคุณลักษณะ

1.5.3 สารสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

1.5.4 สารการเรียนรู้

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้

1. **ขั้นดึงความสนใจและความรู้เดิม** เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในบทเรียนหรือระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ โดยครูใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย การใช้คำถาม หรือการระดมความคิด
2. **ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่** เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้มีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ ประกอบด้วย
 - 2.1 **ขั้นการแลกเปลี่ยนความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากสถานการณ์ต่าง ๆ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูได้จัดขึ้น
 - 2.2 **ขั้นการสร้างความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนจะสรุปความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นแนวคิด หลักการ โดยเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 **ขั้นการตรวจสอบความรู้** เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้จากการสร้างความรู้ จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ใหม่อีกครั้ง ซึ่งจะเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูพยายามช่วยนักเรียนสรุปความรู้ใหม่ที่สร้างมาให้ถูกต้องยิ่งขึ้น
3. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ร่วมกันสรุปไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ
4. **ขั้นประเมินความรู้** เป็นขั้นที่ครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหรือใบกิจกรรม ว่านักเรียนมีความเข้าใจหรือมีความรู้มากน้อยเพียงใดเมื่อจบบทเรียนนั้นๆ

1.5.6 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.5.7 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.5.8 บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาให้ข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138)

4.51 – 5.00 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายถึง มีคุณภาพและเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.8 หลังจากนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม พบว่า โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.5$ และ $s = 0.63$) (ดังตารางที่ 22 ภาคผนวก ค) และนำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้มีการปรับภาษาให้เข้าใจความและเข้าใจได้ง่ายขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และแก้ไขคำที่พิมพ์ผิดทุกแผนการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งยังมีการแก้ไขตัวอย่างบางตัวอย่างและแบบฝึกหัดบางข้อ เช่น “ $Q' = \{x|x \text{ ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปของ}$

เศษส่วนจำนวนเต็ม $U \times$ ไม่เป็นทศนิยมซ้ำ }” ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ตัดข้อความ “ $U \times$ ไม่เป็นทศนิยมซ้ำ” ออก เนื่องจากมีความหมายเดียวกับข้อความข้างหน้า จึงปรับเป็น “ $Q' = \{x|x$ ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปของเศษส่วนจำนวนเต็ม” รวมถึงปรับรูปแบบใบกิจกรรมในบางแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริง ทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดซึ่งกันและกัน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความรู้ และแนวคิดผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสร้างความรู้ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ ครูจะเป็นเพียงผู้คอยช่วยเหลือ ชี้แนะ สรุปลงให้ตรงประเด็นกับความรู้ที่นักเรียนได้ เมื่อนักเรียนไม่สามารถทำได้ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ของตนเองได้ เมื่อนักเรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองได้แล้ว จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นให้ถูกต้อง และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกทักษะที่เตรียมไว้ ซึ่งครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเอง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ หลังจากทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีการแก้ไขคำผิด และปรับตัวอย่างรวมถึงแบบฝึกหัดบางข้อให้สมบูรณ์ เช่น เพิ่มบรรทัดหรือช่องว่างในการหาคำตอบของแบบฝึกหัดจากนั้นนำมาจัดพิมพ์เป็นฉบับจริงแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง โดยผู้วิจัยดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จากการศึกษาผลการประเมินผลคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 55-59) และคำร่าที่เกี่ยวข้อง

2.2 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551 เรื่อง จำนวนจริง เพื่อจัดทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนข้อแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง จำนวนจริง
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้

ลำดับ	สาระ การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวน
1	ระบบ จำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/1 แสดงความสัมพันธ์ ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบ จำนวนจริง ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนอธิบายได้ว่า จำนวนใดเป็นจำนวน ตรรกยะ หรืออตรรกยะ	2(1)
2	การเท่ากัน ในระบบ จำนวนจริง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนอธิบายสมบัติ การเท่ากันในระบบ จำนวนจริงได้	2(1)
3	การบวก และการ คูณใน ระบบ จำนวนจริง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนอธิบายสมบัติ ของจำนวนจริงเกี่ยวกับ การบวกและการคูณได้	2(1)

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ลำดับ	สาระการ เรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวน
4	การไม่ เท่ากัน	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่าง ถูกต้อง และชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนอธิบาย สมบัติการไม่ เท่ากัน ได้ถูกต้อง	2(1)
5	ช่วง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของ จำนวนจริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้ ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนช่วงต่าง ๆ ด้วยกราฟบนเส้น จำนวนได้	2(1)
6	ค่าสัมบูรณ์ ของ จำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/2 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อ ความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน	นักเรียนสามารถ 1. เขียนแสดง วิธีการแก้สมการ หรือสมการของ ค่าสัมบูรณ์ได้	2(1)
รวมทั้งสิ้น				12(6)

2.3 สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง
จำนวน 12 ข้อ

2.4 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ขาดรายละเอียดบางส่วน
1	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมดหรือถูกต้องบางส่วน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่เขียนอธิบายแนวคิดหรือเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง

2.5 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง และเกณฑ์การให้คะแนน เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางในการตอบแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง และเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวทางในการตอบแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of item objective congruence) ซึ่งค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 หลังจากที่คุณเชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง พบว่าแบบวัด มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 (ดังตารางที่ 22 ภาคผนวก ค) และนำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับภาษา เพื่อให้ได้ใจความอ่านแล้วเข้าใจง่ายขึ้น อีกทั้งยังมีการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดในบางข้อ โดยการปรับแต่งโจทย์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น “จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ $3x - 4 = 5$ ” ปรับแก้เป็น “จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ $2(x - 1) = 5$ ” หลังจากนั้นนำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

2.8 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มเดียวกับที่ทดลองแผนการจัดการเรียนรู้) จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.9 นำผลจากการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด ดังนี้

2.9.1 หาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อ โดยใช้สูตรของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (D. R. Whitney and D. L. Sabers) ซึ่งจะเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

2.9.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 6 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.29 - 0.71 ซึ่งเป็นความยากง่ายที่เหมาะสม และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 - 0.32 (ดังตารางที่ 24 ภาคผนวก ค) แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค ซึ่งควรมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป ซึ่งพบว่า แบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

2.10 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สมบูรณ์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง จำนวนจริง

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบเลือกตอบ จากหนังสือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 31-34) และหนังสือเทคนิคการวัดผลของชวาล แพร์ตกุล (2552, หน้า 108-129)

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง โดยมีสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบการวัด พฤติกรรมของ 4 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนข้อแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์

สาระ การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม
			ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
1. จำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/1 แสดงความสัมพันธ์ของ จำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง	นักเรียนสามารถ					
		1. บอกได้ว่าจำนวนจริงใดเป็น จำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ	2(1)	2(1)	-	-	4(2)
		2. บอกความสัมพันธ์ของเซต จำนวนต่างๆ ได้	-	2(1)	-	2(1)	4(2)
2. การเท่ากันใน ระบบจำนวน	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของจำนวน จริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	นักเรียนสามารถ					
		1. บอกสมบัติการเท่ากันใน ระบบจำนวนได้	2(1)	-	2(1)	-	4(2)
3. การบวกและ การคูณในระบบ จำนวนจริง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของจำนวน จริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การเท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	นักเรียนสามารถ					
		1. บอกสมบัติของจำนวนจริง เกี่ยวกับการบวกและการคูณได้	2(1)	2(1)	2(1)	-	6(3)

ตารางที่ 10 (ต่อ)

สาระ การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์ การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ				รวม
			ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
4. การไม่เท่ากัน	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของจำนวน จริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การ เท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	นักเรียนสามารถ 1.บอกสมบัติของการไม่เท่ากัน ของจำนวนใด ๆ ได้	2(1)	2(1)	2(1)	-	6(3)
		2. แก้อสมการได้	-	2(1)	2(1)	4(2)	8(4)
5. ช่วง	ค 1.4 ม.4-6/1 เข้าใจสมบัติของจำนวน จริงเกี่ยวกับการบวก การคูณ การ เท่ากัน การไม่เท่ากัน และนำไปใช้ได้	นักเรียนสามารถ 1. บอกความหมายของช่วงแต่ละ ประเภทได้	2(1)	-	-	-	2(1)
6. ค่าสัมบูรณ์ ของจำนวนจริง	ค 1.1 ม.4-6/2 มีความคิดรวบยอด เกี่ยวกับค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง	นักเรียนสามารถ 1. หาคำตอบของค่าสัมบูรณ์ของ จำนวนจริงได้	-	2(1)	2(1)	2(1)	6(3)
รวมทั้งสิ้น			10(5)	12(6)	10(5)	8(4)	40(20)

หมายเหตุ สร้างข้อสอบจำนวน 40 ข้อ แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ

3.4 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

3.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง เหมาะสม และความสอดคล้องของข้อสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยการหาค่าดัชนีความ สอดคล้อง (*IOC*: Index of item objective congruence) ซึ่งค่าดัชนีที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.7 หลังจากที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60-1.00 (ดังตารางที่ 23 ภาคผนวก ก) และนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการปรับการใช้สำนวนและภาษาให้เข้าใจความเพื่อที่จะได้อ่านแล้วเข้าใจง่าย ขึ้น รวมทั้งแก้ไขคำที่พิมพ์ผิดทุกคำ เช่น “ช่วงครึ่งปิด a, b หมายถึงข้อใด” ปรับแก้เป็น “ช่วงครึ่งปิด [a, b) หมายถึงเซตในข้อใด” หลังจากนั้นนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อประธานและ คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

3.8 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์ อำเภอมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (กลุ่ม เดียวกับที่ทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้) จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.9 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด ดังนี้

3.9.1 หากความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดรายข้อ ซึ่งจะเลือกคัดเลือก แบบวัดที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3.9.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่า ข้อสอบมีค่าความยากง่าย

ตั้งแต่ 0.22-0.8 ซึ่งเป็นความยากง่ายที่เหมาะสม และข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.63 (ดังตารางที่ 25 ภาคผนวก ก) แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตรของคูเดอร์และริชาร์ดสัน ควรมีค่ามากกว่า 0.7 ซึ่งพบว่า แบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

3.10 จัดพิมพ์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สมบูรณ์ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวิจัยเชิงทดลองที่มีการวัดผลหลังทดลองอย่างเดียว (One-Group posttest design) โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตารางที่ 11 (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543 หน้า 249)

ตารางที่ 11 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ทดลอง	สอบหลังการทดลอง
E	X	T ₁

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

เมื่อ E แทน	กลุ่มทดลอง
X แทน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
T ₁ แทน	การสอบหลังการทดลอง (Post-test)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยในครั้งนี้

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งใช้เวลาในการสอน 12 ชั่วโมง

3. ผู้วิจัยทำการวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แล้วบันทึกผลการทดสอบโดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 2 ชั่วโมง

4. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องบางส่วน ขาดรายละเอียดบางส่วน
1	คำตอบไม่ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ ถูกต้องทั้งหมดหรือถูกต้องบางส่วน
0	คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่เขียนอธิบายแนวคิดหรือเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง

5. ตรวจสอบให้คะแนนการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน

6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์การเขียนและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้ไปวิเคราะห์ผลและแปลผลข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง โดยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t-test for one sample*

ผู้วิจัยวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จากผลการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจากผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ *t-test for one sample*

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306) ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 308) ดังนี้

$$S = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว
$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการทำวิจัย

2.1 หากำดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 160)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อมูลกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความสอดคล้องตามการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 163-166)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_r)(X_{\min})}{n_r(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	S_h	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
	n_r	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
	X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุด

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	S_h	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวน

		ผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (f_x) ในกลุ่มต่ำ
n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
X_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุด
X_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุด

หมายเหตุ การแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27% (ชวาล แพรัตกุล, 2552, หน้า 203)

2.3 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

2.4 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบปรนัย โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 162-165)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ
R_h	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
R_l	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
n_h	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
n_l	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

$$r = \frac{R_h - R_l}{n}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ
	R_h	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

หมายเหตุ การแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 27% (ชวาล แพร์ตกุล, 2552, หน้า 203)

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร K.R. -20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555, หน้า 162 - 165)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร t -test for one sample ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 134)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
	\bar{x}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์(ร้อยละ 70)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีการนำเสนอผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง
μ	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง และตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง

ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ได้จากการตรวจแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t -test for one sample ซึ่งผลปรากฏดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	s	df	t	p
คะแนนทักษะการสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์ ด้าน การเขียน เรื่อง จำนวน จริง	50	18	12.6	13.56	2.78	49	2.44*	.009

* $p < .01$

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 1

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนในแต่ละช่วง หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ดังนี้

ในช่วงแรก (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดซึ่งกันและกัน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความรู้ และแนวคิดผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเท่ากันในระบบจำนวนจริง ในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การเท่ากันในระบบจำนวนจริง นักเรียนสามารถหาจำนวนต่าง ๆ มาเติมลงช่องว่างของแต่ละสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงได้อย่างถูกต้อง เช่น สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน 1) ถ้า $4^2 = 16$ แล้ว $(4^2) + 1 = 16 + 1$ 2) ถ้า $\sqrt{9} = 3$ แล้ว $\sqrt{9} + (-3) = 3 + (-3)$ เป็นต้น แต่นักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้จากการทำกิจกรรม โดยหาจำนวนต่าง ๆ ของแต่ละสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงมาเขียนอธิบาย สรุปสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง โดยใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทาง

คณิตศาสตร์ได้ เช่น กำหนดให้ a , b และ c เป็นจำนวนจริง สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน คือ ถ้า $a = b$ แล้ว $a + c = b + c$ เป็นต้น เนื่องจากนักเรียนอาจไม่คุ้นเคยลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เพราะจากการเรียนการสอนที่ผ่านมาส่วนใหญ่ครูเป็นผู้บอกความรู้หรือเนื้อหาในเรื่องนั้นๆ ให้แก่นักเรียนและให้นักเรียนนำความรู้ที่นำไปใช้ แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ ครูจะเป็นเพียงผู้คอยช่วยเหลือ ชี้แนะ สรุปลงไปให้ตรงประเด็นกับความรู้ที่นักเรียนได้ เมื่อนักเรียนไม่สามารถทำได้ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ของตนเองได้ เช่น สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน ครูให้นักเรียนพิจารณาจากใบกิจกรรม แล้วครูถามนักเรียนว่า “มีจำนวนสองจำนวนเท่ากันแต่เขียนไม่เหมือนกันได้หรือไม่ ให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบ” แล้วครูถามนักเรียนต่อว่า “ให้นักเรียนนำจำนวนมาหนึ่งจำนวนในระบบจำนวนจริงมาบวกทั้งสองข้างของสมการของจำนวนที่เท่ากัน แล้วสมการจำนวนยังเท่ากันอยู่หรือไม่” และจากตัวอย่างที่ครูกำหนด “ให้นักเรียนลองเปลี่ยนจากตัวเลขให้เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษจะพบว่า สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันเป็นอย่างไร” เมื่อนักเรียนสามารถสรุปสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงของตนเองได้แล้ว จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปสมบัติการเท่ากัน อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นให้ถูกต้อง และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกทักษะที่เตรียมไว้ ซึ่งครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเอง


ในช่วงที่สอง (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาช่วยในการสร้างความรู้ นอกจากการใช้คำถามกระตุ้นครูยังมีกิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แต่มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถอธิบายความรู้ และแนวคิดผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เช่น จากแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การบวกและการคูณในระบบจำนวนจริง เป็นเนื้อหาที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนรู้มาแล้ว แต่ไม่ได้สรุปออกมาเป็นสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและคูณ ซึ่งการทำงานเป็นกลุ่มได้ทำให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน การแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดซึ่งกันและกัน เพื่อมาช่วยในการสรุปสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ และครูคอยสังเกตว่านักเรียนสามารถเขียนสรุปได้หรือไม่ แต่พบว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนอธิบายบางสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ จากนั้นครูจะคอยช่วยเหลือ ชี้แนะ โดยการใช้คำถามกระตุ้น เช่น สมบัติการสลับที่การบวกและการคูณ ครูใช้คำถามว่า “จำนวนสองจำนวนในระบบจำนวนจริงนำมาบวกหรือคูณกันแล้วสลับตำแหน่ง ผลลัพธ์มีค่า

เท่ากันหรือไม่ อย่างไร” และจากตัวอย่างในใบกิจกรรมที่ครูกำหนด “ให้นักเรียนเปลี่ยนจากตัวเลขเป็นตัวอักษรจะพบว่า สมบัติการสลับที่การบวกและการคูณเป็นอย่างไร” ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสมบัติการสลับที่การบวกและการคูณได้ถูกต้อง


ในช่วงสุดท้าย (แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6) หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ พบว่า นักเรียนสามารถสร้างความรู้เองได้โดยจากการทำใบกิจกรรม ซึ่งดูจากการเขียนอธิบายความรู้ แนวคิด สรุปจากการเขียน โดยคำศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ดังแผนภาพที่ 2

ตอนที่ 2 **สรุป** ช่วง เมื่อ เอกกพสัมพัทธ์เป็นเซตของจำนวนจริง และ $a < b$

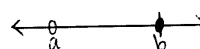
1. จากตอนที่ 1 ข้อ 1-3 จะได้ว่า

ช่วงเปิด (a, b) คือ $\{x \mid a < x < b\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 


2. จากตอนที่ 1 ข้อ 4-6 จะได้ว่า

ช่วงปิด $[a, b]$ คือ $\{x \mid a \leq x \leq b\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 


3. จากตอนที่ 1 ข้อ 7-9 จะได้ว่า

ช่วงครึ่งเปิด $(a, b]$ คือ $\{x \mid a < x \leq b\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 

4. จากตอนที่ 1 ข้อ 10-12 จะได้ว่า

ช่วงครึ่งปิด $[a, b)$ คือ $\{x \mid a \leq x < b\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 

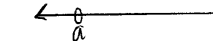
5. จากตอนที่ 1 ข้อ 13-15 จะได้ว่า

ช่วง (a, ∞) คือ $\{x \mid x > a\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 


6. จากตอนที่ 1 ข้อ 16-18 จะได้ว่า

ช่วง $[a, \infty)$ คือ $\{x \mid x \geq a\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 


7. จากตอนที่ 1 ข้อ 19-21 จะได้ว่า

ช่วง $(-\infty, a)$ คือ $\{x \mid x < a\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 

8. จากตอนที่ 1 ข้อ 22-24 จะได้ว่า

ช่วง $(-\infty, a]$ คือ $\{x \mid x \leq a\}$ เขียนบนเส้นจำนวน 

9. จากตอนที่ 1 ข้อ 25 จะได้ว่า

ช่วง $(-\infty, \infty)$ คือ เซตของจำนวนจริง เขียนบนเส้นจำนวน 

ภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ช่วง

จากภาพที่ 2 ตัวอย่างใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ช่วง จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนสรุปความรู้ เรื่อง ช่วง และสามารถเขียนอธิบายสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนช่วงต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริงได้อย่างถูกต้อง พร้อมนำความรู้ เรื่อง ช่วง มาอธิบายบนเส้นจำนวน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนได้

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 ลักษณะคำตอบตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจาก โจทย์ ดังนี้ “จงพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นจำนวนตรรกยะหรือ อตรรกยะ เพราะเหตุใด 1) $\frac{2\pi}{7}$ 2) 0.121212...” ซึ่งนักเรียนตอบได้ถูกต้อง จำนวนใดเป็นจำนวน ตรรกยะหรืออตรรกยะ โดยนักเรียนใช้บทนิยามของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะมาเป็นเหตุผล ประกอบคำตอบ และสามารถเขียนอธิบายเหตุผลใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน ดังภาพที่ 3

คำชี้แจง จงเขียนอธิบายคำตอบให้ถูกต้อง

1. จงพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ เพราะเหตุใด

1) $\frac{2\pi}{7}$

2) 0.121212...

1) $\frac{2\pi}{7}$ เป็นอตรรกยะ เพราะ π เป็นอตรรกยะ ดังนั้น $\frac{2\pi}{7}$ เป็นอตรรกยะ
 2) 0.12 เป็นตรรกยะ เพราะ $0.12 = \frac{12}{100} = \frac{3}{25}$ เป็นเศษส่วน

ภาพที่ 3 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง

นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คือ นักเรียนที่มีคำตอบถูกต้อง และเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน ขาดรายละเอียดบางส่วน โดยมีลักษณะตัวอย่าง คำตอบจาก โจทย์ ดังนี้ “จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันใน ระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ $3(x - 1) - 1 = 5$ ” ซึ่งนักเรียนสามารถหาคำตอบของสมการ ได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนยังขาดการอธิบายบางสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงของ การแก้สมการ สมบัตินั้นคือสมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน ดังภาพที่ 4

2. จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ

$$3(x-1) - 1 = 5$$

$$3x - 3 - 1 = 5 \quad (\text{สมบัตการแจกแจง})$$

$$3x - 4 = 5$$

$$3x - 4 + 4 = 5 + 4 \quad (\text{สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$3x = 9$$

$$x = \frac{9}{3}$$

$$x = 3$$

ภาพที่ 4 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง

นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คือ คำตอบไม่ถูกต้อง แต่เขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมดหรือถูกต้องบางส่วน โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ ดังนี้ “จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอธิบายสมบัติการไม่เท่ากันที่ใช้ในการแก้สมการ $1 - 3x < 5$ ” ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายสมบัติการไม่เท่ากันที่ใช้ในการแก้สมการได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้ศัพท์ ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แต่คำตอบของสมการที่นักเรียนตอบนั้น ไม่ถูกต้อง ซึ่งคำตอบต้องเป็น $x < 2$ ดังภาพที่ 5

4. จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งอธิบายสมบัติการไม่เท่ากันที่ใช้ในการแก้สมการ

$$1 - 3x < 5$$

$$1 - 3x + 1 < 5 + 1 \quad (\text{สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$3x < 6$$

$$3x \left(\frac{1}{3}\right) < 6 \left(\frac{1}{3}\right) \quad (\text{สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$x < 2$$

ภาพที่ 5 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง

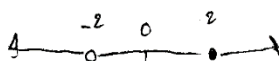
นักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คือ คำตอบไม่ถูกต้อง และไม่เขียนอธิบายแนวคิดหรือเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง โดยมีลักษณะตัวอย่างคำตอบจากโจทย์ ดังนี้ “ให้บอกช่วงจากเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน $\{x \mid x \leq -2 \text{ หรือ } 0 < x \leq 2\}$ ” นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และเขียนอธิบายโดยใช้ ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง ซึ่งไม่สามารถสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังภาพที่ 6

5 . ให้บอกช่วงจากเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน

$$\{x \mid x \leq -2 \text{ หรือ } 0 < x \leq 2\}$$

$$x \leq -\infty \text{ หรือ } 0 < x \leq 2$$

แสดงคำตอบบนเส้นจำนวน



ภาพที่ 6 ลักษณะคำตอบของนักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้จากการตรวจแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test for one sample* ผลปรากฏดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง กับ
เกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	คะแนน เต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	<i>s</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์	50	20	14	16.88	1.78	49	11.44*	.000

* $p < .01$

จากตารางที่ 14 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 2

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียน แบบคละความสามารถทางการเรียน จำนวน 10 ห้องเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) และเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง จำนวนจริง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผน ซึ่งมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$ และ $s = 0.63$) 2) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.29-0.71 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.32 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.22-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22-0.63 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบที (t -test) แบบ one sample

สรุปผลการวิจัย

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ นั้น เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ถูกเราสร้างขึ้น โดยนักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก นักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน และแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ก็ได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยครูมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 6) รวมทั้งมีการสื่อสารด้วยการเขียนเพื่อให้ผู้อื่นได้เข้าใจด้วย เพราะการเขียนสื่อสารแนวความคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกฝน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนเป็น นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน (Roman & Morrow, 1993, p. 9-11 อ้างใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556, หน้า 187-188) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีการใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนได้อย่างเต็มที่

เช่น ในใบกิจกรรม และแบบฝึกทักษะ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครั้งนี้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ข้างต้น ได้มีความสอดคล้องกับคำกล่าวของ สเตฟฟี (Steffe, 1991) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทผู้สอนในการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ว่าครูควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคนอง, 2546, หน้า 34) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ไว้ 4 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นดึงความสนใจและความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนใจในบทเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิม 2) ขั้นปรับความรู้และสร้างความรู้ใหม่ 2.1) แลกเปลี่ยนความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ของแต่ละคน 2.2) ขั้นการสร้างความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะสรุป ความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความรู้เป็นแนวคิด หลักการ ซึ่งเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2.3) ตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความรู้ให้ถูกต้อง 3) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ 4) ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นที่ครูนำผลจากการใช้ความรู้มาประเมินนักเรียน ว่ามีความเข้าใจหรือความรู้น้อยเพียงใดเมื่อจบบทเรียนนั้นๆ ซึ่งพบว่าในขั้นที่ 2 นักเรียนได้มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีการแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด หลักการ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเขียนเป็นภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ส่วนในขั้นที่ 3 และในขั้นที่ 4 นักเรียนนำแนวคิดที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ทำใบกิจกรรมหรือแบบฝึกทักษะที่ครูเตรียมไว้ ทำให้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในใช้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนได้ดียิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการเขียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรีย์ กาทำมา (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสามเหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ในระดับดีขึ้นไป คิดเป็น ร้อยละ 82.35 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี

การสร้างความรู้ที่มีลักษณะเด่น คือ มีการให้ความสำคัญกับกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิมผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550, หน้า 1) และการสร้างพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ในการจัดกิจกรรมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ คือ ผู้เรียนได้คิดเพื่ออธิบาย (Explain) สิ่งที่ได้ค้นพบจากการเรียนรู้ (อมลวรรณ วีระธรรมโม, 2548, หน้า 17) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และครูทำให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และอธิบายความรู้ แนวคิด ที่นักเรียนได้ค้นพบจากการทำไปกิจกรรม โดยผู้สอนคอยช่วยเหลือให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไต่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ผู้สอนมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เหมาะสมตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ (อัมพร ม้าคอง, 2546, หน้า 6) และนักเรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจจากการค้นพบมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือแบบฝึกทักษะที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจยิ่งขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ และเมื่อพิจารณาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่ผู้วิจัยตั้งเคราะห์ขึ้น 4 ขั้นตอน พบว่า ในขั้นที่ 2 นั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากการกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิดเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ นักเรียนจะเข้าใจดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นและกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ส่วนในขั้นที่ 3 นั้นจะเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีโอกาสใช้แนวคิด ความรู้ ความเข้าใจและหลักการมาพัฒนา ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เมื่อนักเรียนได้นำแนวคิด ความรู้ เข้าใจและหลักการ เพื่อใช้ในการอธิบายและแก้ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพจิตร สดวกการ (2539) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรารุข สุวรรณวบุญ (2554) ซึ่งได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเชิงซ้อน สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่จัดการเรียนรู้ด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ครูควรศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อย่างดี และครูควรตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้อตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ต้องเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนสร้างขึ้น เพื่อให้การจัดการเรียนรู้อดำเนินไปอย่างราบรื่นและประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน

2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นวิธีการสอนที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นมานั้นเป็นผลพวงมาจากประสบการณ์ ความรู้ ความเข้าใจเดิมของนักเรียน และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ขึ้นมาได้ง่าย ดังนั้นครูควรช่วยเหลือ ชี้แนะ และสรุปความรู้เพื่อให้ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการจัดการเรียนรู้อตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นการทำให้นักเรียนเกิดการขัดแย้งทางปัญญา หรือทางความคิด ความเข้าใจเดิมของตน และเป็นขั้นตอนสำคัญในการสร้างความรู้ เนื่องจากการที่นักเรียนได้มีแลกเปลี่ยนความรู้ การอภิปรายความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำความคิดของตนออกมา แลกเปลี่ยนกับเพื่อนระดับกลุ่ม หรือระดับชั้นเรียน และนักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการแลกเปลี่ยนมาปรับแล้วสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดจากการแลกเปลี่ยน ดังนั้นครูควรให้เวลาและโอกาสกับนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ร่วมกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ในเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น เซต ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เรขาคณิตวิเคราะห์ เป็นต้น
2. ควรศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยง หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2543). *การสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง*. ใน เอกสารชุดเทคนิคการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศาสนา กรมการศาสนา.
- กรมวิชาการ. (2545). *คู่มือจัดการการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. ใน เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิติมา สุรสนธิ. (2548). *ความรู้ทางการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กฤษณี คำชาย. (2551). *การจัดการชั้นเรียนแบบสร้างสรรค์*. นนทบุรี: เพ็ญฟ้าหลวง ฟรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ชวาล แพร่ตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: วิฑูรย์การปก.
- ชูศรี วงศ์รัตน. (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 12)*. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิงอินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). *การจัดการเรียนรู้แนวใหม่: ทฤษฎี แนวปฏิบัติ และผลการวิจัย*. นนทบุรี: สหมิตรฟรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยสารคาม.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NTCM: Principles and standards for school mathematics ในปี ค.ศ. 2000. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)*, 28(108), 14-22.
- ทิศนา ขัมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 15)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- พัชรีย์ กาทำมา. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เน้นทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสามเหลี่ยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2547). การประเมินผลทักษะ/ กระบวนการคณิตศาสตร์ ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 137-153. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- พิชิต ฤทธิเจริญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้าส์ ออฟ เคอร์รี่มีส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พ.ว.) จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้สู่การวิจัยในชั้นเรียน. ใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, สุวัฒนา อุทัยรัตน์, และ กมลพร บัณฑิตยานนท์ (บรรณาธิการ), แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับครูมัธยมเพื่อการปฏิรูปการศึกษา (หน้า 258). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวความคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2537). การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ.

- มันตกานท์ โคตรชาติ. (2545). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และการสอนแบบร่วมมือกัน
เรียนรู้. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิต
วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2543). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กับการสอนคณิตศาสตร์.
วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท), 28(10), 24-31.
- รดาวัลย์ น้อยเสนา. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill ที่เน้นทักษะการคิด
วิเคราะห์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism). วารสารสถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท), 26(101), 7-12.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทธจร. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เอกสารคำสอนวิชา
410541 (Mathematical skills and processes). ชลบุรี: ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทธจร. (2554). ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน
และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- ศราวุธ สุวรรณวรบุญ. (2554). การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
จำนวนเชิงซ้อนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
สาขาวิชาคณิตศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์รามคำแหง.
- ศิริ แคนสา. (2547). การพัฒนาการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค
ความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและ
การสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สถาบันการส่งเสริมสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สถาบันการส่งเสริมสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2551). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.
- สถาบันการส่งเสริมสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ก). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สถาบันการส่งเสริมสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ข). *การวัดผลประเมินคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556ก). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556ข). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครู.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *แผนพัฒนาการศึกษา ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2540 - 2544*. กรุงเทพฯ: อรรถผลการพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2500). *การจัดการเรียนรู้แบบสร้างองค์ความรู้*. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมนวัตกรรมการเรียนรู้ของครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานการศึกษา และพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สุนีย์ คลัยนิล. (2546). ข้อคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี*, 31(122), 7.

- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- ศุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2551). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2543). เอกถักษณ์ของการสอนและการเขียนข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 5(1), 1-10.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- อมรรณ วีระธรรมโม. (2548). ทฤษฎีการสร้างสรรค์: ดีลาการสอนครูและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน. *วารสารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 4(1), 10-18.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2555). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Alsop, J. K. (1996, February). The effect of mathematics instruction based on constructivism on prospective teachers' conceptual understanding, anxiety and confidence. *Dissertation Abstracts International*. 56(8): 3038-A.
- Brooks, J. G. and Martin G. B. (1993). *The case constructivist classrooms*. New York: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cobb, P. (1994). *Learning mathematics: Constructivist and interactionist theories of mathematical*. Dordrecht; Boston: Kluwer Academic.
- Cook, A. P. (1995). On the creation of constructivist instructional process for selected topics in algebra. *Dissertation Abstracts International*. 55(10): 3124-A.
- Ellis, J. D., and Maxwell, D. E. (1995). *Constructivism*. New Jersey: Prentice-Hall.

- Fosnot, C. T. (1996). *Constructivism : Theory perspectives and practice*. New York: Teacher Collage Press.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Kennedy, L. M., and Tipps, S. (1994). *Guiding children's learning of mathematics* (7th ed.). Belmont, California: Woodworth Publishing.
- Kenneth, T. H. (1996). *Methods and strategies for teaching in secondary and middle school* (3rd ed.). U.S.A.: Longman.
- Lappan, G., and Schram, P. W. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. In *New directions for elementary school mathematics* (pp. 14-30). Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Jonassen, D. H. (1992). Evaluating constructivist learning. In T. M. Duffy & D. H. Jonassen (Eds.), *Constructivism and the technology of instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Virginia: Author.
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Linquist, M. M. (1995). *Helping children learn mathematics* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Suzanne, L. et al. (1996). The role take and holistic scoring rubrics: *Assessing student's mathematical reasoning and communication*. University of California: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Thurber, W. A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary Schools* (3rd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Von Glasersfeld, E. (1991). Introduction. In E. von Glasersfeld (ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. Xiii-xx. Dordrecht). The Natherlands: Kluwer Academic.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The developmental of higher psychological processes.*

In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Suberman (Eds.), *The developmental of higher psychological processes* (pp. 84-91). London: Harvard University Press.

Wade, E. G. (1995). A study of the effects of a constructivist-based mathematics problem solving instructional program on the attitudes, self-confidence and achievement of post fifth-grade students (Constructivist). *Dissertation Abstracts International*. 51(11). 3411-A.

Wilson, J. W. (1971). Evaluation of learning in secondary school mathematics. In B. S. Bloom (Ed.), *Handbook on formative and summative evaluation of student learning* (pp. 643-696). USA: McGraw Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อารีรักษ์ ชัยวร อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.คมสัน ตริไพบูลย์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์เกียรติศักดิ์ มั่นจิตร ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเบญจราชรังสฤษฎ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
4. อาจารย์สุจินต์ ชลิตตาภรณ์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี
5. อาจารย์สุพัตรา จ้อยเจริญ ตำแหน่ง ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎ์
จังหวัดฉะเชิงเทรา

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๑๗

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๘ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำขอโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธราทิศย์ เกตุหอม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผศ.ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๓๔๓๒๒๖๕

(ถ้าเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑๔๘๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธราทิศย์ เกตุหอม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออนุญาตความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๒๕ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๖ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผศ.ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๓๔๓๒๒๖๕

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/๑๔๘๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๓ สิงหาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายธราทิพย์ เกตุหอม นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๐ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ – ๒๕ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผศ.ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๔-๓๔๓๒๒๖๕

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
- แนวทางคำตอบไขกิจกรรมของตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
- แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- แนวทางคำตอบแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง
- เฉลยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	รหัสวิชา ค 31101	กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2558
เรื่อง จำนวนจริง		เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดง จำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

มฐ. ค 1.1 ม.4-6/1 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริง

มฐ. ค 6.1 ม.4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ ได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อนักเรียนจบบทเรียนนักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

1. บอกได้ว่าจำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ
2. บอกความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. เขียนอธิบายได้ว่าจำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ
2. เขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ในระบบจำนวนจริงได้

ด้านคุณลักษณะ

1. มีความรับผิดชอบ
2. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กำหนดให้ Q แทนเซตของจำนวนตรรกยะ จะได้

$$Q = \{x \mid x = \frac{p}{q} \text{ เมื่อ } p, q \in I \text{ และ } q \neq 0\}$$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กำหนดให้ Q' แทนเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้

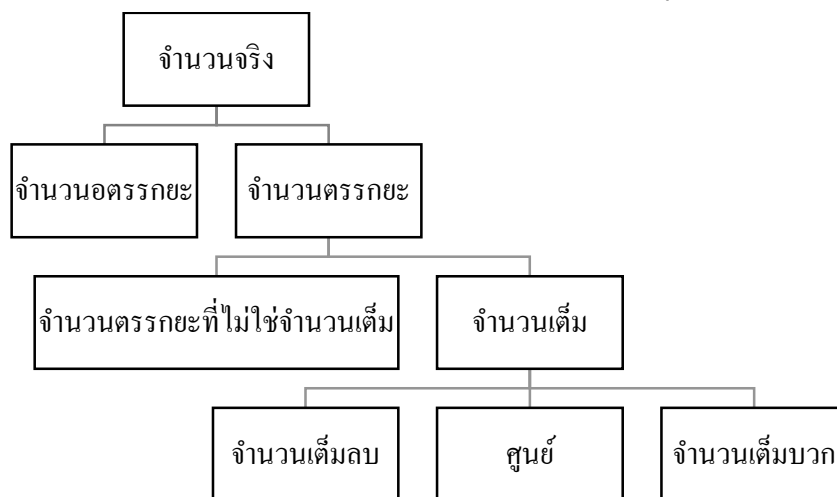
$$Q' = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม}\}$$

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า **เซตของจำนวนจริง**

กำหนดให้ R แทนเซตของจำนวนจริง จะได้

$$R = Q \cup Q'$$

แผนผังจำนวนจริงแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ



สาระการเรียนรู้

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กำหนดให้ Q แทนเซตของจำนวนตรรกยะ จะได้

$$Q = \{x \mid x = \frac{p}{q} \text{ เมื่อ } p, q \in I \text{ และ } q \neq 0\}$$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กำหนดให้ Q' แทนเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้

$$Q' = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม}\}$$

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า **เซตของจำนวนจริง**

กำหนดให้ R แทนเซตของจำนวนจริง จะได้

$$R = Q \cup Q'$$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตั้งความสนใจและความรู้เดิม

1. ครูแจ้งจุดประสงค์ให้นักเรียนทราบ
2. ครูให้นักเรียนพิจารณาจำนวนสองจำนวนดังต่อไปนี้ ได้แก่ 0.3 กับ $0.3333 \dots$ และ $1.525252 \dots$ กับ $0.15\dot{2}$ จากนั้นครูถามนักเรียนว่า จำนวนสองจำนวนมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบ เท่ากัน เพราะ 0.3 ซ้ำ 3 จึงสามารถเขียนได้ว่า $0.3 = 0.333 \dots$ และ $0.15\dot{2}$ ซ้ำ 52 จึงสามารถเขียนได้ว่า $0.15\dot{2} = 0.1525252 \dots$) และเรียกจำนวนสองจำนวนนี้ว่าอย่างไร (ตอบ ทศนิยมซ้ำ)
3. ครูและนักเรียนช่วยกันหาคำตอบของตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 โดยใช้คำถามว่า ทศนิยมซ้ำที่กำหนดให้สามารถเปลี่ยนเป็นรูปเศษส่วนได้หรือไม่ อย่างไร (ได้ คือ $0.3 = \frac{3}{10}$ และ $0.15\dot{2} = \frac{151}{990}$)
4. ครูถามนักเรียนว่า จำนวน 0.15 เป็นทศนิยมซ้ำหรือไม่ เพราะเหตุใด (ตอบ เป็นทศนิยมซ้ำ เพราะ $1.25 = 1.2500000000 \dots$ ซ้ำที่ศูนย์แต่ไม่นิยมเขียน)
5. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างทศนิยมไม่ซ้ำ เช่น $0.35135632 \dots$ และ $0.10110111000110 \dots$ แล้วครูถามนักเรียนว่า สามารถเขียนในรูปเศษส่วนเหมือนทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ (ตอบ ไม่ได้)

ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่

ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้

6. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน โดยลดความสามารถทางการเรียน หนึ่งกลุ่มประกอบไปด้วย เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำนวนจริง โดยครูคอยสังเกตและแนะนำเมื่อนักเรียนมีคำถามหรือข้อสงสัย

ขั้นสร้างความรู้

8. จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำนวนจริง ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ ดังนี้

8.1 จำนวนเต็มประกอบด้วยจำนวนใดบ้าง

ตอบ จำนวนเต็ม ประกอบด้วย จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์

8.2 กลุ่มใดบ้างที่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็น

ศูนย์

ตอบ กลุ่มที่ 1 ถึง 6

8.3 กลุ่มใดบ้างที่ไม่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้

ตอบ กลุ่ม 7 และ 8

8.4 จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะมีความหมายว่าอย่างไร และกลุ่มใดที่บ้างเป็นจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ

ตอบ จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์ ประกอบไปด้วย กลุ่ม 1 ถึง 6

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้ ประกอบไปด้วย กลุ่ม 7 และ 8

8.5 จำนวนตรรกยะแบ่งออกเป็นจำนวนใดบ้าง และประกอบด้วยกลุ่มใด

ตอบ จำนวนตรรกยะ แบ่งออกเป็น

1. จำนวนเต็ม ประกอบด้วยกลุ่มที่ 1-4

2. จำนวนตรรกยะที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ประกอบด้วยกลุ่มที่ 5 และ 6

8.6 จำนวนจริง จำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตอบ ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า จำนวนจริง

9. นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำนวนจริง เกี่ยวกับจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ พร้อมทั้งเขียนอธิบายแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง

ขั้นตรวจสอบความรู้

10. ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำนวนจริง ของกลุ่มคนประมาณ 2-3 กลุ่ม จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า กลุ่มที่ออกมานำเสนอหน้าชั้นสรุปเกี่ยวกับเรื่อง จำนวนจริงมีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร หรือความคิดเห็นต่างกันหรือไม่ อย่างไร

11. ครูและนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันสรุปความรู้ใหม่จากการนำเสนอของแต่ละกลุ่ม โดยครูใช้คำถาม ดังนี้

11.1 ความหมายของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะว่าอย่างไร

11.2 จำนวนจริง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ มีความสัมพันธ์อย่างไร

11.3 ความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริงเป็นอย่างไร และให้นำมาเขียนแผนผังแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในระบบจำนวนจริง

ขั้นนำความรู้ไปใช้

12. ให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะ 1 เรื่อง จำนวนจริง ในระหว่างนักเรียนทำแบบฝึกทักษะครูคอยสังเกตและแนะนำข้อที่นักเรียนสงสัยหรือมีคำถาม

ขั้นประเมินความรู้

13. ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจแบบฝึกทักษะ 1 เรื่อง จำนวนจริง โดยนักเรียนคนที่ตรวจเขียนชื่อ-นามสกุล เลขที่กำกับ จากนั้นครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน เพื่อให้ นักเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเอง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง จำนวนจริง
2. แบบฝึกทักษะ 1 เรื่อง จำนวนจริง

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. บอกได้ว่าจำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ 2. บอกความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริงได้	ตรวจ แบบฝึกทักษะ 1	แบบฝึกทักษะ 1	ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. เขียนอธิบายได้ว่าจำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ 2. เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนจริงได้	ตรวจ แบบฝึกทักษะ 1	แบบฝึกทักษะ 1	ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ 1. มีความรับผิดชอบ 2. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

บันทึกหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการสอน

นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริง ทำให้นักเรียนแต่ละคนสามารถนำเสนอแนวคิดภายในกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดซึ่งกันและกัน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความรู้ และแนวคิดผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ของตนเองได้ เมื่อนักเรียนสามารถสร้างความรู้ของตนเองได้แล้ว จากนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันสรุปอีกครั้งเพื่อตรวจความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นให้ถูกต้อง และให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกทักษะที่เตรียมไว้ ซึ่งครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน เพื่อให้ นักเรียนรู้ข้อผิดพลาดของตนเอง

2. ปัญหาและอุปสรรค

นักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ และนักเรียนยังไม่สามารถอธิบายความรู้ผ่านการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้ เวลาในการสร้างความรู้มีน้อยเกินไป ทำให้นักเรียนบางกลุ่มยังสร้างความรู้ได้ไม่สมบูรณ์

3. ข้อเสนอแนะ แนวทางแก้ไข

ครูควรใช้คำถามกระตุ้นหรือใช้สถานการณ์ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ พร้อมกับครูควรอธิบายวิธีการเขียน โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์อย่างละเอียด และควรเพิ่มเวลา การสร้างความรู้

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง จำนวนจริง

ชื่อกลุ่ม			
สมาชิกกลุ่ม	1)	เลขที่	ชั้น
	2)	เลขที่	ชั้น
	3)	เลขที่	ชั้น
	4)	เลขที่	ชั้น
	5)	เลขที่	ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สมบูรณ์

กำหนดให้

กลุ่มที่ 1 เซตของจำนวนเต็มบวก (I^+) เช่น $\{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$

กลุ่มที่ 2 เซตของจำนวนเต็มลบ (I^-) เช่น $\{-1, -2, -3, -4, -5, \dots\}$

กลุ่มที่ 3 เซตของศูนย์ เช่น $\{0\}$

กลุ่มที่ 4 เซตของจำนวนเต็ม (I) เช่น $\{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน เช่น $\frac{1}{2}, -\frac{4}{5}, \frac{11}{8}, -\frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ เช่น $0.1, 0.05, 0.\dot{3}, 0.\dot{1}2\dot{3}, 0.1\dot{5}2$

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ เช่น $0.35335355 \dots, 1.25436 \dots, 1.4152 \dots$

กลุ่มที่ 8 กรณฑ์ที่สอง เช่น $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{6}, \sqrt{7}, \sqrt{8}, \sqrt{10}$

จากข้างบนลองสังเกตซิว่า

เซตของจำนวนเต็ม ประกอบด้วยจำนวนอะไรบ้าง

1. ศูนย์

2.

..... 3.

1. ให้นักเรียนนำกลุ่มที่ 1-8 มาเขียนใหม่ให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้หรือไม่ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

กลุ่มที่ 1 เซตของจำนวนเต็มบวก

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\left\{\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{4}{1}, \frac{5}{1}, \dots\right\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 2 เซตของจำนวนเต็มลบ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น สมาชิกที่

เป็นตัวส่วนเป็น จะได้ว่า

กลุ่มที่ 3 เซตของศูนย์

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น สมาชิกที่

เป็นตัวส่วนเป็น จะได้ว่า

กลุ่มที่ 4 ของจำนวนเต็ม

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น สมาชิกที่

เป็นตัวส่วนเป็น จะได้ว่า

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\frac{1}{2}, \frac{4}{5}, \frac{11}{8}, \frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\frac{1}{10}, \frac{5}{100}, \frac{3}{9}, \frac{123}{999}, \frac{151}{990}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ไม่ได้

เพราะ สมบัติของทศนิยมไม่ซ้ำ คือ $0.35335355 \dots, 1.25436 \dots, 1.4152 \dots$

..... ซึ่งไม่เป็นจำนวนเต็ม และไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้

..... จะได้ว่า ไม่สามารถเขียนอยู่รูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กลุ่มที่ 8 กรณีที่สอง

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม.....

เพราะ สมบัติของกรณีที่สอง คือ

..... จะได้ว่า

..... จากกลุ่มที่ 1-8 จะได้ว่า

..... กลุ่มใดที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

.....

..... กลุ่มใดที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

.....

นักเรียนสามารถจัดประเภทของกลุ่ม 1-8 ใหม่ ได้ดังนี้

ประเภท 1 จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูป.....

ประกอบด้วย กลุ่มที่.....

ประเภท 2 จำนวนที่ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูป.....

ประกอบด้วย กลุ่มที่.....

รู้ใหม่ว่า

ประเภท 1 เรียกว่า จำนวนตรรกยะ เขียนแทนเซตจำนวนตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q

ประเภท 2 เรียก จำนวนอตรรกยะ เขียนแทนเซตจำนวนอตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q'

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า เซตของจำนวน

จริง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ R

2. ให้นักเรียนสรุปความหมายของจำนวนต่อไป พร้อมกับเขียนเซตของจำนวน

จำนวนตรรกยะ คือ.....

.....

กำหนดให้ Q แทนเซตของจำนวนตรรกยะ จะได้

$$Q = \left\{ x \mid x = \frac{a}{b} \text{ เมื่อ } a, b \text{ เป็น } \dots \dots \dots \text{ และ } b \dots \dots \dots \right\}$$

จำนวนอตรรกยะ คือ.....

.....

กำหนดให้ Q' แทนเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้

$$Q' = \{x \mid x \text{ เป็นจำนวนที่ } \dots\dots\dots\}$$

จำนวนจริง ประกอบด้วย $\dots\dots\dots$

กำหนดให้ R แทน

เซตของจำนวนจริง จะได้

$$R = \dots\dots\dots \cup \dots\dots\dots$$



1. จาก $R = \dots\dots\dots \cup \dots\dots\dots$

และ อินเตอร์เซกชันของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้ว่า

$$\dots\dots\dots = Q \cap Q'$$

หมายความว่า ไม่มีจำนวนใดเป็นทั้งจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

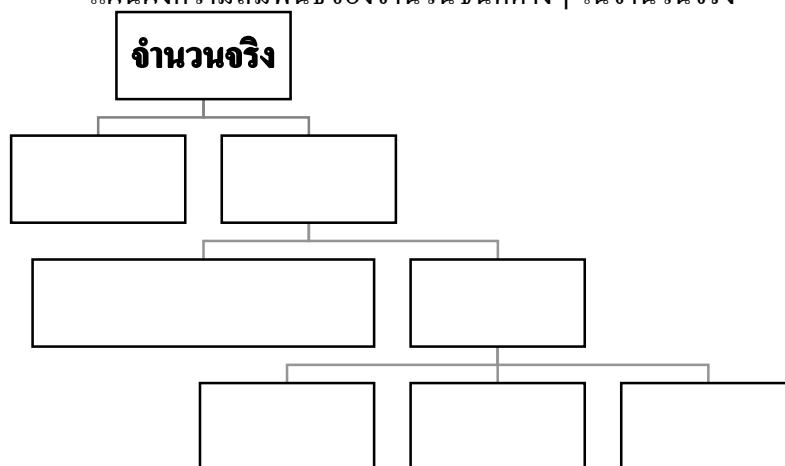
2. จำนวนตรรกยะ แบ่งออกเป็น

2.1 จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ $\dots\dots\dots$

2.2 จำนวนตรรกยะที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ $\dots\dots\dots$

3. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนจริง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง





จำนวนต่อไปนี้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ

1. π เป็น เพราะ

.....

2. $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}}$ เป็น เพราะ

.....

แบบฝึกทักษะที่ 1

เรื่อง จำนวนจริง

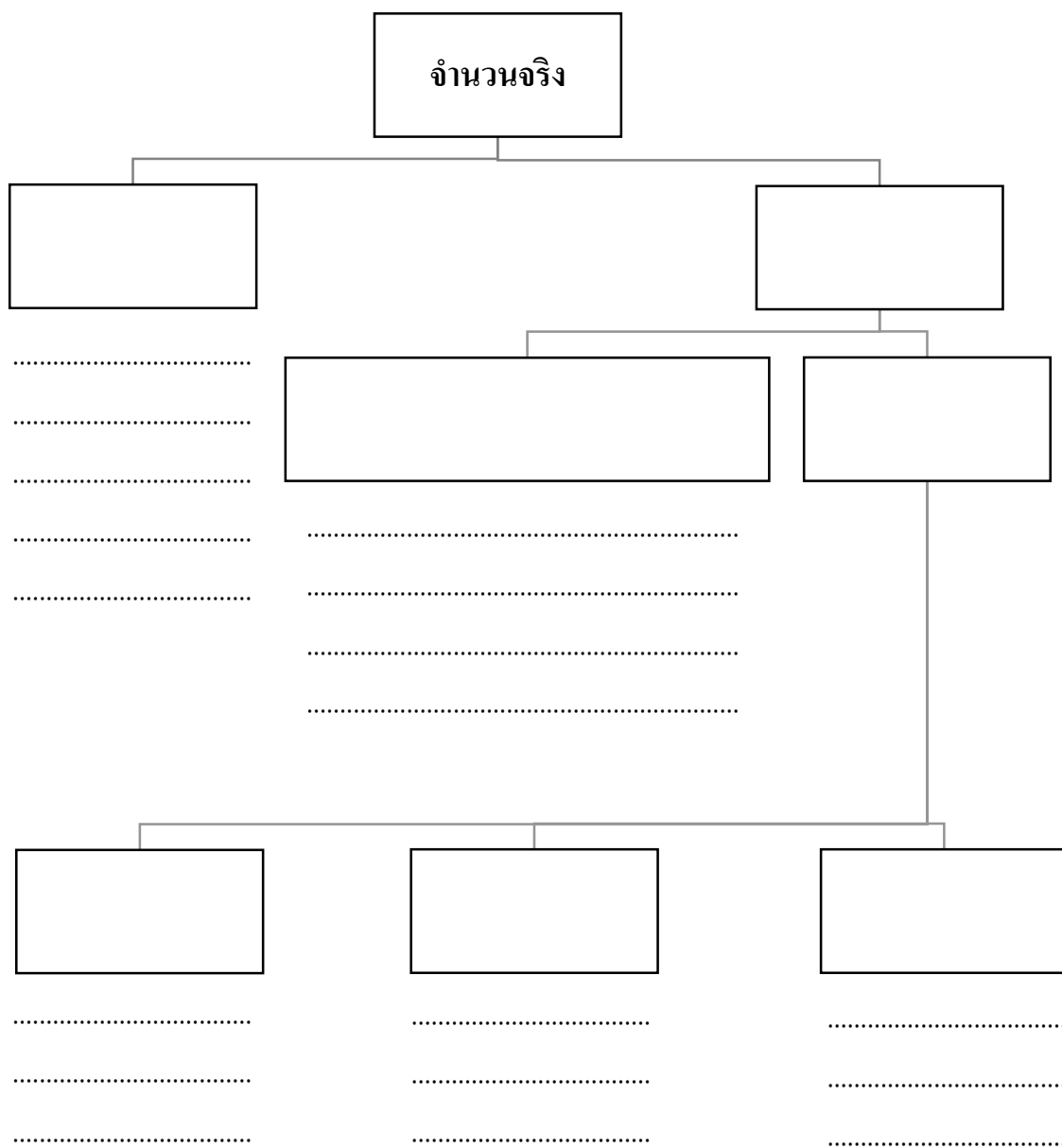
คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้อง

1. ให้พิจารณาจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

จำนวน	จำนวนตรรกยะ/ จำนวนอตรรกยะ	เหตุผล
$\frac{8\pi}{2\pi}$		
0.12		
1.123556598...		
$\frac{1 + \sqrt{2}}{3}$		
$\frac{15}{3}$		
-100		
$-\sqrt{4}$		
3.14		
$\frac{0}{10}$		
$\frac{\pi}{2}$		

2. ให้เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่าง ๆ ในจำนวนจริง แล้วนำจำนวนที่กำหนดให้ จากข้อ 1 มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่าง ๆ ในจำนวนจริง



แบบบันทึกการสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์รายบุคคลวิชาคณิตศาสตร์

ลำดับ ที่	ชื่อ – สกุล	หัวข้อการประเมิน							
		ความรับผิดชอบ				การมีส่วนร่วม			
		4	3	2	1	4	3	2	1

ความรับผิดชอบ คือ การเข้าเรียน การส่งงาน

การทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ คือ การทำงานกลุ่มและงานเดี่ยว การร่วมแสดงความคิดเห็น การนำเสนอ
ทั้งในและหน้าชั้นเรียน

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	- พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ควรปรับปรุง	- ไม่ค่อยปฏิบัติ	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	13-16 คะแนน
ดี	9-12 คะแนน
พอใช้	8-11 คะแนน
ต้องปรับปรุง	4-7 คะแนน

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง จำนวนจำนวนจริง

ชื่อกลุ่ม		
สมาชิกกลุ่ม	1)	เลขที่	ชั้น
	2)	เลขที่	ชั้น
	3)	เลขที่	ชั้น
	4)	เลขที่	ชั้น
	5)	เลขที่	ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สมบูรณ์

กำหนดให้

กลุ่มที่ 1 เซตของจำนวนเต็มบวก (I^+) เช่น $\{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$

กลุ่มที่ 2 เซตของจำนวนเต็มลบ (I^-) เช่น $\{-1, -2, -3, -4, -5, \dots\}$

กลุ่มที่ 3 เซตของศูนย์ เช่น $\{0\}$

กลุ่มที่ 4 เซตของจำนวนเต็ม (I) เช่น $\{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน เช่น $\frac{1}{2}, -\frac{4}{5}, \frac{11}{8}, -\frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ เช่น $0.1, 0.05, 0.\dot{3}, 0.\dot{1}2\dot{3}, 0.1\dot{5}2$

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ เช่น $0.35335355 \dots, 1.25436 \dots, 1.4152 \dots$

กลุ่มที่ 8 กรณฑ์ที่สอง เช่น $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{6}, \sqrt{7}, \sqrt{8}, \sqrt{10}$

จากข้างบนลองสังเกตซิว่า

เซตของจำนวนเต็ม ประกอบด้วยจำนวนอะไรบ้าง

1. จำนวนเต็มบวก 2.

จำนวนเต็มลบ 3. ศูนย์

.....

.....

1. ให้นักเรียนนำกลุ่มที่ 1-8 มาเขียนใหม่ให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้หรือไม่ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

กลุ่มที่ 1 เขตของจำนวนเต็มบวก

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้

$$\left\{ \frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{4}{1}, \frac{5}{1}, \dots \right\}$$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 2 เขตของจำนวนเต็มลบ

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้

$$\left\{ -\frac{1}{1}, -\frac{2}{1}, -\frac{3}{1}, -\frac{4}{1}, -\frac{5}{1}, \dots \right\}$$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 3 เขตของศูนย์

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\left\{ \frac{0}{1} \right\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 4 เขตของจำนวนเต็ม

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\left\{ -\frac{2}{1}, -\frac{1}{1}, \frac{0}{1}, \frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \dots \right\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ดังนี้ $\frac{1}{2}, \frac{4}{5}, \frac{11}{8}, \frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\frac{1}{10}, \frac{5}{100}, \frac{3}{9}, \frac{123}{999}, \frac{151}{990}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็นจำนวนเต็ม.....

..... สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์.....

..... จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์.....

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ไม่ได้.....

เพราะ สมาชิกของเซตทศนิยมไม่ซ้ำ คือ $0.35335355 \dots, 1.25436 \dots, 1.4152 \dots$

..... ไม่เป็นจำนวนเต็ม และไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้หรือ
ทศนิยมซ้ำได้ จะได้ว่า ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้.....

กลุ่มที่ 8 กรณฑ์ที่สอง

สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ไม่ได้.....

เพราะ สมาชิกของกรณฑ์ที่สอง คือ $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{6}, \sqrt{7}, \sqrt{8}, \sqrt{10}, \dots$ ไม่เป็น
จำนวนเต็ม และไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้หรือทศนิยมซ้ำได้.....

..... จะได้ว่า ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้.....

จากกลุ่มที่ 1-8 จะได้ว่า

กลุ่มใดที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

..... กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6.....

กลุ่มใดที่ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้

..... กลุ่มที่ 7, 8.....

นักเรียนสามารถจัดประเภทของกลุ่ม 1-8 ใหม่ ได้ดังนี้

ประเภท 1 จำนวนที่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ เศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่
เป็นศูนย์

..... ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6.....

ประเภท 2 จำนวนที่ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ เศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยม
ซ้ำได้ ประกอบด้วย กลุ่มที่ 7, 8.....



ประเภท 1 เรียกว่า จำนวนตรรกยะ เขียนแทนเซตของจำนวนตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q

ประเภท 2 เรียก จำนวนอตรรกยะ เขียนแทนเซตของจำนวนอตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q'

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า เซตของจำนวนจริง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ R

2. ให้นักเรียนสรุปความหมายของจำนวนต่อไป พร้อมกับเขียนเซตของจำนวน

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กำหนดให้ Q แทนเซตของจำนวนตรรกยะ จะได้

$$Q = \{x \mid x = \frac{a}{b} \text{ เมื่อ } a, b \text{ เป็น จำนวนเต็ม และ } b \text{ ไม่เป็นศูนย์}\}$$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กำหนดให้ Q' แทนเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้

$$Q' = \{x \mid x \text{ ไม่เป็นจำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม}\}$$

จำนวนจริง ประกอบด้วย จำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ

กำหนดให้ R แทนเซตของจำนวนจริง จะได้

$$R = Q \cup Q'$$

สะกิดให้คิด

1. จาก $R = Q \cup Q'$

และ อินเตอร์เซกชันของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้ว่า

$$\phi = Q \cap Q'$$

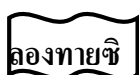
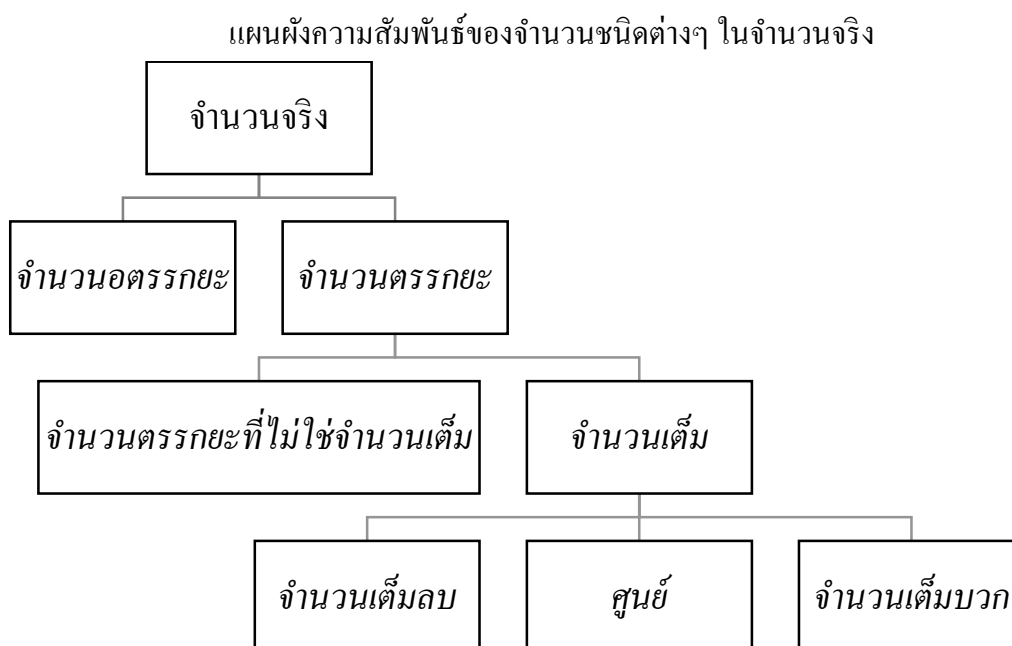
หมายความว่า ไม่มีจำนวนใดเป็นทั้งจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

2. จำนวนตรรกยะ แบ่งออกเป็น

2.1 จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4

2.2 จำนวนตรรกยะที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 5, 6

3. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนจริง



จำนวนต่อไปนี้เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ

1. π เป็น จำนวนอตรรกยะ..... เพราะ ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้.....

2. $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}}$ เป็น จำนวนตรรกยะ..... เพราะ $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{1}$

ดังนั้น $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{1}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์.....

เฉลยแบบฝึกทักษะที่ 1

เรื่อง จำนวนตรรกยะและอตรรกยะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้อง

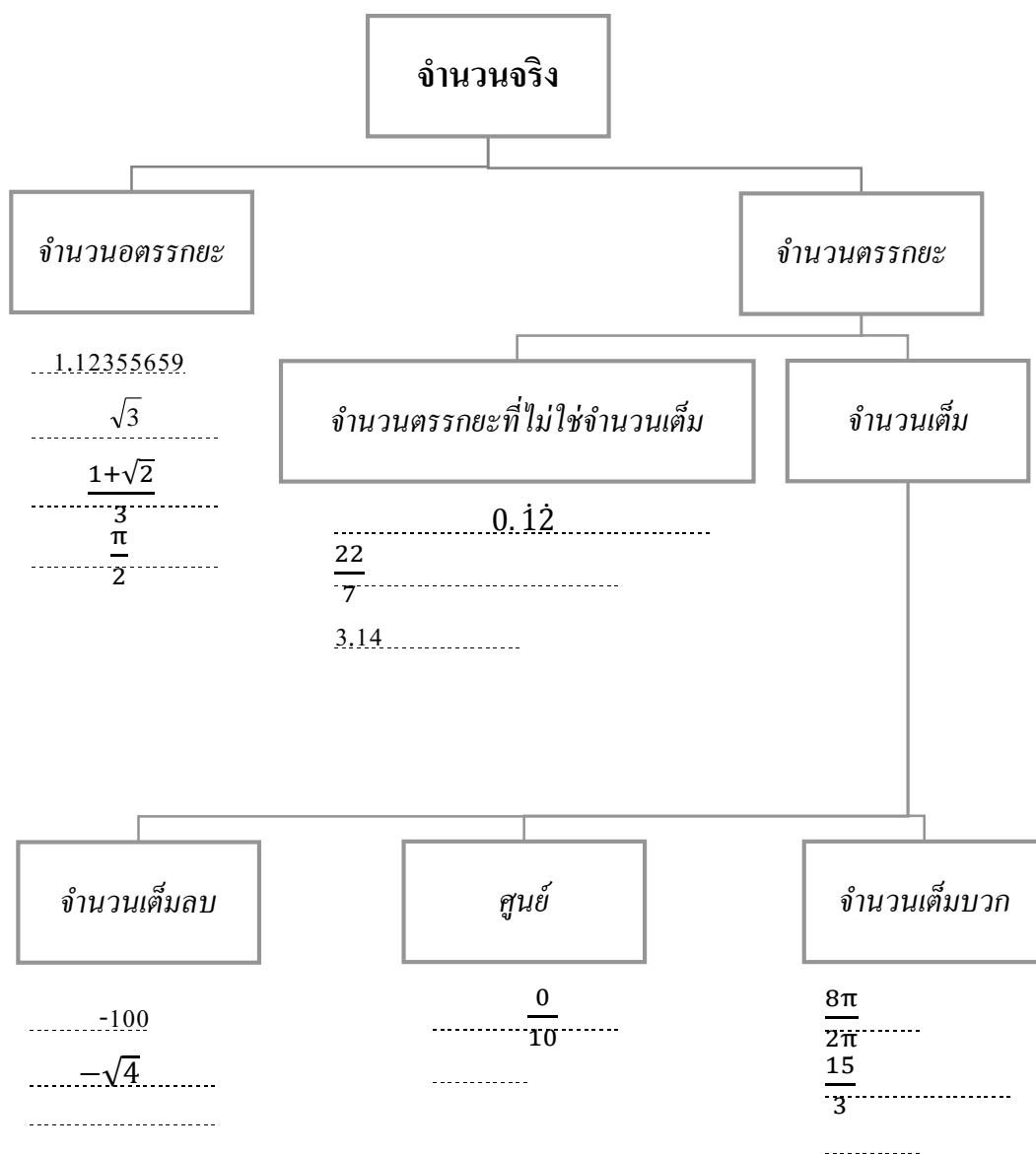
1. ให้พิจารณาจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้ว่าเป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

จำนวน	จำนวนตรรกยะ/ จำนวนอตรรกยะ	เหตุผล
$\frac{8\pi}{2\pi}$	จำนวนตรรกยะ	$\frac{8\pi}{2\pi} = \frac{4}{1}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
0.12	จำนวนตรรกยะ	$0.12 = \frac{12}{99}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
1.123556598...	จำนวนอตรรกยะ	1.123556598... ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\frac{22}{7}$	จำนวนตรรกยะ	$\frac{22}{7}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\sqrt{3}$	จำนวนอตรรกยะ	$\sqrt{3}$ ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\frac{1+\sqrt{2}}{3}$	จำนวนอตรรกยะ	$\frac{1+\sqrt{2}}{3}$ ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\frac{15}{3}$	จำนวนตรรกยะ	$\frac{15}{3} = 5$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
-100	จำนวนตรรกยะ	-100 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้

$-\sqrt{4}$	จำนวนตรรกยะ	$-\sqrt{4} = -2$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
3.14	จำนวนตรรกยะ	$3.14 = \frac{314}{100}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\frac{0}{10}$	จำนวนตรรกยะ	$\frac{0}{10} = 0$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้
$\frac{\pi}{2}$	จำนวนอตรรกยะ	$\frac{\pi}{2}$ ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มหรือทศนิยมซ้ำได้

2. ให้เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่าง ๆ ในจำนวนจริง แล้วนำจำนวนที่กำหนดให้ จากข้อ 1 มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่าง ๆ ในจำนวนจริง



แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
เรื่อง จำนวนจริง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง จงเขียนอธิบายคำตอบให้ถูกต้อง

1. จงพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ เพราะเหตุใด

1) $\frac{2\pi}{7}$

2) 0.121212...

.....

.....

.....

.....

2. จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ

$$3(x - 1) - 1 = 5$$

.....

.....

.....

.....

.....

3. กำหนดให้ $A = \{0, -1\}$ จงพิจารณาว่าเซต A มีสมบัติการมีเอกลักษณ์การบวกและการมีอินเวอร์สการคูณหรือไม่ ถ้ามีสมบัติดังกล่าวให้แสดงกรณีที่เกิดขึ้น แต่ถ้าไม่มีสมบัติดังกล่าวให้ยกตัวอย่างค้าน

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงหาค่าของ x จากอสมการที่กำหนดให้ พร้อมอธิบายสมบัติการไม่เท่ากันที่ใช้ในการแก้
อสมการ

$$1 - 3x < 5$$

.....

.....

.....

.....

.....

5 . ให้บอกช่วงจากเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน

$$\{x \mid x \leq -2 \text{ หรือ } 0 < x \leq 2\}$$

.....

.....

.....

แสดงคำตอบบนเส้นจำนวน

6. จงหาคำตอบของอสมการค่าสัมบูรณ์ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน

$$|2x + 6| < 10$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แสดงคำตอบบนเส้นจำนวน

แนวการตอบแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
เรื่อง จำนวนจริง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง จงเขียนอธิบายคำตอบให้ถูกต้อง

1. จงพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ เพราะเหตุใด

1) $\frac{2\pi}{7}$

2) 0.121212...

เฉลย

1) $\frac{2\pi}{7}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ เพราะ 2π ไม่เป็นจำนวนเต็ม

จึงได้ว่า $\frac{2\pi}{7}$ ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

2) 0.121212... เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะ $0.121212... = 0.\overline{12}$ เป็นทศนิยมซ้ำ

2. จงหาค่าของ x จากสมการที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกสมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริงที่ใช้ในการแก้สมการ

$$3(x - 1) - 1 = 5$$

เฉลย

$$3(x - 1) - 1 = 5$$

$$3x - 3 - 1 = 5 \quad (\text{สมบัติการแจกแจง})$$

$$3x - 4 = 5$$

$$3x - 4 + 4 = 5 + 4 \quad (\text{สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$3x = 9$$

$$3x \times \frac{1}{3} = 9 \times \frac{1}{3} \quad (\text{สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน})$$

$$x = 3$$

ดังนั้น $x = 3$

3. กำหนดให้ $A = \{0, -1\}$ จงพิจารณาว่าเซต A มีสมบัติการมีเอกลักษณ์การบวกและการมีอินเวอร์สการคูณหรือไม่ ถ้ามีสมบัติดังกล่าวให้แสดงกรณีที่เกิดขึ้น แต่ถ้าไม่มีสมบัติดังกล่าวให้ยกตัวอย่างค้าน

เฉลย

$$A = \{0, -1\}$$

เซต A มีสมบัติการมีเอกลักษณ์การบวก เพราะ สมบัติการมีเอกลักษณ์การบวก $a + 0 = a = 0 + a$ มี 0 เป็นเอกลักษณ์การบวก ซึ่ง $0 + 0 = 0, -1 + 0 = -1$

เซต A ไม่มีสมบัติการมีอินเวอร์สการคูณ เพราะ 0 ไม่มีอินเวอร์สการคูณ

4. จงหาค่าของ x จากอสมการที่กำหนดให้ พร้อมอธิบายสมบัติการไม่เท่ากันที่ใช้ในการแก้ อสมการ

$$1 - 3x < 5$$

เฉลย

$$1 - 3x < 5$$

$$1 - 3x + 1 < 5 + 1 \quad (\text{สมบัติการบวกด้วยจำนวนเท่ากัน})$$

$$-3x < 6$$

$$-3x \times \left(-\frac{1}{3}\right) > 6 \times \left(-\frac{1}{3}\right) \quad (\text{สมบัติการคูณด้วยจำนวนเท่ากันที่จำนวนน้อยกว่าศูนย์})$$

$$x > 2$$

$$\text{ดังนั้น } x > 2$$

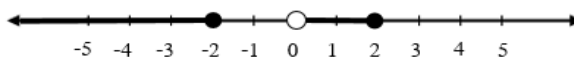
5. ให้บอกช่วงจากเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน

$$\{x \mid x \leq -2 \text{ หรือ } 0 < x \leq 2\}$$

เฉลย

$$\{x \mid x \leq -2 \cup x \leq 2\} = (-\infty, -2] \cup (0, 2]$$

เขียนบนเส้นจำนวน



6. จงหาคำตอบของอสมการค่าสัมบูรณ์ต่อไปนี้ พร้อมนำมาเขียนแสดงบนเส้นจำนวน

$$|2x + 6| < 10$$

เฉลย

$$\dots\dots\dots |2x + 6| < 10 \quad \text{หมายความว่า} \quad \dots\dots\dots -10$$

$$\dots\dots\dots < 2x + 6 \quad \dots\dots\dots < \quad 10$$

$$\dots\dots\dots -10 + (-6) \dots\dots\dots < \quad 2x + 6 + (-6) \dots\dots\dots < \quad 10 + (-6)$$

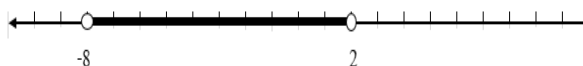
$$\dots\dots\dots -16 \dots\dots\dots < \quad 2x \dots\dots\dots < \quad 4$$

$$\dots\dots\dots -16 \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots < \quad 2x \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots < \quad 4 \times \frac{1}{2}$$

$$\dots\dots\dots -8 \dots\dots\dots < \quad x \dots\dots\dots < \quad 2$$

$\dots\dots\dots$ ดังนั้น เซตคำตอบของ $|2x + 6| = 10$ คือ $\{x | -8 < x < 2\}$ หรือ $(-8, 2)$

เขียนบนเส้นจำนวน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด

- ก. จำนวนตรรกยะไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มลบ
- ข. จำนวนอตรรกยะสามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มลบ
- ค. จำนวนตรรกยะไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้
- ง. จำนวนอตรรกยะไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจำนวนตรรกยะ

- ก. 0.11011101...
- ข. 0.121212...
- ค. $\frac{\sqrt{3}}{7}$
- ง. 0.123568...

3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

- ก. ทศนิยมซ้ำเป็นจำนวนอตรรกยะ
- ข. ทศนิยมไม่ซ้ำเป็นจำนวนตรรกยะ
- ค. ผลคูณของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะเป็นจำนวนตรรกยะ
- ง. ผลบวกของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะเป็นจำนวนตรรกยะ

4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- a) ถ้า x เป็นจำนวนอตรรกยะใดๆ แล้ว x^2 เป็นจำนวนตรรกยะเสมอ
- b) ถ้า x เป็นจำนวนอตรรกยะแล้ว $\sqrt{|x|}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ

ข้อใดถูกต้อง

- ก. a และ b ถูก
- ข. a และ b ผิด
- ค. a ถูก แต่ b ผิด
- ง. a ผิด แต่ b ถูก

5. ข้อใด ไม่ใช่ สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง

- ก. สมบัติการสลับที่
- ข. สมบัติการสมมาตร
- ค. สมบัติการสะท้อน
- ง. สมบัติการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน

6. กำหนดให้

$x + 3$	$=$	1	
$x + 3 - 3$	$=$	$1 - 3$	----- ①
$x + 0$	$=$	-2	----- ②
x	$=$	-2	----- ③

การแก้สมการข้างต้นข้อ ① เป็นจริงตามสมบัติข้อใด

ก. สมบัติการมีเอกลักษณ์การบวก ข. สมบัติปิดการบวก

ค. สมบัติการมีอินเวอร์สการบวก ง. สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน

7. ข้อใดเป็นสมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ

ก. สมบัติปิด

ข. สมบัติการสมมาตร

ค. สมบัติการถ่ายทอด

ง. สมบัติการสะท้อน

8. ให้ $a \times \frac{1}{a} = 1$ โดยที่ $a \neq 0$ ข้อความที่กำหนดเป็นจริงตามสมบัติข้อใด

ก. การมีอินเวอร์สการบวก

ข. การมีอินเวอร์สการคูณ

ค. การมีเอกลักษณ์การบวก

ง. การมีเอกลักษณ์การคูณ

9. กำหนดให้ $x + 1 = -7$

$$x + 1 + (-1) = -7 + (-1) \text{ ----- ①}$$

$$x + 0 = -8 \text{ ----- ②}$$

$$x = -8 \text{ ----- ③}$$

การแก้สมการข้างต้นข้อ ② เป็นจริงตามสมบัติข้อใด

ก. สมบัติการแจกแจง

ข. สมบัติการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน

ค. สมบัติการมีอินเวอร์สการบวก ง. สมบัติการมีเอกลักษณ์การบวก

10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมบัติการถ่ายทอด

ก. ถ้า $a > b$ และ $b > c$ แล้ว $a > c$

ข. ถ้า $a > b$ และ $a > c$ แล้ว $b > c$

ค. ถ้า $a < b$ และ $a > c$ แล้ว $a + c < b + c$

ง. ถ้า $a > b$ และ $a + b > 0$ แล้ว $b > 0$

11. ข้อใดนำสมบัติการไม่เท่ากันไปใช้ **ไม่ถูกต้อง**

ก. ถ้า $1 > -5$ และ $-5 > -10$ แล้ว $1 > -10$

ข. ถ้า $1 > -2$ แล้ว $1 + (-2) > (-2) + (-2)$

ค. ถ้า $1 > 0$ แล้ว $1 \times 1.5 > 0 \times 0.5$

ง. ถ้า $1 > -3$ แล้ว $1 \times (-1) > -3 \times (-1)$

12. กำหนดให้ $2x - 1 < 7$

$$2x - 1 + 1 < 7 + 1$$

$$2x < 8$$

$$2x \times \frac{1}{2} < 8 \times \frac{1}{2}$$

$$x < 4$$

การแก้สมการข้างต้นเป็นจริงตามสมบัติข้อใดบ้างตามลำดับ

ก. การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันและการมีเอกลักษณ์การบวก

ข. การคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันและการมีอินเวอร์สการคูณ

ค. การคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันและการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากัน

ง. การบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันและการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากัน

13. เซตคำตอบของ $2 \leq 2x + 2 < 6$ คือข้อใด

ก. $\{x \mid 2 < x < 4\}$

ข. $\{x \mid 0 \leq x < 2\}$

ค. $\{x \mid 0 < x < 2\}$

ง. $\{x \mid 2 \leq x < 4\}$

14. เซตของคำตอบ $x + 1 \leq 2$ คือข้อใด

ก. $(-\infty, 1]$

ข. $(-\infty, 2]$

ค. $[1, \infty)$

ง. $[2, \infty)$

15. เซตคำตอบของ $x - 1 > 0$ หรือ $2x + 1 \leq -5$ คือข้อใด

ก. $\{x \mid -3 < x \leq 1\}$

ข. $\{x \mid x \leq 1 \text{ หรือ } x > 3\}$

ค. $\{x \mid -1 < x \leq 3\}$

ง. $\{x \mid x \leq -3 \text{ หรือ } x > 1\}$

16. จงพิจารณาเส้นจำนวน

A แทนเซตของคำตอบบนเส้นจำนวน



B แทนเซตของคำตอบบนเส้นจำนวน



จงหาว่า $A \cap B$ ตรงกับข้อใด

ก. $(-1, 2]$

ข. $[-3, 1)$

ค. $[-1, 2)$

ง. $(-3, \infty)$

17. ช่วงครึ่งปิด $[a, b)$ หมายถึงเซตในข้อใด

ก. $\{x \mid a < x \leq b\}$

ข. $\{x \mid a \leq x < b\}$

ค. $\{x \mid x > a\}$

ง. $\{x \mid x < a\}$

18. ข้อใดมีความหมายตรงกับ “จุดแทน x อยู่ห่างจาก 1 มากกว่า 3 หน่วย”

ก. $|x + 1| > 3$

ข. $|x + 1| < 3$

ค. $|x + 3| > 1$

ง. $|x + 3| < 1$

19. เซตของคำตอบ $|2x + 4| = 6$ คือข้อใด

ก. $\{-1, 5\}$

ข. $\{1, -5\}$

ค. $\{-1, -5\}$

ง. $\{1, 5\}$

20. จากคำตอบของสมการ $|2x - 1| = 5$ จงพิจารณาว่าข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ผลรวมของคำตอบเป็นจำนวนเต็ม

ข. คำตอบทั้งหมดของสมการเป็นจำนวนนับ

ค. ถ้านำ 2 หาคำตอบทั้งหมดของสมการแล้วเป็นจำนวนเต็ม

ง. คำตอบทั้งหมดของสมการมีมากกว่า 2 คำตอบ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ก
2. ข
3. ง
4. ง
5. ก
6. ง
7. ก
8. ข
9. ค
10. ง
11. ง
12. ง
13. ข
14. ก
15. ง
16. ก
17. ข
18. ก
19. ค
20. ก

ภาคผนวก ค

- การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ที่ใช้สอนกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ เรื่อง
จำนวนจริง ที่มีต่อทักษะสื่อสารทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ตารางที่ 15 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
แผนที่ 1 เรื่อง ระบบจำนวนจริง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	3	4	5	5	4	4.20	0.84	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	3	5	5	4	5	4.40	0.89	มาก
5. สาระการเรียนรู้	5	5	4	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นถึงความสนใจ และความรู้เดิม	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยน ความรู้และสร้าง ความรู้ใหม่	4	5	5	4	3	4.20	0.84	มาก
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	5	5	3	5	3	4.60	0.89	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
8. การวัดและประเมินผล								
การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.52	0.61	มากที่สุด

ตารางที่ 16 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
แผนที่ 2 เรื่อง การเท่ากันในระบบจำนวนจริง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4	5	5	5	3	4.40	0.89	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นถึงความสนใจ และความรู้เดิม	3	5	5	4	3	4.00	1.00	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยน ความรู้และสร้าง								มาก
ความรู้ใหม่	4	5	5	4	3	4.20	0.84	มากที่สุด
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	5	5	5	4	3	4.40	1.00	
7. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	4	3	4.20	0.84	มาก
8. การวัดและประเมินผล								
การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.47	0.68	มากที่สุด

ตารางที่ 17 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
 แผนที่ 3 เรื่อง การบวกและการคูณในระบบจำนวนจริง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	5	4	5	5	3	4.40	0.89	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นถึงความสนใจและความรู้เดิม	4	4	5	4	3	4.00	0.71	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยนความรู้และสร้างความรู้ใหม่	4	5	5	4	3	4.20	0.84	มาก
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	5	5	5	5	3	4.60	0.89	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล								
การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.51	0.66	มากที่สุด

ตารางที่ 18 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
แผนที่ 4 เรื่อง การไม่เท่ากัน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สารสำคัญ	4	5	5	5	3	4.40	0.89	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สารการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นถึงความสนใจ และความรู้เดิม	3	4	5	4	3	3.80	0.84	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยน ความรู้และสร้าง ความรู้ใหม่	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	5	5	5	4	4	4.40	0.89	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.49	0.64	มากที่สุด

ตารางที่ 19 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
แผนที่ 5 เรื่อง ช่าง

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	3	5	5	5	5	4.60	0.89	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4	4	5	5	3	4.20	0.84	มาก
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นดึงความสนใจ และความรู้เดิม	3	5	5	4	4	4.20	0.84	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยน ความรู้และสร้าง ความรู้ใหม่	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	5	5	5	4	3	4.40	0.89	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.51	0.66	มากที่สุด

ตารางที่ 20 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ
แผนที่ 6 เรื่อง ค่าสัมบูรณ์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	S	ระดับ ความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	4	5	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3. สาระสำคัญ	4	5	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขึ้นดึงความสนใจ และความรู้เดิม	5	4	5	4	3	4.20	0.84	มาก
6.2 ขึ้นแลกเปลี่ยน ความรู้และสร้าง ความรู้ใหม่	4	5	5	4	3	4.20	0.84	มาก
6.3 ขึ้นนำความรู้ไปใช้	4	5	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.4 ขึ้นประเมินความรู้	4	5	5	4	3	4.20	0.84	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.56	0.54	มากที่สุด

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยการประเมินระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนที่	\bar{X}	S	ระดับความเหมาะสม
1	4.52	0.61	มากที่สุด
2	4.47	0.68	มากที่สุด
3	4.51	0.66	มากที่สุด
4	4.49	0.64	มากที่สุด
5	4.51	0.66	มากที่สุด
6	4.56	0.54	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.51	0.63	มากที่สุด

จากตารางที่ 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51, s = 0.63$)

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
1	+1	+1	0	0	+1	0.60
2	+1	0	+1	+1	+1	0.80
3	+1	+1	+1	+1	0	0.80
4	+1	+1	+1	+1	0	0.80
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	0	0.80

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5	
1	1	1	1	1	1	1.00
2	1	1	1	1	1	1.00
3	0	1	1	1	0	0.60
4	0	1	1	1	0	0.60
5	1	1	1	1	1	1.00
6	1	1	1	1	0	0.80
7	1	1	1	1	1	1.00
8	1	1	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1	0	0.80
10	1	1	1	1	1	1.00
11	1	0	1	1	1	0.80
12	1	1	1	1	0	0.80
13	1	1	1	1	-1	0.60
14	1	0	1	1	1	0.80
15	1	1	1	1	-1	0.60
16	1	1	1	1	-1	0.60
17	1	1	0	1	1	0.80
18	1	1	1	1	-1	0.60
19	1	1	1	1	1	1.00
20	1	0	1	1	0	0.60

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตารางที่ 24 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.71	0.15
2*	0.56	0.32
3	0.71	0.18
4*	0.71	0.22
5	0.61	0.02
6*	0.55	0.25
7*	0.40	0.22
8	0.59	0.12
9	0.79	0.08
10*	0.50	0.24
11*	0.29	0.24
12	0.29	0.23
ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด เท่ากับ 0.95		

หมายเหตุ * ข้อสอบที่คัดลอก เนื่องจากมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนก
ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 25 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.80	0.20
2*	0.72	0.31
3	0.34	0.20
4*	0.72	0.47
5	0.96	0.15
6*	0.44	0.30
7*	0.34	0.24
8	0.26	0.18
9*	0.36	0.25
10	0.44	0.09
11*	0.72	0.45
12	0.80	0.33
13*	0.64	0.43
14	0.96	0.36
15	0.88	0.24
16*	0.78	0.27
17*	0.40	0.42
18	0.50	0.19
19	0.32	0.18
20*	0.78	0.36
21	0.72	0.38
22*	0.22	0.38

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
23	0.92	0.37
24*	0.72	0.46
25*	0.50	0.49
26	0.56	0.57
27*	0.52	0.38
28	0.24	0.06
29	0.44	0.29
30*	0.46	0.53
31	0.66	0.13
32*	0.64	0.38
33	0.62	0.29
34*	0.70	0.36
35	0.52	0.19
36*	0.48	0.50
37	0.24	0.29
38*	0.64	0.42
39*	0.40	0.44
40	0.42	0.03
ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด เท่ากับ 0.82		

หมายเหตุ * ข้อสอบที่คัดลอก เนื่องจากมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ตารางที่ 26 คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)
1	16
2	16
3	16
4	16
5	13
6	15
7	16
8	16
9	15
10	10
11	10
12	15
13	17
14	12
15	16
16	14
17	14
18	9
19	15
20	8
21	14
22	7
23	10
24	8
25	8

ตารางที่ 26 (ต่อ)

คนที่	ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน (คะแนนเต็ม 18 คะแนน)
26	12
27	14
28	16
29	13
30	14
31	13
32	11
33	11
34	16
35	8
36	12
37	14
38	14
39	15
40	15
41	16
42	14
43	15
44	14
45	16
46	16
47	16
48	16
49	13
50	18
คะแนนเฉลี่ย	13.56
ร้อยละ	75.33

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 27 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
1	16
2	17
3	17
4	17
5	15
6	15
7	15
8	19
9	17
10	16
11	17
12	15
13	18
14	15
15	18
16	15
17	16
18	16
19	19
20	13
21	18
22	13
23	16
24	18
25	19

ตารางที่ 27 (ต่อ)

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)
26	18
27	19
28	14
29	16
30	18
31	19
32	14
33	17
34	16
35	16
36	16
37	15
38	18
39	19
40	19
41	20
42	16
43	17
44	19
45	18
46	15
47	18
48	18
49	19
50	20
คะแนนเฉลี่ย	16.88
ร้อยละ	84.40

ภาคผนวก ง

- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

1) ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง
จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ดังภาพที่ 8

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	50	13.5600	2.77864	.39296

One-Sample Test

	Test Value = 12.6					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper	
VAR00001	2.443	49	.018	.9600	.1703	1.7497	

ภาพที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง จำนวนจริง
โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample

2) ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง จากการทำแบบวัด โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample ดังภาพที่ 9

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	50	16.8800	1.78016	.25175

One-Sample Test

	Test Value = 14					95% Confidence Interval of the Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Lower	Upper	
VAR00001	11.440	49	.000	2.8800	2.3741	3.3859	

ภาพที่ 8 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t-test* for one sample

ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างใบกิจกรรมของนักเรียน

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง จำนวนจริง

ชื่อกลุ่ม	ทีมโรงเรียน		เลขที่	ชั้น
สมาชิกกลุ่ม	1) น. มรรคาพร	วรรกษชัย	๕ ก	๕ / ๕
	2) น.ส. ศุภรดา	ศุภรดา	๕๕ ก	๕ / ๕
	3) น.ส. นภัสสร	นภัสสร	๕๕ ก	๕ / ๕
	4) น.ส. ประวิทย์	ดวงใจ	๕๕ ก	๕ / ๕
	5) น. พลิก	เรืองเดช	๕ ก	๕ / ๕

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สมบูรณ์

กำหนดให้

กลุ่มที่ 1 เซตของจำนวนเต็มบวก(I^+) เช่น $\{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$

กลุ่มที่ 2 เซตของจำนวนเต็มลบ(I^-) เช่น $\{-1, -2, -3, -4, -5, \dots\}$

กลุ่มที่ 3 เซตของศูนย์ เช่น $\{0\}$

กลุ่มที่ 4 เซตของจำนวนเต็ม(I) เช่น $\{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน เช่น $\frac{1}{2}, -\frac{4}{5}, \frac{11}{8}, -\frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ เช่น $0.1, 0.05, 0.\dot{3}, 0.\dot{1}2\dot{3}, 0.1\dot{5}2$

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ เช่น $0.35335355 \dots, 1.25436 \dots, 1.4152 \dots$

กลุ่มที่ 8 กรณฑ์ที่สอง เช่น $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{6}, \sqrt{7}, \sqrt{8}, \sqrt{10}$

จากข้างบนลองสังเกตซิว่า

เซตของจำนวนเต็ม ประกอบด้วยจำนวนอะไรบ้าง

1. ศูนย์

2. เศษส่วน

3. จำนวน

1. ให้นักเรียนนำกลุ่มที่ 1-8 มาเขียนใหม่ให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้หรือไม่ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

กลุ่มที่ 1 เขตของจำนวนเต็มบวก

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\{\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{1}, \frac{4}{1}, \frac{5}{1}, \dots\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 2 เขตของจำนวนเต็มลบ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม $\{-\frac{1}{1}, -\frac{2}{1}, -\frac{3}{1}, -\frac{4}{1}, -\frac{5}{1}, \dots\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็มลบ

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษเป็นจำนวนเต็มลบ และตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 3 เขตของศูนย์

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม $\{\frac{0}{1}, \frac{0}{2}, \frac{0}{3}, \frac{0}{4}, \frac{0}{5}, \dots\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็มศูนย์

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษเป็นจำนวนเต็มศูนย์ และตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 4 ของจำนวนเต็ม

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม $\{\frac{1}{1}, \frac{4}{1}, -\frac{1}{1}, -\frac{2}{1}, \frac{0}{1}, \dots\}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 5 เศษส่วน

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\frac{1}{2}, -\frac{4}{5}, \frac{11}{8}, -\frac{1}{2}, \frac{7}{9}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 6 ทศนิยมซ้ำ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ได้ ดังนี้ $\frac{1}{10} + \frac{5}{100} + \frac{3}{9} + \frac{123}{999} + \frac{151}{990}$

เพราะ สมาชิกที่เป็นตัวเศษเป็น จำนวนเต็ม

สมาชิกที่เป็นตัวส่วนเป็น จำนวนเต็ม และไม่เป็นศูนย์

จะได้ว่า ตัวเศษและตัวส่วนเป็นจำนวนเต็ม และตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 7 ทศนิยมไม่ซ้ำ

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ไม่ได้

เพราะ สมาชิกของทศนิยมไม่ซ้ำ คือ 0.35335355 ..., 1.25436 ..., 1.4152 ...

จึงไม่เป็นจำนวนเต็ม และไม่สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้

จะได้ว่า ไม่สามารถเขียนอยู่รูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กลุ่มที่ 8 กรณที่ที่สอง

สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม ไม่ได้

เพราะ สมาชิกของกรณที่ที่สอง คือ $\sqrt{2}, \sqrt{3}, \sqrt{5}, \sqrt{4}$
 ซึ่งไม่เต็มจำนวนแท้ และไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้

จะได้ว่า ไม่สามารถเขียนอยู่รูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

จากกลุ่มที่ 1-8 จะได้ว่า

กลุ่มใดที่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มและตัวส่วนไม่เป็นศูนย์

กลุ่มที่ 1-6

กลุ่มใดที่ไม่สามารถเขียนอยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็ม

กลุ่มที่ 7, 8

นักเรียนสามารถจัดประเภทของกลุ่ม 1-8 ใหม่ ได้ดังนี้

ประเภท 1 จำนวนที่สามารถเขียนอยู่ในรูป $\frac{a}{b}$ จีของแท้ และ a กับ b ไม่เป็นคู่กัน

ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1-6

ประเภท 2 จำนวนที่ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูป $\frac{a}{b}$ ของแท้

ประกอบด้วย กลุ่มที่ 7, 8

รู้ใหม่ว่า

ประเภท 1 เรียกว่า จำนวนตรรกยะ เขียนแทนเซตจำนวนตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q

ประเภท 2 เรียก จำนวนอตรรกยะ เขียนแทนเซตจำนวนอตรรกยะด้วยสัญลักษณ์ Q'

ยูเนียนของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ เรียกว่า เซตของจำนวนจริง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ R

2. ให้นักเรียนสรุปความหมายของจำนวนต่อไปนี้ พร้อมกับเขียนเซตของจำนวน

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่แสดงด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a, b เป็นจำนวนเต็ม และ $b \neq 0$ ส่วนไม่เป็นศูนย์.

กำหนดให้ Q แทนเซตของจำนวนตรรกยะ จะได้

$$Q = \left\{ x \mid x = \frac{a}{b} \text{ เมื่อ } a, b \text{ เป็น จำนวนเต็ม และ } b \neq 0 \right\}$$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนจำนวนเต็มได้.

กำหนดให้ Q' แทนเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้

$$Q' = \left\{ x \mid x \text{ เป็นจำนวนที่ไม่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนจำนวนเต็มได้} \right\}$$

จำนวนจริง ประกอบด้วย 0ตรรกยะ กับ อตรรกยะ

กำหนดให้ R แทนเซตของจำนวนจริง จะได้

$$R = Q \cup Q'$$

สะกิดให้คิด

1. จาก $R = Q \cup Q'$

และ อินเตอร์เซกชันของเซตของจำนวนตรรกยะกับเซตของจำนวนอตรรกยะ จะได้ว่า

$$Q \cap Q' = \emptyset$$

หมายความว่า ไม่มีจำนวนใดเป็นทั้งจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

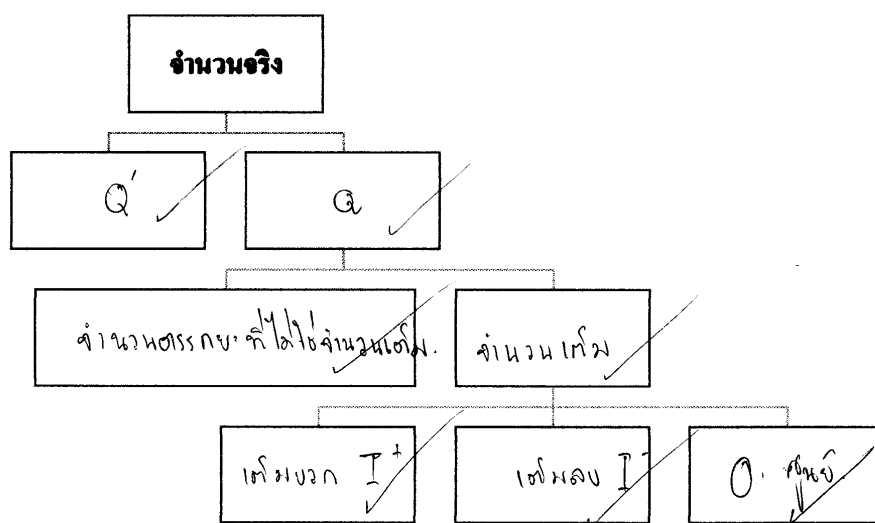
2. จำนวนตรรกยะ แบ่งออกเป็น

2.1 จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4

2.2 จำนวนตรรกยะที่ไม่ใช่จำนวนเต็ม ประกอบด้วย กลุ่มที่ 5, 6

3. ให้นักเรียนเขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนจริง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง



สองทายซี

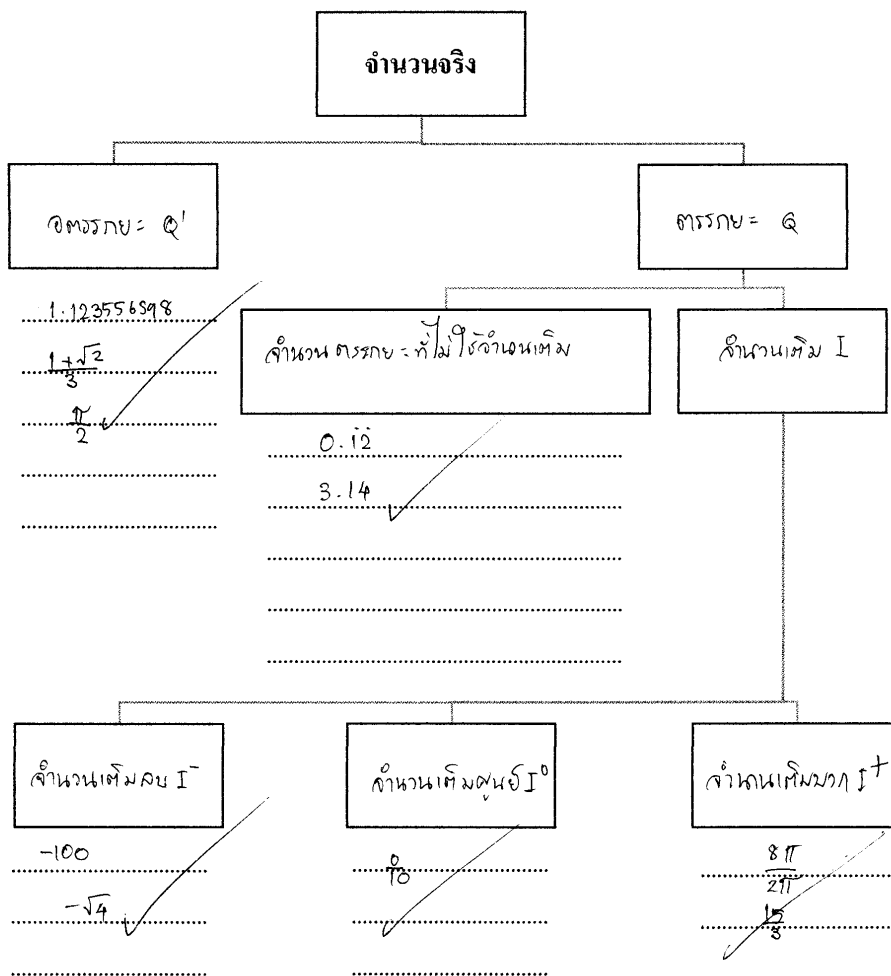
จำนวนต่อไปนี้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ

1. π เป็น อตรรกยะ เพราะ π เป็นจำนวนที่ไม่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้

2. $\frac{\sqrt{8}}{\sqrt{2}}$ เป็น ตรรกยะ เพราะ 2 เป็นจำนวนที่สามารถเขียนในรูปเศษส่วนได้

2. ให้เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง แล้วนำจำนวนที่กำหนดมาให้จากข้อ 1 มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง



ชื่อ น.ส. จิรัชดา อัครวงษ์ เลขที่ 194 ชั้น 4/4

แบบฝึกทักษะที่ 1

เรื่อง จำนวนจริง

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถูกต้อง

1. ให้พิจารณาจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ พร้อมเขียนเหตุผลประกอบ

จำนวน	จำนวนตรรกยะ/จำนวนอตรรกยะ	เหตุผล
$\frac{8\pi}{2\pi}$	ตรรกยะ =	$\frac{8\pi}{2\pi} = 4$ เป็นจำนวนที่สามกรกฎที่อยู่ในรูปเศษส่วน รวจำนวนเต็มได้ ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
0.12	ตรรกยะ =	สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
1.123556598...	อตรรกยะ =	ไม่เป็นจำนวนเต็ม และไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนที่พอตัวของจำนวนเต็ม
$\frac{1+\sqrt{2}}{3}$	อตรรกยะ =	ไม่เป็นจำนวนเต็ม และไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนของจำนวนเต็มได้
$\frac{15}{3}$	ตรรกยะ =	5 เป็นจำนวนเต็มที่สามารถเขียนอยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
-100	ตรรกยะ =	เป็นจำนวนเต็มที่สามารถเขียนอยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
$-\sqrt{4}$	ตรรกยะ =	-2 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
3.14	ตรรกยะ =	สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
$\frac{0}{10}$	ตรรกยะ =	0 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้ โดยที่ส่วนไม่เท่ากับศูนย์
$\frac{\pi}{2}$	อตรรกยะ =	π ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเศษส่วนของจำนวนเต็มได้

2. ให้เขียนแผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง แล้วนำจำนวนที่กำหนดให้จากข้อ 1 มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

แผนผังความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่างๆ ในจำนวนจริง

