

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค
THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING
THE GUIDED DISCOVERY METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON THE
MATHEMATICAL COMMUNICATION AND CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH
GRADE STUDENTS

Mr. Suban Tangriseree

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย

นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รัชกุลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์)

สุพรรณ ตั้งศรีเสรี : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING THE GUIDED DISCOVERY METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON THE MATHEMATICAL COMMUNICATION AND CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.สมยศ ชิดมงคล, 178 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 100 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.726 และ 0.779 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.766 และ 0.892 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่ามัธยฐานและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t - test)

ผลการวิจัยพบว่า

- 1.นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2.นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 3.นักเรียนทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน....
สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา2556.....

ลายมือชื่อนิสิต,
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

5483449627 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS : GUIDED DISCOVERY METHOD / THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE / MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY / MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY

SUBAN TANGSRISEREE : EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING THE GUIDED DISCOVERY METHOD AND THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON THE MATHEMATICAL COMMUNICATION AND CONNECTION ABILITIES OF EIGHTH GRADE STUDENTS.

ADVISOR : ASST. PROF. SOMYOT CHIDMONGKOL, Ph.D. , 178 pp.

The aims of the research were 1) to compare the mathematical communication and connection abilities of students being taught by organizing mathematics learning activities using the guided discovery method and the think-pair-share technique with those of students taught by conventional learning activities; and 2) to compare the mathematical communication and connection abilities of students before and after learning by organizing mathematics learning activities using the guided discovery method and the think-pair-share technique.

The subjects were 100 eighth grade students in the first semester of the 2013 academic year at Samsanwittayalai School. There were 50 students in the experimental group and 50 students in the control group. The experimental group was taught by the organizing mathematics learning activities using the guided discovery method and the think-pair-share technique while the control group was taught by organizing mathematics learning activities using conventional methods. The instruments for data collection were two mathematical communication ability tests with the reliabilities of 0.726 and 0.779 and two mathematical connection ability tests with the reliabilities of 0.766 and 0.892. The experimental materials constructed by the researcher were lesson plans using the guided discovery method and the think-pair-share technique, and the conventional lesson plans. The data were analyzed using arithmetic means, standard deviations, and t – tests.

The results of the study revealed that:

1) the mathematical communication and connection abilities of students in the experimental group were higher than those of students in the control group at the .05 level of significance.

2) the mathematical communication abilities of students in the experimental group were higher than those before the instruction at the .05 level of significance.

3) the mathematical connection abilities of students in the experimental group were not different from those before the instruction at the .05 level of significance.

Department : ...Curriculum and Instruction....

Student's Signature

Field of Study : ...Mathematics Education....

Advisor's Signature

Academic Year :2013.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งท่านได้สละเวลาให้คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าอย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์และเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และนักเรียน โรงเรียนศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์ฯ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ ครูนิลเนตร ชัยวิเชียรและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยทั้งสองห้อง ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาของการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์เพ็ญพรรณและอาจารย์ดน้อย ยังกง และอาจารย์สีบุกุล กาญจนสุภร์ที่ให้คำแนะนำความช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณ ดร.พินดา มารุ่งเรือง เพื่อนผู้วิจัยที่ให้คำแนะนำในเรื่องสถิติ ตลอดจน พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ ที่สอนผู้วิจัยในระดับปริญญาบัณฑิต คณะครูโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยและโรงเรียนรักอักษร ที่มอบความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ คุณค่าและคุณประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดามารดา คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในมูลนิธิเทียนส่องใจเพื่อคนไข้โรคลมชัก ที่ได้ให้ความดูแลสภาพของผู้วิจัยมาเป็นอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
คำจำกัดความในการวิจัย.....	10
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	15
1.1 ความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	15
1.2 ลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	16
1.3 ขั้นตอนของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	18
1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	20
2. เทคนิค Think-Pair-Share.....	24
2.1 ความหมายของเทคนิค Think-Pair-Share	25
2.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิคThink-Pair-Share.....	26
2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิค Think-Pair-Share	28
3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	30
3.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	31
3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	32
3.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	33
3.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	35
3.5 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	37

	หน้า
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	42
4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	42
4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	42
4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	43
4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์.....	45
4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	50
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	52
5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ.....	52
5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Pair-Share.....	55
5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	57
5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์.....	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	62
การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
การออกแบบการวิจัย.....	63
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	64
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	65
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	80
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	83
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	85
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	88
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	102
สรุปผลการวิจัย.....	106
อภิปรายผลการวิจัย.....	107
ข้อเสนอแนะ.....	114
รายการอ้างอิง.....	116
ภาคผนวก.....	126
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	127
ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย.....	129

	หน้า
ภาคผนวก ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	137
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	140
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	153
ภาคผนวก ฉ ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	175
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	178

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	34
2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค	39
3	เกณฑ์การให้คะแนน การทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	41
4	รูปแบบการทดลอง.....	63
5	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ.....	67
6	การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	68
7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	71
8	ค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	74
9	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	76
10	ค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	79
11	ค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	80
12	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	85
13	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(s)และการทดสอบค่าที (t) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารของระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	86
14	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	86

ตารางที่		หน้า
15	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	87
16	ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน.....	138
17	ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน.....	138
18	ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน.....	139
19	ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน.....	139
20	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	176
21	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	177

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แนวทางการสร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	72
2	แนวทางการสร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์.....	77
3	ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระยะเริ่มต้น.....	93
4	ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสาร ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบต่างๆ ประกอบการอธิบาย ระยะหลังเรียน.....	94
5	ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระยะหลังเรียน.....	95
6	ตัวอย่างในการระบุนิยามความรู้ สูตรที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ระยะเริ่มต้น.....	97
7	ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระยะเริ่มต้น.....	98
8	ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ในการระบุนิยาม สูตรที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาระยะหลังเรียน.....	99
9	ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบระยะหลังเรียน	100
10	ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองในระยะเวลาหลังเรียน.....	101

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเดินไปตามกระแสการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของโลกที่ไร้พรมแดน การพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า ไม่สามารถพัฒนาแต่เพียงด้านหนึ่งด้านใดเท่านั้น หากแต่ต้องให้ความสำคัญกับการศึกษาที่ถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญและมีความจำเป็นสำหรับการสร้างคนเพื่อพัฒนาประเทศ การพัฒนาผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้นั้น ต้องพัฒนาให้เป็นคนที่มีคุณภาพ เป็นผู้มีความรู้ ทักษะและความสามารถด้านต่างๆ สามารถใช้ความรู้ทักษะและความสามารถเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (สมเดช บุญประจักษ์, 2547: 1)

ในการพัฒนาความรู้ในด้านต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวทันการเปลี่ยนแปลงที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในศตวรรษที่ 21 ย่อมอาศัยพื้นฐานความรู้จากวิชาคณิตศาสตร์เพื่อใช้แสวงหาและทำความเข้าใจความรู้ใหม่ๆ ดังนั้นวิชาคณิตศาสตร์จึงถือเป็นวิชาที่มีความสำคัญมาก ดังที่สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551: 1) ได้กล่าวว่า “คณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม”

นอกจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญแล้ว ยังเป็นวิชาที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และยังเป็นรากฐานของหลายๆสาขาวิชา กระทรวงศึกษาธิการ จึงได้กำหนดมาตรฐานการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนโยบายด้านการศึกษา โดยเน้นการเรียนการสอนจากการปฏิบัติ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ริเริ่มสร้างสรรค์ แก้ปัญหา และให้โอกาสในการแสดงความคิดอย่างอิสระ (ปรุง อินทมาตร, 2541: 2)

สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มีการกำหนดกรอบสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ ความเข้าใจในสาระที่เกี่ยวกับเนื้อหา และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วย 6 สาระ ในสาระที่ 1 – 5 เป็นสาระที่เกี่ยวกับเนื้อหา ส่วนสาระที่ 6 เป็นสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในสาระที่เกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรเดิมจะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการเหล่านี้ไม่ได้ปรากฏอยู่ในหลักสูตรก่อนการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อันเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นได้ว่า ทักษะ/

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และในหลักสูตรก็ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องของทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้เป็นอย่างมาก

อย่างไรก็ตาม การจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (NT) ที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปีการศึกษา 2549 พบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ร้อยละ 31.15 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552: 1) และจากการประเมินผลนานาชาติ TIMSS-2011 (Third International Mathematics and Science Study) (สภาการศึกษา, 2556: 7) พบว่าผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของประเทศไทย อยู่ในลำดับที่ 28 จากผู้เข้าร่วมประเมิน จำนวน 59 ประเทศ และมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดสอบทางการศึกษาดังกล่าว สอดคล้องกับผลวิจัยอื่นๆ ที่พบว่า วิชาที่ต้องมีการปรับปรุงโดยเร่งด่วน คือ วิชาคณิตศาสตร์ (กองการวิจัยทางการศึกษา, 2543: 89)

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังต่ำกว่าเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งเข้าใจได้ยาก(อัมพร ม้าคนอง, 2547: 6) หรือนักเรียนยังขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์(สสวท., 2551) นอกจากนี้สาระสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นนามธรรม จึงมีความเข้าใจผิดได้ง่าย ประกอบกับการสอนของครูที่มุ่งเน้นสอนแต่เนื้อหา โดยไม่ได้พยายามสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ให้แก่ นักเรียน ยังสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรม โดยคงรูปที่เป็นนามธรรมอยู่เช่นนั้น มิได้พยายามแปลงความเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่เข้าใจได้ง่าย จึงได้มีความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในด้านต่างๆเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน (จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง, 2541) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปรับเปลี่ยนวิธีการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน จากเดิมที่มุ่งการสอนให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ได้ โดยครูอาศัยการสอนผ่านการสอนแบบบรรยายหรือมุ่งเน้นการสอนแต่ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithm) ของแต่ละปัญหา เพื่อให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้เพียงเท่านั้น ขณะที่ในความจริงผู้เรียนอาจไม่ได้มีความเข้าใจในเรื่องนั้นเลย แต่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์นั้นได้ ก็เพราะเกิดจากการจำได้ว่าโจทย์แต่ละรูปแบบจะต้องดำเนินการอย่างไร

ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สิ่งสำคัญ คือ ต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการสังเกต การสำรวจ การคิด และการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น (อัมพร ม้าคนอง, 2547: 114) สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อเป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถอธิบาย หรือสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม เพื่อที่จะมุ่งเน้นทักษะ/กระบวนการด้านการคิดและการปฏิบัติ ให้นักเรียนได้คิด ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูปรับเปลี่ยนวิธีการสอนแบบใหม่ จากการท่องจำมาสู่การสร้างความรู้ให้แก่ นักเรียนด้วยความเข้าใจที่แท้จริง ดังที่ อมรรวิชัย นาคทรพรพ (2545) กล่าวว่า จะต้องเปลี่ยนความเคยชินจากระบบ “การสอน” ที่เป็นมาซ้ำ

นานมาสู่ระบบเน้น“การเรียนรู้” ซึ่งหวังว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืน และนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นที่คาดหวัง การที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยความเข้าใจที่แท้จริง ถือได้ว่ามีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากปัจจุบันหลักสูตรการเรียนการสอนของประเทศไทย มีลักษณะตามโมเดลการเรียนการสอนแบบบันไดเวียน (The Spiral Teaching/Learning Model) คือ เนื้อหาแต่ละเนื้อหาไม่ได้แยกจากกันโดยเด็ดขาดแต่ละเนื้อหาจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมาก่อนหน้านั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ความเข้าใจที่แท้จริงในการเรียนรู้จึงถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วมาเชื่อมโยงเพื่อต่อยอดในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องตระหนักถึงการสร้างความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่นักเรียน โดยครูควรเน้นให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและเกิดความเข้าใจในการคิด ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปราย แลกเปลี่ยนเพื่อให้ได้แนวความคิดที่หลากหลาย นำไปสู่การหาข้อสรุปหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา แม่ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่ยังมีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ยังต้องความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ต่างๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2555: 1)

นอกจากนี้ จากผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์นานาชาติโครงการ TIMSS-2007 พบว่านักเรียนไทยทำข้อสอบที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้ประกอบและการเขียนเพื่ออธิบายหรือสื่อสารแนวความคิดยังทำได้ไม่ดี (สสวท., 2552) และผลการประเมินนักเรียนในระดับนานาชาติ PISA (Program for International Student Assessment) ที่ประเมินเกี่ยวกับการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดในสามด้าน คือ เนื้อหาคณิตศาสตร์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 419 คะแนน (สภาการศึกษา, 2556: 5) ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) เป็น 500 คะแนน ซึ่งเป็นลำดับที่ 50 จากจำนวน 65 ประเทศที่เข้าร่วมโครงการ

สภาพปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนยังประสบปัญหาเกี่ยวกับด้านทักษะการเชื่อมโยงความรู้และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่เป็นอย่างมาก จึงเห็นได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2 ทักษะที่มีความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เกิดขึ้น คือ ทักษะการสื่อสารและการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ทักษะการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นอีกทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญ ดังที่ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 59) กล่าวว่า การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย การเขียนแลกเปลี่ยน

ความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย และจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Buschman (1995: 324) ที่กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยง เพราะเมื่อผู้เรียนพูดหรือเขียนข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะจำข้อมูลหรือแนวคิดนั้นได้ สามารถนำแนวคิดนั้นไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาอื่นๆได้

การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ ดังที่ พร่อมพรรณ อุดมสิน (2547: 103) ได้กล่าวว่า ประสบการณ์ที่หลากหลาย จะช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ด้วยการมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์สาขาต่างๆ หรือการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง จะทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ในห้องเรียนได้ดีขึ้น และมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์ได้กับสาขาอื่นๆได้ และ NCTM (2000: 1-2) กล่าวว่า เมื่อนักเรียนสามารถมองเห็นถึงการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาอื่นๆ กับวิชาคณิตศาสตร์ จะทำให้พวกเขาสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น พร้อมกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ๆ ดังนั้น การเชื่อมโยงจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายในคณิตศาสตร์ เพราะฉะนั้นครูจึงควรส่งเสริมวิธีในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยขยายการรับรู้ของนักเรียนให้กว้างมากขึ้นและรู้ว่าคณิตศาสตร์เป็นส่วนเดียวกันทั้งหมด ไม่ใช่เพียงแต่เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกันเท่านั้น

จากความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่ดีแล้ว นักเรียนจะสามารถนำความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาสาระไปเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม และสามารถสื่อสาร ถ่ายทอดแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้อง กว้างขวางและลึกซึ้ง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษารูปแบบวิธีสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ซึ่งวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ (Guided Discovery Method) เป็นวิธีสอนที่เน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยยึดหลักตามที่ John Dewey กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำเอง (Learning by doing) วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ เป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ ความเข้าใจหรือประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ โดยผ่านกระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจมีการชี้แนะ ให้แก่นักเรียนจะช่วยให้การคิดหาคำตอบของนักเรียนนั้นง่ายขึ้น

ทั้งนี้ครูต้องไม่บอกความรู้ให้กับนักเรียนโดยตรง แต่จะใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลา เพื่อกระตุ้นนักเรียนในการคิด และค้นคว้าหาคำตอบจนนักเรียนสามารถค้นพบความรู้ มโนทัศน์หรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น ซึ่ง Eggen and Kauchak, 2006 ; Mayer, 2004 (อ้างถึงใน Donald Kauchak and Paul Eggen, 2008: 401) ได้ออกแบบวิธีสอนและมีขั้นตอนในการเรียนรู้แบบค้นพบจากการชี้แนะไว้ดังนี้

1.1 ชี้นำและทบทวน ครูเริ่มต้นด้วยการทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนระลึกถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องและนำเสนอหัวข้อที่จะเรียนรู้

1.2 ขั้นพัฒนาความเข้าใจ ครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับสิ่ง ที่นักเรียนจะค้นพบ โดยมีการชี้แนะเพื่อให้นักเรียนระบุลักษณะที่สำคัญของตัวอย่างหรือสถานการณ์ ปัญหาและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครูและเพื่อน

1.3 ขั้นสรุปความเข้าใจ ครูชี้แนะให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะที่ สำคัญของตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อสรุปเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์ เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้

1.4 ขั้นการนำไปใช้ ครูให้นักเรียนระบุตัวอย่างเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ หรือ อธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ในโลกความเป็นจริง

นอกจากวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ จะเป็นวิธีสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ได้มากขึ้น ครูจึงควรจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของ ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 26) การจัดการเรียนรู้ จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในทุก กระบวนการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ แลกเปลี่ยนความคิดและการ แก้ปัญหาร่วมกัน

เพียเจต์ (Piaget ,1964 อ้างถึงใน วรธนทิพา รอดแรงคำ, 2544) ได้นำเสนอปัจจัยการ พัฒนาทางด้านสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และมีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง จะทำให้ระดับความคิดและปัญญาพัฒนาขึ้น รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิดและการปัญหา คือ รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ(Cooperative Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจและเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้ความรับผิดชอบ รู้จักคิด ลงมือทำและแก้ปัญหาร่วมกัน จึงมีประสิทธิภาพทั้งในแง่การแก้ปัญหา การ นำความรู้ไปใช้ ทักษะคิดและแรงจูงใจในการเรียน ตลอดจนทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Sorcinelli, 1991 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2546: 38) ซึ่งเทคนิค Think-Pair-Share เป็นเทคนิคการเรียนรู้ แบบร่วมมือรูปแบบหนึ่ง ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์จากการทำกิจกรรมร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้มีการ แลกเปลี่ยน อธิบายความคิดหรือความรู้ที่เชื่อมโยงมาใช้ในการแก้ปัญหาให้เพื่อนฟัง ทำให้นักเรียนมี ความแม่นยำในเรื่องที่เรียนมากขึ้นและกล้าที่จะสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ออกมาได้อย่างมั่นใจ

ในการทำกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนและบรรลุเป้าหมายร่วมกัน (ศิริพรรณ ศรีอุทธา, 2548: 4).

จากความสำคัญและเหตุผลข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share น่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำรูปแบบการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ (Guided discovery) และเทคนิค Think-Pair-Share ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Donald L. Peters (1970: 76-84) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบค้นพบ การสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ และการสอนแบบบรรยายที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวน ของนักเรียนในระดับปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ มีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางใกล้ (near transfer) หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบ การสอนแบบ

ค้นพบจากการชี้แนะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Christian R. Hirsch (1977: 359-367) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยวิธีค้นพบจากการชี้แนะ (Guided discovery) การสอนโดยใช้โปรแกรมสาขาและชุดการสอนรายบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้เบื้องต้น ความสามารถในการถ่ายโยงและความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในวิชาพีชคณิตของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ของมหาวิทยาลัย Iowa และโรงเรียนสาธิตในมหาวิทยาลัย เรื่องระบบจำนวนเชิงซ้อน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนค้นพบจากการชี้แนะ มีผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการถ่ายโยงแนวนอนและการถ่ายโยงแนวตั้ง (Horizontal Transfer and Vertical Transfer) และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักศึกษที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมสาขาและชุดการสอนรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

ณัฐกานต์ รักษานาค (2552: ง) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาทฤษฎีการถ่ายโยงของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2552: 281) ที่เรียกว่า “Transposition” ได้อธิบายว่าการถ่ายโยงจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างมีความหมายไม่ใช่ด้วยการท่องจำ จึงจะสามารถนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึง นอกจากนี้ การถ่ายโยงการเรียนรู้ ยังเน้นการถ่ายโยงความรู้ใหม่เข้ากับกรอบความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่ และโดยการกระตุ้นจากเหตุการณ์หนึ่งๆ ที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้ และระลึกถึงสิ่งต่างๆ ที่เคยเรียนรู้มาเข้าด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับณัฐกานต์ รักษานาค (2552: 99) ที่กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัย การผสมผสาน ความรู้ ประสบการณ์เดิม (Prior knowledge) หรือปัญหาที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้เก่ากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ จนสามารถสังเคราะห์หรือสรุปความรู้ที่ได้รับ และเลือกวิธีการสอนให้เหมาะสมในการสร้างงานให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าผู้เรียนสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ดี

Johanning (2000: 151 -160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่ม ร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมการอ่านเขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับ

มัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 14 และ 34 คน ตามลำดับ ดำเนินการโดยการเขียนและการทำงานกลุ่ม ในการเรียนวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 7 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 3 และ 4 คน ตามลำดับ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย บันทึกภาพการมีส่วนร่วม การอภิปรายกลุ่มและการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองบนกระดานและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าวิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะ สามารถพัฒนาความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ พบว่าความสามารถในการการถ่ายโยงการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ จึงมีความเป็นไปได้ว่า วิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share น่าจะส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และแม้จะไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ และเนื่องจากเทคนิค Think-Pair-Share เป็นเทคนิคหนึ่งของเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงคาดว่าจัดการการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share น่าจะส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานครั้งนี้ว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

4. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 2 ห้อง ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

2.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

2.2.2 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ตามสาระการเรียนรู้พื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ (Guided Discovery) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าแสวงหาคำตอบ มโนทัศน์ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การสำรวจ การสืบค้น หรือการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ หากนักเรียนไม่สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ครูจะต้องชี้แนะให้แก่ นักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นการคิดและการทำกิจกรรมของนักเรียน จนนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ หาข้อสรุปของสิ่งที่ค้นพบ และยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ค้นพบจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอ ซึ่ง Eggen and Kauchak, 2006; Mayer 2004 (อ้างถึงใน Donald Kauchak and Paul Eggen , 2008: 401) ได้ออกแบบวิธีสอนและมีขั้นตอนในการเรียนรู้แบบค้นพบจากการชี้แนะไว้ดังนี้

1.1 ขั้นนำและทบทวน ครูนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่ใช้สำหรับทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน และกระตุ้นความสนใจให้นักเรียน ระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและนำเสนอหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่

1.2 ขั้นพัฒนาความเข้าใจ ครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะค้นพบ โดยมีการชี้แนะด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสังเกต สืบค้นหรือวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลเพื่อระบุลักษณะของมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครูและเพื่อน

1.3 ขั้นสรุปความเข้าใจ ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ค้นพบจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อสร้างเป็นความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้

1.4 ขั้นการนำไปใช้ ครูให้นักเรียนระบุตัวอย่างเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวหรือตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตจริง ที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว นำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

2. เทคนิค Think-Pair-Share หมายถึง เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบหนึ่งที่ทำให้ นักเรียนได้คิด อภิปราย แก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยเริ่มจากครูตั้งคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาให้แก่ นักเรียนทั้งชั้น ให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำคำตอบของตนเองไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และนำผลที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

3. วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าแสวงหาคำตอบ มโนทัศน์ หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการสังเกต การสำรวจ การสืบค้นหรือการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ หากนักเรียนไม่สามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง ครูจะต้องชี้แนะให้แก่ นักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งในการจัดกิจกรรม ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนคิด (Think) และทำกิจกรรมจนนำไปสู่การค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง แล้วนำผลที่ได้ไปร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนกับ

เพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน (Pair) แล้วนำข้อสรุปของกลุ่มตนเองไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง (Share) โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

3.1 ขั้นนำและทบทวน ครูนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่ใช้สำหรับทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน และกระตุ้นความสนใจให้นักเรียน ระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและนำเสนอหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่

3.2 ขั้นพัฒนาความเข้าใจ ครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ที่จะให้นักเรียนค้นพบ และให้การชี้แนะด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน คิด สังเกต สืบค้นหรือวิเคราะห์ ระบุและรวบรวมข้อมูล ที่เป็นลักษณะหรือองค์ประกอบที่สำคัญของมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนพิจารณาความเกี่ยวข้องระหว่างองค์ประกอบดังกล่าวด้วยตนเอง (Think) เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้คำตอบเกี่ยวกับลักษณะของมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนจับคู่แล้วนำผลที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกัน (Pair) และให้นักเรียนนำผลที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้ (Share)

3.3 ขั้นสรุปความเข้าใจ ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิด เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ โดยการนำข้อมูลที่ได้มาสัมพันธ์กัน ประมวลผลเป็นคำอธิบายโดยการเขียนหรือการพูด (Think) แล้วนำข้อสรุปของตนเองที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน (Pair) และนำผลสรุปที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อสรุปเป็นความรู้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ (Share)

3.4 ขั้นการนำไปใช้ ครูให้นักเรียนแต่ละคนคิดเพื่อระบุตัวอย่างเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวหรือตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา และนำความรู้ที่ได้ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาหรือปัญหาในชีวิตจริง เพื่ออธิบายหรือแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยตนเอง (Think) และนำวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน (Pair) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปอภิปรายหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันกับชั้นเรียนอีกครั้ง (Share)

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายหรือแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตร สัญลักษณ์ รูปภาพ ตาราง แบบจำลองหรือทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่าง

ถูกต้อง เหมาะสมและชัดเจน ประเมินได้จากการสื่อสารโดยการเขียนซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน โดยผู้วิจัยปรับมาจากแนวคิดในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) และซูซาน เลนและคณะ (Suzanne Lane, et al. 1996 :264 -266) ดังนี้

5.1 ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้

5.2 ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือบทนิยาม ประกอบการคิด และมีการใช้รูปภาพ แผนภาพ ตารางหรือกราฟประกอบการอธิบายได้

5.3 ด้านความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำเสนอข้อมูล และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ

6. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการนำความรู้ หลักการ วิธีการ หรือประสบการณ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่นักเรียนพบได้ ซึ่งความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้านตามแนวคิดในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM: 2000) ดังนี้

6.1 การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทฤษฎี กฎ บทนิยาม สูตร แบบรูปหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้

6.2 การอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่พบ มาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้

6.3 การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถที่ให้นักเรียนมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

7. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้เกี่ยวข้องทางการศึกษา จะได้พิจารณานำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share สามารถใช้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับครู ศึกษานิเทศก์และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะได้พิจารณานำไปใช้ในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

- 1.1 ความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ
- 1.2 ลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ
- 1.3 ขั้นตอนของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ
- 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

2. เทคนิค Think-Pair-Share

- 2.1 ความหมายของเทคนิค Think-Pair-Share
- 2.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิค Think-Pair-Share
- 2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิค Think-Pair-Share

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.5 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

- 4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 4.2 ความสำคัญ of ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์

- 4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ
- 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Pair-Share

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทาง

คณิตศาสตร์

1. วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ (Guided Discovery)

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของ Guided Discovery โดยมีผู้แปลเป็นภาษาไทยไว้หลายคำ เช่น วิธีสอนแบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง วิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง วิธีสอนค้นพบด้วยวิธีการชี้แนะ วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดขึ้น จึงใช้คำแทน “Guided Discovery” ด้วยคำว่า “วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ”

1.1 ความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

Biggs (1968: 217) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบโดยการชี้แนะ ครูต้องเตรียมคำถามเบื้องต้น สื่ออุปกรณ์ใช้เป็นคำถามนำทางเพื่อที่จะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

De Cecco, John P. (1968: 464 – 465) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะว่าเป็นวิธีสอนที่ครูให้กฎเกณฑ์ที่จะใช้แก้ปัญหาแต่ไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาหรือครูไม่บอกกฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหา แต่บอกวิธีการแก้ปัญหาย่างใดอย่างหนึ่ง

Lardizabal et al. (1969: 153) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบด้วยวิธีการชี้แนะเป็นลักษณะการสอนที่ผู้สอนจะต้องพยายามเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน โดยการตั้งคำถาม และอธิบายชี้แนะ เพื่อนำไปสู่การค้นพบความคิดรวบยอดและหลักการได้ในที่สุด

Jones, Phillips and Ann Arbor (1970: 501-508) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นกระบวนการชี้แนะนักเรียนโดยการเลือกปัญหา เพื่อทำให้นักเรียนเห็นข้อเท็จจริงและความสัมพันธ์ในเชิงคณิตศาสตร์ได้กระจ่างชัด การชี้แนะไม่ใช่ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการบอกหรือแสดงให้เห็นจากบุคคลอื่นโดยตลอด แต่นักเรียนควรจะค้นพบด้วยประสบการณ์ของแต่ละคน ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่า ครูไม่มีบทบาทในการสอน ความจริงแล้วครูคือกุญแจสำคัญที่จะเลือกปัญหาเตรียมอุปกรณ์หรือสื่อต่างๆ จัดลำดับ ประสบการณ์หรือคำถาม

Cooney, Davis and Henderson (1975: 205) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบด้วยการชี้แนะเป็นการสอนที่ครูพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำนักเรียนไปสู่การค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการต่างๆ

Krulik and Weise (1975: 138) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นกระบวนการซึ่งแสดงวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้เห็นว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง เป็นกระบวนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์ที่เขามีอิสระที่จะคิดค้นหาความรู้ ใช้วัสดุอุปกรณ์การสอน สืบค้นคว้าและสรุปวิธีการสังเกต การลองผิดลองถูก เป็นวิธีการสนับสนุนการเรียนแบบค้นพบจากการชี้แนะทั้งสิ้น ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและนำทางดึงเอาความคิดรวบยอด (Concept) และทักษะต่างๆ ที่มีอยู่ในตัวเด็กออกมาเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ กลวิธีการสอนเช่นนี้นักเรียนจะเป็นผู้คิดด้วยตนเอง

และค้นพบหลักหรือกฎเกณฑ์โดยทั่วๆ ไปจากการสร้างสถานการณ์ของครู การแนะนำจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนและอุปกรณ์ที่ใช้สอน วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะจะช่วยให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เรียนด้วยตนเองและมีอิสระจากครู

ยูพิน พิพิธกุล (2545: 35) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นการสอนที่ผู้สอน จะเป็นผู้ชี้แนะ เพราะถ้าปล่อยให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง ก็จะทำให้เสียเวลามาก บางที่เป็นเรื่องยาก ผู้สอนแนะเล็กน้อยผู้เรียนก็สามารถค้นพบคำตอบได้

สิริพร ทิพย์คง (2545: 139) ได้กล่าวถึงวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะของครู ว่า การสอนด้วยวิธีนี้มีมาแต่สมัยของพลาโต โดยเรียกวิธีสอนแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบโซเครติค (The Socratic Method) เป็นวิธีสอนที่ใช้การโต้ตอบ ซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการชี้แนะของครูผู้สอน จนนักเรียนสามารถสรุปกฎเกณฑ์ได้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545: 29) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นวิธีการที่ผู้สอนนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาโดยใช้คำถามที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสม และอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการ

อรุณี สุพรรณพงษ์ (2545: 46) กล่าวว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นวิธีสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแสวงหาคำตอบโดยวิธีการต่างๆ และสามารถค้นพบคำตอบด้วยตนเอง หากว่านักเรียนไม่สามารถสรุปได้ ครูจะต้องเป็นผู้เสนอแนะแนวทางอย่างมีขอบเขต โดยการใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ปัญหา แล้วให้นักเรียนหาวิธีการหรือกระบวนการแก้ปัญหา ที่อาจจะเกิดการสังเกต การเปรียบเทียบ การเดา การทดลองทำผิดทำถูก จนพบคำตอบและสามารถหาข้อสรุปได้

สุพรรณณี คำนันท์ (2552: 34) กล่าวว่า วิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะ เป็นการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล เป็นการค้นพบความรู้จากประสบการณ์ มีการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆที่มีเข้าด้วยกัน โดยมีผู้สอนคอยชี้แนะการเรียนรู้และจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างถูกต้อง ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทำให้ความรู้ที่ได้นั้นเกิดความคงทนในการจำ

จากความหมายของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ สามารถสรุปได้ว่าวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยครูจะใช้คำถามหรือวิธีการต่างๆเพื่อชี้แนะให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา โดยเชื่อมโยงความรู้ต่างๆที่มีเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ ซึ่งนำไปสู่การค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ความคิดรวบยอด และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

1.2 ลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

Biggs (1968: 217) ได้กล่าวถึงลักษณะวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ว่าเป็นการสอนที่ครูจัดเตรียมคำถามเริ่มต้นลักษณะของการถามเป็นการถามให้นักเรียนคิด บางครั้งอาจจะมีอุปกรณ์ประกอบด้วย

Cooney, T. J. Davis, E. J. and Henderson (1975 : 205) ได้กล่าวถึงลักษณะวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ว่าเป็นการสอนที่ครูพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถามหรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำนักเรียนไปสู่การค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการต่าง ๆ

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี (2542: 80) กล่าวถึงลักษณะวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้คิดค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง เช่น เมื่อผู้สอนยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างจนกระทั่งผู้เรียนสังเกตเห็นรูปแบบ ผู้เรียนจะสามารถสรุปได้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนมีอิสระในการคิด ได้ใช้ความพยายามคิดหาคำตอบได้หลายๆ วิธี โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจและความคิดรวบยอดเดิมที่มีอยู่
3. การค้นพบของผู้เรียนอาจอยู่ภายใต้การแนะนำของผู้สอน ในบางเรื่องที่ยาก ผู้สอนอาจจะต้องชี้แนะ อาจค้นพบเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ผู้เรียนจะได้มีโอกาสปรึกษาหารืออภิปรายร่วมกัน วิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น
4. ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น การแก้ปัญหาเป็นการท้าทายยั่วให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น มีโอกาสได้ใช้ความคิด การสังเกต
5. เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ค้นพบหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะทำให้มีความเข้าใจได้ลึกซึ้ง จดจำได้แม่นยำ และสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้
6. ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ค้นพบความคิดใหม่ๆ ทำให้ภาคภูมิใจ มีความมั่นใจ พอใจ อยากรู้อยากเห็น มีแรงบันดาลใจที่ดีต่อไป

พรรณิ ช. เจนจิต (2545: 204) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะว่า เป็นวิธีการที่ช่วยให้เด็กแก้ปัญหาได้นั้นมีความสอดคล้องกับ Wittrock (1963: อ้างถึงในพรรณิ ช. เจนจิต 2545: 206) ที่กล่าวว่า การช่วยให้เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ

1. ครูให้หลักเกณฑ์ซึ่งจะมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ แต่มีได้บอกผลลัพธ์ให้นักเรียนจะต้องเป็นผู้หาคำตอบเอง เช่น ในการสอนวิชาเรขาคณิต ครูให้หลักเกณฑ์มาว่า “เส้นตรงเส้นหนึ่งตั้งอยู่บนเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งมุมประชิดรวมกันเท่ากับสองมุมฉาก” ครูให้นักเรียนพิสูจน์ว่า “มุมรอบจุดใดๆ รวมกันย่อมเท่ากับสี่มุมฉาก”
2. ครูไม่ให้หลักเกณฑ์ แต่บอกผลลัพธ์ให้ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้าหรือสรุปกฎเกณฑ์ให้ได้ด้วยตนเอง เป็นต้น

จากลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้นั้น สามารถสรุปลักษณะของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ได้ว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นการสอนที่ครูพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวนักเรียนออกมาใช้ โดยใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน และใช้การอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำนักเรียนไปสู่การค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ครูให้หลักเกณฑ์ซึ่งจะมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาได้ แต่ไม่ได้บอกผลลัพธ์ให้นักเรียนจะต้องเป็นผู้หาคำตอบเอง
2. ครูไม่ให้หลักเกณฑ์ แต่บอกผลลัพธ์ให้ ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นคว้า หรือสรุปกฎเกณฑ์ให้ได้ด้วยตนเอง

1.3 ขั้นตอนของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

Moore and Quinn (1994: 213 – 214) กล่าวว่าวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะจะสำเร็จได้ก็ขึ้นอยู่กับการวางแผนในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของผู้สอนจะต้องเป็นผู้นำทางให้นักเรียนพบความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้อื่นใหม่ให้ได้ ดังนั้นจึงเสนอแนะวิธีการดำเนินการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะดังนี้

1. การเลือกปัญหา ควรเลือกปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนพบเห็นเป็นประจำ และเป็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามและคำแนะนำที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดและวิเคราะห์ปัญหา
2. เสนอวิธีการแก้ปัญหาที่คาดว่าจะเป็นไปได้ ผู้สอนจะต้องจัดให้มีและแนะนำแหล่งข้อมูลที่มีรายละเอียดสัมพันธ์กับปัญหา เมื่อนักเรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผู้สอนควรให้นักเรียนไตร่ตรองก่อนตัดสินใจเลือกวิธีนั้น ๆ
3. รวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำ และเทคนิคในการรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์และตีความข้อมูล ผู้สอนควรชี้แนะนักเรียนในการหาความเป็นเหตุเป็นผลของสมมติฐาน
5. การสรุป การตีความข้อมูลต้องทำอย่างระมัดระวัง ผู้สอนสามารถช่วยชี้กรอบกว้างๆ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์และการใช้คำถามนำ ซึ่งการช่วยเหลือของครูจะช่วยพัฒนาทักษะต่างๆของนักเรียนในการเข้าถึงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล
6. ทดสอบข้อสรุป ข้อสรุปต้องได้รับการทดสอบและทบทวนซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการแก้ปัญหาโดยการค้นพบ

Enggen and Kauchak, 2006; Mayer 2004 (อ้างถึงใน Donald Kauchak and Paul Eggen, 2008: 401) กล่าวถึงขั้นตอนของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะไว้ดังนี้

1. **ขั้นนำและทบทวน** ครูนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ ที่ใช้สำหรับทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน และกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและนำเสนอหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่
2. **ขั้นพัฒนาความเข้าใจ** ครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะค้นพบ โดยมีกรชี้แนะด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การใช้เอกสารแนะแนวทาง การใช้คำถาม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสังเกตหรือวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูลเพื่อระบุลักษณะของโมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับครูและเพื่อน

3. ขั้นสรุปความเข้าใจ ครูชี้แนะให้นักเรียนร่วมกันสรุปมโนทัศน์หรือวิธีการ ที่ค้นพบจากตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหา เพื่อสร้างเป็น ความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องและสมบูรณ์เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้

4. ขั้นการนำไปใช้ ครูใช้คำถามชี้แนะเพื่อให้นักเรียนระบุตัวอย่างเพิ่มเติม ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ วิธีการทางคณิตศาสตร์หรืออธิบายเหตุการณ์ในชีวิตจริงที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ แล้วนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ

พรณี ช. เจนจิต (2545: 207) สรุปการจัดการสอนของ บรูเนอร์ (Bruner) ว่าเป็น การค้นพบจากการชี้แนะโดยที่มีการจัดเค้าโครง (Structure) และมีการจัดประสบการณ์เพื่อกระตุ้นให้เกิดการหยั่งรู้ (Intuitive thinking) ในชั้นเรียน ซึ่งบรูเนอร์ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของ “เค้าโครง” ในการสอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นพื้นฐาน จะช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น
2. จัดสิ่งที่เรียนให้เป็นระเบียบ จะช่วยให้เข้าใจสิ่งที่เรียนไปได้ง่ายขึ้น
3. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ หรือความคิดที่เป็นพื้นฐานอันจะเป็นทางนำไปสู่การค้นพบการเรียนรู้แบบ “การถ่ายโยงความรู้”
4. การจัด “โครงสร้าง” จะช่วยให้การเรียนรู้ต่อเนื่องกัน ไม่มีช่องว่าง

ระหว่าง
ความรู้ที่เป็นพื้นฐานกับความรู้ในขั้นสูง

วัตินาพร ระวังทุกข์ (2542: 17 - 18) กล่าวถึงขั้นตอนในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ ดังนี้

1. กำหนดประเด็นหรือข้อมูลที่จะให้ผู้เรียนศึกษาและข้อสรุปที่ต้องการให้เขาสร้างขึ้นจากประสบการณ์การเรียนรู้ของเขา
2. จัดสื่อและกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ในการสรุปข้อความรู้
3. ให้ผู้เรียนเขียนข้อสรุปของเนื้อหา
4. ให้ผู้เรียนระบุลำดับของรูปแบบเหตุการณ์ที่ประกอบเป็นเนื้อหา
5. ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของรูปแบบเหตุการณ์ และสรุปเป็นประโยคที่สมบูรณ์หนึ่งประโยค

6. ให้ผู้เรียนพิสูจน์ว่าการสรุปนั้นถูกต้อง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 31-32) กล่าวถึงวิธีสอนแบบค้นพบมีขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียนผู้สอนกระตุ้นและเร้าความสนใจของผู้เรียนให้สนใจที่จะศึกษาบทเรียน
2. ขั้นเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 2.1 ผู้สอนใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยในตอนแรก เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบข้อสรุป
 - 2.2 ผู้สอนใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย เพื่อให้ผู้เรียนนำข้อสรุปที่

ได้ในข้อ 2.1 ไปใช้เพื่อเรียนรู้หรือค้นพบข้อสรุปใหม่ในตอนที่สอง โดยอาศัยเทคนิคการซักถามโต้ตอบ หรืออภิปราย

3. ชี้นำไปใช้ ผู้สอนให้ผู้เรียนนำเสนอแนวทางการนำข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอาจจะใช้วิธีการให้ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริงหรือไม่

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545: 49) กล่าวถึงวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ครูใช้คำถามกระตุ้นหรือยกสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
2. นักเรียนหาวิธีการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย
3. อภิปรายและแก้ปัญหา
4. หาข้อสรุป
5. ประเมินผล

จากขั้นตอนของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ได้มีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของวิธีสอนแบบค้นพบและวิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะไว้หลายรูปแบบ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ของ Eggen and Kauchak (2006) และ Mayer (2004) ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการสอนได้ดังนี้

1. ชี้นำและทบทวน (Introduction and Review)
2. ชี้นำพัฒนาความเข้าใจ (Developing understanding)
3. ชี้นำสรุปความเข้าใจ (Closure)
4. ชี้นำการนำไปใช้ (Application)

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

ข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

นักการศึกษาได้สรุปข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบไว้ดังนี้

Bruner (1960: 179) กล่าวถึงส่วนดีของวิธีสอนแบบค้นพบว่าเป็นวิธีการที่พัฒนาสติปัญญาของนักเรียน

1. เพิ่มแรงจูงใจภายใน
2. นักเรียนที่ได้ค้นพบด้วยตนเองจะรู้วิธีศึกษาทำงาน และการแก้ปัญหา
3. จำสิ่งที่เรียนไปนาน เพราะนักเรียนเป็นผู้กระทำด้วยตนเอง

Ausubel (1968: 168) กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมการแสดงออกในการทำงานโดยวิธีค้นคว้าให้กับหมู่เพื่อนได้
2. นักเรียนได้มีอิสระในด้านความคิด ความเข้าใจที่จะรับผิดชอบว่า ควรจะ

จัดการอย่างไรกับตนเอง

Lardizabal, et al. (1969: 153) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. นักเรียนสามารถจำได้นานและมีความหมายมากกว่าการเรียนรู้จากครู

โดยตรง

2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนค้นพบ และพยายามหาแนวทางใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหา
3. นักเรียนสามารถเข้าถึงความรู้ใหม่ ๆ ด้วยความมั่นใจ
4. ช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและความสนใจของนักเรียนตลอดจนช่วยพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อการทำงานในภายหน้า

Kellough and Roberts (1994: 63-64) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ด้วยวิธีไหน อย่างไร ช่วยพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ ๆ และยังช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ ๆ ได้ง่ายขึ้น
2. ช่วยสร้างความพึงพอใจและความภาคภูมิใจให้กับตัวเอง ในขณะที่เดียวกันยังช่วยกระตุ้นให้อยากที่จะเรียนรู้ต่อไปอีก
3. การเรียนรู้แบบค้นพบ จะช่วยให้การเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเองมีโอกาสประสบความสำเร็จสูง
4. ช่วยให้นักเรียนจำได้ง่ายและจำได้นาน

Moore and Quinn (1994 : 215) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

1. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ
 2. ช่วยให้ผู้เรียนอยากรู้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ
 3. ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้แบบค้นพบผู้เรียนจดจำได้นาน
 4. ช่วยสร้างคุณลักษณะที่ดีทางสังคม เช่น การทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น
- ทักษะการวางแผน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความมุ่งมั่นที่จะประสบความสำเร็จ

โสภณ บำรุงสงฆ์ ; และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520: 27) กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. เป็นวิธีที่ช่วยให้เด็กจดจำสิ่งที่ตนได้ค้นพบได้นาน และเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
2. เด็กมีอิสระในการคิด ได้รับการส่งเสริมให้ค้นพบ ทดสอบสูตร และกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้เด็กเรียนรู้เรื่องใหม่อย่างเข้าใจ มั่นใจ เพราะได้เริ่มจากความรู้อันเดิมที่มีอยู่ แล้วค่อย ๆ ก้าวไปสู่ความรู้เรื่องใหม่
4. ส่งเสริมให้เด็กได้มีโอกาสได้ใช้พลังงาน ใช้ความคิดของตนเองอันเป็นสิ่งเร้าให้เด็กมีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 88) กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลเกิดความเข้าใจ และสามารถจำได้นาน
2. ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียน
3. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลเพื่อที่จะสามารถหาข้อสรุปกฎเกณฑ์ต่างๆได้

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 66) กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. การที่ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้สามารถจดจำความรู้นั้นได้นาน มีความภาคภูมิใจและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้
2. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่ตนศึกษาต่อไปอีก
3. ผู้เรียนพัฒนาทักษะและเจตคติที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
4. ผู้เรียนพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการหยั่งรู้ (Intuitive Thinking)
5. ผู้เรียนรู้จักการอ้างอิงโดยคิดอย่างมีเหตุผล ทั้งแบบอุปนัย (Inductive) และแบบนิรนัย (Deductive)
6. ผู้เรียนเข้าใจงานของนักปราชญ์อย่างลึกซึ้ง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 33) กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล
2. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่ค้นพบได้นานและเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
3. ผู้เรียนมีความมั่นใจเพราะได้เรียนรู้สิ่งใหม่อย่างเข้าใจจริง
4. ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความคิด
5. ปลุกฝังนิสัยรักการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง
6. ก่อให้เกิดแรงจูงใจ ความพึงพอใจในตนเองต่อการเรียนสูง
7. ผู้เรียนรู้วิธีสร้างความรู้ด้วยตนเอง เช่น การหาข้อมูล การวิเคราะห์และสรุปข้อความรู้
8. ทักษะที่เรียนจากการค้นพบจะถ่ายทอดไปยังการเรียนเรื่องใหม่ได้โดยง่าย
9. เหมาะกับผู้เรียนที่ฉลาดมีความเชื่อมั่นในตนเองและมีแรงจูงใจสูง

ข้อจำกัดวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

Ausubel (1968: 168) กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบสรุปได้ว่า

1. ผู้เรียนท้อถอยเบื่อหน่าย
2. ไม่มีหลักการในการสร้างความคิดรวบยอดในทางปฏิบัติเกี่ยวกับการทำความเข้าใจในด้านความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม

Lardizabal, et al. (1969: 153) กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบ ดังนี้

1. การสอนแบบค้นพบไม่เหมาะกับการสอนเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นของแต่ละวิชา
2. นักเรียนอาจใช้ความรู้สึกของตนเองประเมินเหตุการณ์ต่างๆ แล้วด่วนสรุปผล โดยไม่พิจารณาให้รอบคอบ
3. นักเรียนที่มีความสามารถปานกลางจะประสบความสำเร็จในการเรียนแบบค้นพบด้วยตนเองจำนวนไม่มาก

Hyman (1974: 182) กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. การค้นพบเป็นวิธีการที่เพิ่มเวลาและค่าใช้จ่ายในการสอนอย่างมาก
2. วิธีการค้นพบให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน นักเรียนต้องแก้ไขด้วยตนเอง บางครั้งคร่อมองข้ามตัวนักเรียนไป ทำให้เกิดความยุ่งยากที่หลังวิธีนี้ไม่เหมาะสมกับนักเรียนทุกระดับ

Moore and Quinn (1994: 215–216) กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนรู้แบบค้นพบไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบค้นพบเป็นกระบวนการของความร่วมมือความรู้ใหม่ที่ได้เป็นผลเกิดจากความร่วมมือของนักเรียนในกลุ่มซึ่งจะต่างจากการเรียนบางแบบที่จะเป็นแบบการแข่งขันระหว่างบุคคล เมื่อไม่มีลักษณะของการแข่งขัน อาจจะทำให้นักเรียนขาดความมุ่งมั่นในการเรียน

2. การเรียนแบบค้นพบไม่เหมาะกับหัวข้อที่มีเนื้อหาหนัก หรือเนื้อหากว้างเกินไป

ยุพิน พิพิธกุล (2523: 148) กล่าวถึง ข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบไว้ ดังนี้

1. ถ้าครูไม่รู้วิธีสอนถ่องแท้ก็จะทำให้เสียเวลา เพราะเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละเรื่องนั้นจะต้องรู้จักเลือกวิธีสอนให้เหมาะสม
2. ถ้าครูให้นักเรียนค้นพบโดยวิธีอุปนัย ครูมักพยายามให้นักเรียนกำหนดนัยทั่วไปเพื่อให้นักเรียนดูตัวอย่างที่คล้าย ๆ กัน บางทีนักเรียนก็ไม่ทราบว่าจะตอบอย่างไร เพราะครูไม่ได้แนะแนวทางก็จะแข่งขันกันด้วยการเดา
3. ครูมักจะพยายามให้นักเรียนสรุปหรือกำหนดนัยทั่วไปทั้ง ๆ ที่นักเรียนไม่รู้ศัพท์ของคำที่จะกล่าวถึงนั้นหรือบางทีก็ให้สรุปจากตัวอย่างเพียง 2 - 3 ตัวอย่าง และนักเรียนยังมองไม่เห็นแนวทาง

บุญชม ศรีสะอาด (2541: 66) กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. วิธีนี้ผู้เรียนจะใช้เวลามาก
2. ตำราและสื่อการเรียนอื่น ๆ ในปัจจุบันมักทำในรูปของการบอกความรู้ให้กับผู้เรียนมากกว่าการให้ผู้เรียนค้นพบความรู้เอง
3. ผู้เรียนมักค้นพบสิ่งต่าง ๆ นอกเหนือไปจากสิ่งที่มุ่งหวังให้ค้นพบ
4. ผู้เรียนบางคนไม่สามารถค้นพบความรู้ตามที่คาดหวังไว้

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545: 33) กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบว่า

1. ต้องใช้เวลาในการสอนมากพอสมควร
2. ไม่เหมาะกับชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมาก เพราะผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้าจะเกิดความท้อแท้ใจเมื่อเห็นเพื่อนในห้องทำได้
3. วิธีการสอนแบบค้นพบเหมาะสำหรับเนื้อหาบางตอน และเนื้อหาที่ไม่เคยเรียนมาก่อนเท่านั้น
4. วิธีการสอนแบบค้นพบที่ต้องคิดเหตุผลและตั้งสมมติฐานเหมาะกับผู้เรียนในวัยที่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับนามธรรมได้

5. ผู้เรียนที่มีความสามารถไม่มากนัก จะมีความยุ่งยากใจมากในการเรียนโดยวิธีนี้ โดยเฉพาะที่ต้องสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

จากข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบที่กล่าวมาข้างต้น แม้จะไม่มีนักการศึกษาท่านใดที่กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการสอนค้นพบจากการชี้แนะโดยตรง แต่จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ พบว่า วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery) ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวมาแล้ว จึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะมีข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้

ข้อดีของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

1. ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ได้เรียนรู้และค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจสิ่งที่ค้นพบได้อย่างลึกซึ้งและจำได้นาน
2. ผู้เรียนได้มีพัฒนาการทางด้านความคิด มีการพัฒนาทักษะทางด้านความจำ และมีโอกาสในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆมาช่วยในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย
3. ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ในการทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างชัดเจน และจดจำความรู้นั้นได้ดี
4. ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ เมื่อมีโอกาสในการค้นพบสิ่งที่ชอบด้วยตนเอง

ข้อจำกัดของวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

1. ต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากพอสมควร
2. ไม่เหมาะกับหัวข้อที่มีเนื้อหาที่ยาก และนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพราะนักเรียนที่เรียนรู้ช้า จะเกิดความท้อแท้ใจ
3. ผู้สอนต้องเตรียมการสอนและคำถามที่ใช้ในการชี้แนะมาอย่างดีในการสอน เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดขณะสอน
4. เป็นการเรียนที่ต้องคิด ใช้เหตุผล มีการตั้งสมมติฐาน จึงไม่เหมาะกับนักเรียนในวัยที่ไม่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่นามธรรม

2. เทคนิค Think-Pair-Share

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเทคนิค “think-pair-share” โดยมีผู้แปลเป็นภาษาไทยไว้หลายคำ เช่น เทคนิคคู่คิด เทคนิคเพื่อนคู่คิด เทคนิคคู่คิดอภิปราย เทคนิคคิดเดี่ยว-คิดคู่-ร่วมกันคิด เทคนิค Think-Pair-Share เป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดขึ้น จึงใช้คำแทน “think-pair-share” ด้วยคำว่า “เทคนิค Think-Pair-Share”

2.1 ความหมายของเทคนิค Think-Pair-Share

Millis, Barbara J. and Cottell, Philip G. (1998: 73-74) ได้กล่าวถึงเทคนิค Think-Pair-Share ว่า ในการเริ่มกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ครูตั้งคำถามที่ต้องใช้ความเข้าใจ มักเป็นคำถามแบบการสอบสวนให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่ง เพื่ออภิปรายการตอบคำถาม เมื่อได้ข้อสรุป นักเรียนยกมือเสนอคำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียนและก่อนที่ครูจะให้นักเรียนคู่ นั้น เสนอคำตอบตรวจสอบเวลาให้นักเรียนคิดหาคำตอบได้ก่อน และเพื่อให้นักเรียน มีโอกาสในการทอ้งคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในชั้นเรียน เพื่อเพิ่มพูนทักษะการสื่อสารทางวาจาและความมั่นใจ

Kagan, Spencer (1998) ได้กล่าวถึงเทคนิค Think-Pair-Share ว่าเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคน คิดและตอบคำถามที่ครูเตรียมไว้ จากนั้นนำคำตอบที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่จับคู่ แล้วจึงนำเสนอความคิดหรือคำตอบของตนเองกับเพื่อนต่อชั้นเรียนหรือกลุ่มอื่นๆ เพื่ออภิปราย หาข้อสรุปร่วมกันจากนักเรียนทั้งชั้น

Krintin L. Getter and D. Bradley Rowe (2008: 39) ได้กล่าวถึงเทคนิค Think-Pair-Share ว่าเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลุ่มที่ไม่ได้มีการเตรียมไว้ก่อนหน้า และใช้เวลาไม่มากในการทำกิจกรรม โดยเริ่มจากผู้สอนตั้งคำถามที่ยากหรือคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนแต่ละคนคิดเกี่ยวกับปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำคำตอบหรือวิธีการที่ได้ไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนคู่ของตนเองจนได้เป็นคำตอบหรือวิธีการใหม่อีกครั้งที่กระชับมากขึ้นท้ายที่สุดนำคำตอบหรือวิธีการไปแลกเปลี่ยน กับชั้นเรียน วิธีการนี้เป็นการส่งเสริมความรับผิดชอบรายบุคคล ซึ่งผู้สอนอาจเรียกนักเรียนคนไหนก็ได้จากการสุ่ม เพื่อให้นักเรียนอธิบายคำตอบหรือวิธีการของตัวเอง.

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544: 33) ได้กล่าวถึงเทคนิค Think-Pair-Share ว่ากิจกรรมนี้เป็นกลยุทธ์ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างเสรี ให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมการแสดงความคิดเห็นก่อนที่จะได้แนวคิดจากผู้เรียน กลยุทธ์นี้ใช้ได้ง่ายและประสบความสำเร็จอย่างสูงในทุกๆวิชา และทุกระดับชั้นของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากให้ผู้เรียนตั้งใจฟังคำถามของครูและให้นักเรียนแต่ละคนคิด แล้วให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อนในห้อง เพื่ออภิปรายความคิดที่เกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้น หลังจากนั้นให้นำเสนอกลุ่มใหญ่ แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ซึ่งวิธีนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็น

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545: 138) ได้กล่าวถึง รูปแบบเทคนิค Think-Pair-Share ว่าเป็นรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากการจับคู่กันคิด แล้วนำความคิดของทั้งคู่มาริปรายในกลุ่มเพื่อให้ได้ความคิดของกลุ่มเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาพฤติกรรมทางสังคม ควบคู่ไปกับความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข (2551: 49) กล่าวถึง เทคนิค Think-Pair-Share ว่าเป็นเทคนิคโดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม โดยสมาชิกแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของตนหรือของเพื่อนที่เป็นคู่เล่าให้เพื่อนๆ ทั้งชั้นฟัง

จากที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับเทคนิค Think-Pair-Share สามารถสรุปได้ว่าเทคนิค Think-Pair-Share หมายถึง เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแบบหนึ่ง ที่ให้นักเรียนได้คิด อภิปราย แก้ปัญหาหรือค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยเริ่มจากครูตั้งคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาให้แก่ นักเรียนทั้งชั้น ให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำคำตอบของตนเองไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และนำผลที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันจากชั้นเรียน

2.2 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิค Think-Pair-Share

Lyman, F.T. (1981: 109-113) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. Think นักเรียนมีเวลา 30 วินาที หรือมากกว่าเพื่อที่จะคิดให้ได้คำตอบที่เหมาะสม เวลาที่ใช้รวมถึงการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบ
2. Pair หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่เพื่อแบ่งปันคำตอบและความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. Share คำตอบของนักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียน ในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออกถึงตนเอง รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง

Byerley (2002: 3) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share จะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ข้อ คือ

1. การคิด เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะกระตุ้นด้วยปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบ
2. การจับคู่ เป็นขั้นตอนที่สองที่จะให้ผู้เรียนจับคู่เพื่ออภิปรายปัญหา
3. การแลกเปลี่ยน เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

Johnson et al.(2006) กล่าวว่าเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share จะมีขั้นตอนอยู่ 3 ข้อ คือ

1. ครูนำเสนอคำถามปลายเปิดหรือปัญหาที่ยาก ให้นักเรียนแต่ละคนคิดเกี่ยวกับปัญหาหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

2. ครูให้นักเรียนอภิปรายการแก้ปัญหาร่วมกับเพื่อนคู่ของตนเองและร่วมกันคิดเกี่ยวกับคำตอบให้กระชับมากขึ้น

3. ครูให้นักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหากับชั้นเรียน

Levin. (2008 อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทวี, 2554: 27) กล่าวว่า เทคนิคการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. Think ครูกระตุ้นการคิดของนักเรียนโดยป้อนคำถามหรือสังเกตการณ์นักเรียน ควรใช้เวลาคิดสักครู่ เพื่อที่จะใช้ความคิดเกี่ยวกับคำถาม

2. Pair ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดให้ เช่น จับคู่กับเพื่อนที่นั่งใกล้ๆ กัน หรือกับเพื่อนที่นั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนแต่ละคู่ร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบที่แต่ละคนหามาได้ แล้วเปรียบเทียบความรู้ที่ได้มาจากความคิดของแต่ละคนหรือบันทึกสั้นๆ ที่แต่ละคนบันทึกมา เพื่อที่จะพิจารณาว่า คำตอบของฝ่ายไหนที่คิดว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด น่าเชื่อถือที่สุด และมีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์มากที่สุด

3. Share หลังจากให้นักเรียนช่วยกันคิดภายในคู่ของตนเอง ครูจะเรียกนักเรียนแต่ละคู่ให้มาแลกเปลี่ยนความคิดในคู่ของตนกับนักเรียนทั้งห้องเรียน

ขจรศักดิ์ หลักแก้ว (2551: online) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share จะมีขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ แบบคละความสามารถกลุ่มละ 2 – 4 คน

ขั้นที่ 2 ครูตั้งประเด็นสั้นๆ หรือโจทย์คำถาม

ขั้นที่ 3 ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองสัก 1-2 นาที

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนจับคู่กับเพื่อนแลกเปลี่ยนความคิดผลัดกันเล่าความคิดหรือคำตอบของตนให้เพื่อนฟังจนได้ข้อสรุปที่เห็นพ้องกัน

ขั้นที่ 5 ผู้เรียนคนใดคนหนึ่งสามารถอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้นได้หรือครูสุ่มบางคู่มารายงานหน้าชั้นเรียน

มนต์ชัย เทียนทอง (2551: 100) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของเทคนิค Think-Pair-Share ไว้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. Think เป็นการทำให้ผู้เรียนได้คิดและไตร่ตรองจากคำถามปลายเปิดหรือเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน

2. Pair เป็นการจัดให้ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ในประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปหรือตอบคำถามที่ต้องการ

3. Share เป็นการสลายจากการจับกลุ่มกันเป็นคู่ๆ แล้วสรุปผลการค้นหา คำตอบร่วมกันทั้งชั้น เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุปและอภิปรายผลการค้นพบ

ชณิตาภา บุญประสม (2554 อ้างถึงใน สุพิรา ดาวเรือง, 2555: 30) กล่าวว่า วิธีการของเทคนิค Think-Pair-Share มีดังนี้

1. ผู้สอนตั้งประเด็นของปัญหากับผู้เรียนทั้งชั้นเรียน
2. ผู้เรียนแต่ละคนค้นหาคำตอบอย่างอิสระ โดยลำพัง
3. ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ แล้วให้ร่วมกันคิดระหว่างกัน เพื่อหาข้อสรุป
4. นำผลสรุปเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อหาข้อสรุปของประเด็นคำถามจาก

ผู้เรียนทั้งชั้น เทคนิค Think-Pair-Share นับเป็นเทคนิคที่ง่าย สะดวกและใช้เวลาไม่มาก และใช้ได้ผลดีในการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share เป็นการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้นักเรียนจับคู่กัน 2 คนแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน เพื่อถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้เทคนิค Think-Pair-Share ผู้วิจัยใช้จัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. เมื่อครูนำเสนอปัญหาหรือคำถาม ให้นักเรียนแต่ละคนคิดเกี่ยวกับปัญหา เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา หรือคำตอบที่เป็นไปได้
2. ครูให้นักเรียนอภิปรายการแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบร่วมกับเพื่อนคู่ของตนเองและร่วมกันหาข้อสรุปของคุณเองให้กระชับมากขึ้น
3. ครูให้นักเรียนนำเสนอข้อสรุปของคุณเองที่ได้กับชั้นเรียน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุปและอภิปรายผลการค้นพบ

2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิค Think-Pair-Share

มีนักวิชาการกล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

ข้อดีของเทคนิค Think-Pair-Share

Lyman (1987: 1-2) ได้กล่าวถึงข้อดีของเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

1. เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้เร็ว
2. เป็นเทคนิคที่ไม่ต้องใช้เวลาเตรียมการมาก
3. การตอบโต้ภายในตัวบุคคลกระตุ้นให้นักเรียนเป็นจำนวนมากมีความสนใจอย่างแท้จริง ในด้านความรู้
4. ครูสามารถตั้งคำถามได้หลายแบบและหลายระดับ

5. ทำให้รวมความสนใจของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก สามารถตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน

6. ครูสามารถเข้าใจนักเรียนด้วยการฟังนักเรียนกลุ่มต่างๆ ระหว่างการทำกิจกรรมและจากการรวบรวมคำตอบในตอนท้ายชั่วโมงเรียน

7. ครูสามารถทำกิจกรรมที่ใช้หลักแบบเพื่อนคู่คิดได้หนึ่งครั้งหรือหลายๆ ครั้ง ในระยะเวลา 1 คาบเรียน

Eison (2008: online) ได้สรุปถึงข้อดีของเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

1. สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีศักยภาพในทุกชั้นเรียนที่มีขนาดใหญ่
2. ส่งเสริมให้นักเรียนมีการโต้ตอบในเนื้อหารายวิชา
3. ทำให้นักเรียนประมวลความคิดของตนเองก่อนนำไปแบ่งปันกับคนอื่น
4. สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้นได้

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544: 37-38) ได้สรุปถึงข้อดีของเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับความรู้ที่มีความหมายนักเรียนสามารถนำไปใช้ ทั้งในเนื้อหาเดียวกันหรือต่างกัน ตลอดจนช่วยเตรียมนักเรียนให้ออกไปใช้ชีวิตในโลกของความเป็นจริง ซึ่งเป็นโลกที่ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจมากกว่า การแข่งขันแบบเผชิญหน้า

2. ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด ได้ศึกษาค้นคว้า ทำงานและแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ของตนเองซึ่งจะทำให้ นักเรียนมีอิสระในการตัดสินใจด้วยตนเอง

3. ผู้เรียนได้รับความรู้ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจลึกซึ้ง

4. ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา มีมนุษยสัมพันธ์ และมีทักษะการสื่อความหมาย จากการทำงาน อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยน และให้ความร่วมมือซึ่งกันและกัน

5. ผู้เรียนได้รู้จักและเข้าใจตนเองดีขึ้น ในด้านการทราบข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

6. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ กล้าแสดงออกต่อหน้าเพื่อนคนอื่นๆ โดยไม่กลัวว่าจะพูดผิด

7. ฝึกทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี รวมทั้งการเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่น

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2547:12) ได้สรุปข้อดีของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

1. จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการสื่อสารให้ของตนเข้าใจ
2. ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น

3. ช่วยทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น

4. ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปข้อดีของเทคนิค Think-Pair-Share ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆด้วยตนเอง
2. ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดและทักษะการแก้ปัญหา
3. ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสื่อสาร แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคน

อื่นๆ

4. ทำให้นักเรียนจัดระบบความคิด รวบรวมออกมาเป็นคำพูดตลอดจน

เลือกวิธีการนำเสนอต่อหน้าเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ

5. ทำให้นักเรียนมีทักษะทางสังคมตลอดจนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน

เพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ข้อจำกัดของเทคนิค Think-Pair-Share

ถึงแม้การเรียนแบบร่วมมือจะเป็นวิธีการที่มีข้อดีและมีคุณค่า แต่ก็อาจมีข้อจำกัดได้หลายประการ กล่าวคือ (ชลธิชา ทับทวี, 2554:40)

1. ปัญหาความสัมพันธ์ส่วนตัวของนักเรียน (Interpersonal problem) หากนักเรียนที่จับคู่กัน มีปัญหาความสัมพันธ์ส่วนตัว อาจทำให้เทคนิค Think-Pair-Share ใช้ได้ผลไม่ดี เนื่องจากขาดความร่วมมือที่ระหว่างนักเรียน

2. ปัญหาที่สมาชิกของกลุ่มไม่รับผิดชอบ ปล่อยให้เพื่อนคนใดคนหนึ่ง คิดและแก้ปัญหาคนเดียว จนอาจทำให้เพื่อนที่คิดแก้ปัญหาคนเดียวเกิดความเบื่อหน่ายหรือหมดกำลังใจ

3. สมาชิกบางคนพูดมากเกินไปและไม่ฟังผู้อื่น จนทำให้สมาชิกคนอื่นๆ ไม่ได้แสดงความคิดเห็นหรือนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย

จากข้อจำกัดที่กล่าวมา ครูจะต้องสังเกตติดตามการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อปรับปรุงพฤติกรรมให้เหมาะสมต่อไป

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Communication) เป็นมาตรฐานหนึ่งในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นทักษะ/กระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะจะเป็นตัวการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ สิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมและเป็นการเชื่อมโยงความคิดระหว่างนักเรียนกับผู้สอน ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดของตนได้ชัดเจนมากขึ้น และผู้สอนสามารถประเมินความคิดและความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

3.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

NCTM (1989: 214) เสนอว่า การสื่อสารเป็นความสามารถของนักเรียน ในการใช้ คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงและทำความเข้าใจแนวคิด เป็นการ ผสมผสานความรู้และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายความเข้าใจของตนเอง โดยนักเรียน จะเข้าใจความคิดของตนเองอย่างลึกซึ้ง เมื่อนักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ได้พิสูจน์ ความมีเหตุผลของตนเองต่อคนอื่น หรือเมื่อนักเรียนได้ตั้งโจทย์หรือคำถาม ด้วยวิธีการสื่อสารที่ หลากหลาย เช่น การเขียน การฟัง และการพูด

Kennedy and Tipps (1994: 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็น เป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง ข้อมูลความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Rey and other (2001: 83) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ รวบรวมแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูดและการเขียน เพื่อแสดงและอธิบายแนวคิดโดยเฉพาะ การสื่อสารสองทาง ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบาย รวบรวม และขยายแนวคิดแลกเปลี่ยนแนวคิดกับ คนอื่น โดยใช้การสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย เช่น การสื่อสารด้วยภาพ การ แสดงท่าทาง การเขียนกราฟ การเขียนแผนภูมิ และการใช้สัญลักษณ์ไปพร้อมกับการใช้ทั้งการพูด และการเขียน

อลิสรา ชมชื่น (2550: 50) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความ สามารถในการใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อสื่อสาร นำเสนอ อภิปราย อธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดย การพูด การฟัง การอ่านและการเขียนได้อย่างถูกต้องและกระชับ

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552: 52) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นเป็น การใช้การพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อ แสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

อัมพร ม้าคนอง (2553:56) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถ ในการอธิบาย ชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน การ แสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ โดยการใช้อักษร ภาพหรือค่าสถิติ ในการอธิบายหรือ นำเสนอข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 62) กล่าวว่า การสื่อสาร ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นกระบวนการสื่อสารที่นอกจากนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสาร

การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดูและการแสดงท่าทางตามปกติแล้ว ยังเป็นการสื่อสารที่มีลักษณะพิเศษ โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลอง เป็นต้น มาช่วยในการสื่อความหมายด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 79) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นความสามารถในการพูดและเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปภาพ และแบบจำลอง เพื่อแสดงหรืออธิบายแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีความกระชับ ชัดเจนและเหมาะสม

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนการใช้การพูดหรือการเขียน เพื่ออธิบาย แสดงความเข้าใจหรือความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ ตาราง แบบจำลอง หรือโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมาย และความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและชัดเจน

3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การสื่อสารมีส่วนสำคัญในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ดังที่นักวิชาการได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารไว้ดังนี้

NCTM. (1989: 26, 214) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการหรือสามัญสำนึกไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นวัตถุ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ คำพูดและการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิดและเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน โดยที่การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความคิดและสามารถเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ดังที่ได้ระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1) สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิต และการแสดงให้เห็นภาพ

2) สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดยการพูด การเขียนหรือภาพต่างๆ

3) สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบาย ความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

นอกจากนี้ ยังมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) การพูดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ เรียนรู้วิธีการคิด มีความชัดเจนในสิ่งที่คิด อันเนื่องมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ดังที่ Hoyles (สมเดช บุญประจักษ์, 2540:44 อ้างถึงใน Educational Studies in Mathematics, 1985:206-207) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้พูดอภิปราย ทำให้เกิดการผสมผสานความรู้ได้อย่างดี แต่ทุกคนสามารถขยายแนวคิดของกันและกัน ช่วยให้เกิดความชัดเจนในงานหรือกระบวนการทำงาน

2) การเขียนเป็นการสื่อสารที่มีคุณค่าอย่างหนึ่ง เพราะการเขียนทำให้เกิดความชัดเจนในแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น (Lappan and Schram, 1989: 16)

3) การอ่านนับว่าเป็นการสื่อสารที่จำเป็นเพราะแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะต้องประสบ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของหนังสือ เอกสารหรือสิ่งพิมพ์ต่างๆ นักเรียนจึงควรได้ฝึกอ่านและทำความเข้าใจรายละเอียดในบทเรียนด้วยตนเองจากหนังสือหรือเอกสาร เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการศึกษาค้นคว้า หาข้อสรุปด้วยตนเองมากกว่าจะเป็นเพียงผู้คอยรับจากครูเท่านั้น (Lappan and Schram, 1989: 17)

4) การนำเสนอแนวคิด (Representing) เป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุด เพราะการแสดงแนวคิดจะรวมถึงการแปลงปัญหาและแนวคิดไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งที่คุ้นเคยหรือเข้าใจง่าย เช่น เขียนแทนด้วยแผนภาพ แผนภูมิหรือกราฟ และในทางกลับกัน มีการให้แปลแผนภาพ แผนภูมิหรือรูปภาพ ไปสู่สัญลักษณ์และประโยคภาษา (NCTM, 1989: 27)

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจ ทฤษฎีบท กฎนิยามต่างๆทางคณิตศาสตร์ โดยการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและพัฒนาความสามารถด้านภาษา สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้

3.3 มาตรฐานของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000: 21 อ้างถึงใน ปานทอง กุลนาถศิริ, 2543: 21) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการสื่อสาร ดังนี้ โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้การสื่อสารและสื่อความหมาย เพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ทุกคนสามารถ

- จัดระเบียบทางความคิด เพิ่มพูนความรู้และสร้างความคิดทางคณิตศาสตร์ ให้แข็งแกร่งมั่นคงยิ่งขึ้น
- แสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ชัดเจน แก่เพื่อนๆ ครู และบุคคลอื่นได้
- ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยในการพิจารณาวิธีต่างๆ ได้

- สามารถที่จะใช้ภาษาคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงความหมายที่ชัดเจนถูกต้อง และรัดกุม

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอน ควรให้สอดคล้องกับโปรแกรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสเรียนคณิตศาสตร์ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ อย่างมีศักยภาพ.

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2552: 54-56) ได้กำหนดมาตรฐานการ สื่อสารทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ให้บรรลุผลตรงกันไว้ในตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมี รายละเอียดตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการสื่อสารทางคณิตศาสตร์			
ป.1 – ป.3	ป.4 – ป.6	ม.1 – ม.3	ม.4 – ม.6
ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนออย่างถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนออย่างถูกต้องและเหมาะสม	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนออย่างถูกต้องและชัดเจน	

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 138) ได้กล่าวถึง มาตรฐานทางด้าน การสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

มาตรฐานด้านการสื่อสาร : นักเรียนสามารถ

1. ใช้การสื่อสารช่วยในการจัดระบบความคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. สื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์กับเพื่อน ครูและบุคคลอื่น ๆ ได้อย่างเป็นเรื่องราว และชัดเจน
3. วิเคราะห์และประเมินความคิดและยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์ของบุคคลอื่นได้
4. ใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างตรงประเด็น

มาตรฐานด้านการนำเสนอ : นักเรียนสามารถ

1. สร้างและใช้การนำเสนอในการรวบรวม บันทึกและสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้
2. เลือกใช้ ประยุกต์ และปรับเปลี่ยนการนำเสนอทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ในการแก้ปัญหาได้

3. ใช้การนำเสนอในการจำลองและตีความปรากฏการณ์ทางกายภาพ ทางสังคม และทางคณิตศาสตร์ได้

3.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปตาราง กราฟหรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

NCTM (1989: 26) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ และการอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมการอ่าน การพูด การเขียนและการแสดงแนวคิด โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสในการชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล เพื่อให้ผู้อื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนทั้งการพูดและการฟัง

Rowan, T. and Morrow, L.J. (1993: 9-11 อ้างถึงในสมเดช บุญประจักษ์, 2540: 46) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่พบ
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราว หรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้อง และใกล้ตัวของนักเรียน ทำให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดสร้างสรรค์
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน
5. ในการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเกิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะโดยอ้อม (overt and covert clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

Buschman (1995: 325-329) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการสื่อสารไว้ดังนี้

1. เสนอปัญหาและคำตอบ และให้นักเรียนเขียนข้อความที่เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับคำตอบ
2. เสนอปัญหาที่แก้แบบผิดๆ ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อผิดพลาดนั้น
3. เสนอปัญหาที่ประกอบด้วยข้อมูล และเงื่อนไขหนึ่งของปัญหาให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่และมีข้อมูลและเงื่อนไขไม่แตกต่างจากปัญหาเดิม แล้วให้นักเรียนแก้ปัญหานั้น 2 ข้อ
4. เสนอปัญหาและวิธีแก้ปัญหบางส่วน แล้วให้นักเรียนหาทางแก้ปัญหาคงที่เหลือ และให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาแบบใหม่และอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้น
5. เสนอปัญหาและข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวกับคำตอบให้นักเรียนระบุข้อเท็จจริงเหล่านั้น และเขียนปัญหานั้นใหม่โดยตัดข้อเท็จจริงที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
6. เสนอปัญหาให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหานั้นโดยใช้เพียงคำสั้นๆ
7. หลังจากเรียนแก้ปัญหานั้นเสร็จแล้ว ให้นักเรียนเขียนปัญหาใหม่ที่มีบริบทแตกต่างกันไป แต่ยังคงมีโครงสร้างปัญหาเหมือนเดิม
8. เสนอปัญหาในชีวิตจริงที่ไม่มีตัวเลขแก่นักเรียน ให้นักเรียนประมาณคำตอบและตัวเลขที่หายไป
9. เสนอกราฟหรือตารางให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนเขียนเรื่องที่น่าเสนอข้อมูลในกราฟหรือตารางนั้น
10. เสนอปัญหาปลายเปิดให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหานั้น
11. ให้นักเรียนเขียนเรื่องราวใหม่โดยมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขอยู่ด้วยเพื่อใช้เป็นแหล่งในการสร้างโจทย์ปัญหา

กรมวิชาการ (2546ช: 201) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นการให้คติวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายแล้วนำความรู้ทางเรขาคณิตไปอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอในวิชาพีชคณิต เป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนรู้จักคติวิเคราะห์ปัญหา สามารถเขียนปัญหาในรูปแบบของตาราง กราฟ หรือข้อความ เพื่อสื่อสารความสัมพันธ์ของจำนวนเหล่านั้น การทำให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนวทางในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สามารถพัฒนาได้ โดยมีแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการสื่อสารนั้น ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแสดงแนวคิด อธิบาย แสดงเหตุผลของตนเอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การพูด แลกเปลี่ยนกับเพื่อนและครูอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในรูปของการใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน นอกจากนี้ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น มีวิธีแก้ปัญหายังไร เขียนแบบรูปความสัมพันธ์ของตัวแปร และควรใช้ภาพ ตาราง หรือแผนภาพใดประกอบการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

3.5 การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.5.1. การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Kennedy and Tipps (1994: 112) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representation)
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

NCTM (1989: 214-217) ได้ระบุว่าการประเมินผลความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรหาหลักฐานให้ผู้เรียนมีความ สามารถ ดังนี้

1. บรรยายความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด เขียน สานิตให้เห็นภาพได้
2. เข้าใจ แปลความหมายและประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์จากข้อมูล ที่พบเห็นจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบการเขียนหรือจากสิ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบปากเปล่าได้

3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ในการนำเสนอความคิดที่แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ความสามารถในการสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากการแสดงความหมายและมโนทัศน์ที่ผู้เรียนพูดออกมา การประเมินควรอยู่ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การสื่อสารระหว่างนักเรียนและการสื่อสารโดยการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ซึ่งการสื่อสาร หมายถึง การแสดงออกในรูปการใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ เครื่องหมาย โครงสร้างที่แสดงออกมา เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจและความสัมพันธ์ในสิ่งที่เรียนรู้

3.5.2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Kennedy and Tipps (1994: 112) กล่าวถึงเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representation)
 - ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

Suzanne Lane, et al.(1996: 264-266) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ซึ่งพัฒนาโปรแกรมการประเมินผลของแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education,1989) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูบริกเฉพาะ (Specific Rubric) สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 – 4 คะแนน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบบูรณาการ

ระดับคะแนน 4	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณให้สมบูรณ์ ถูกต้อง
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	ใช้ข้อมูลภายนอกให้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญทั้งหมดของปัญหาและแสดงความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น พิจารณาความเหมาะสมและวิธีที่เป็นระบบสำหรับการแก้ปัญหา แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจนและอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์และเป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน แสดงความเชี่ยวชาญ ในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบการให้เหตุผล
ระดับคะแนน 3	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการด้านคณิตศาสตร์เกือบสมบูรณ์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ถูกต้องเกือบทั้งหมด ปฏิบัติตามขั้นตอนการคำนวณได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก แต่อาจมีความผิดพลาดอยู่เล็กน้อย
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	ใช้ข้อมูลภายนอกให้ตรงประเด็น ตามคุณสมบัติที่เป็นแบบแผนและไม่เป็นแบบแผน ระบุส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของปัญหาและแสดงความเข้าใจทุกๆไปของความสัมพัทธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้ชัดเจนและอธิบายกระบวนการได้สมบูรณ์และเป็นระบบ
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์ การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ) แสดงการสนับสนุน การให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจจะมีช่องว่างเล็กน้อย
ระดับคะแนน 2	
ความรู้ทางคณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการบางส่วนในคณิตศาสตร์ ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ส่วนมากผิด การคำนวณอาจผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์	ระบุส่วนประกอบที่สำคัญได้บ้าง แต่แสดงความเข้าใจในความสัมพัทธ์ระหว่างส่วนประกอบนั้น แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขได้บ้าง แต่การอธิบายกระบวนการอาจไม่สมบูรณ์หรือบางที่ไม่เป็นระบบ

ระดับคะแนน 2	
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจนหรือมีสองนัย แผนภาพประกอบบกพร่อง หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
ระดับคะแนน 1	
ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	แสดงความเข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์ได้น้อยมาก ใช้คำศัพท์เฉพาะและสัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ผิด การคำนวณผิดพลาด
ความรู้เกี่ยวกับ กลยุทธ์	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบที่สำคัญของปัญหาผิด หรือเน้นส่วนประกอบที่ไม่สำคัญมากเกินไป แสดงหลักฐานอธิบายกระบวนการแก้ไขไม่สมบูรณ์หรือไม่เหมาะสม การอธิบายกระบวนการแก้ไขอาจจะไม่สมบูรณ์หรือบางที่ไม่เป็นระบบ
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือเข้าใจยาก แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์หรือไม่ชัดเจน การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความยาก
ระดับคะแนน 0	
ความรู้ทาง คณิตศาสตร์	แสดงความไม่เข้าใจในแนวคิดและหลักการในคณิตศาสตร์
ความรู้เกี่ยวกับ กลยุทธ์	พยายามใช้ข้อมูลภายนอกที่ไม่ตรงประเด็น ระบุส่วนประกอบของปัญหาผิด ลอกส่วนปัญหาของโจทย์มาแต่พยายามแก้ปัญหา
การสื่อสารทาง คณิตศาสตร์	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหา แผนภาพประกอบผิดพลาด

กรมวิชาการ (2546: 121-124) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการทำแบบทดสอบ
อัตรันัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การให้คะแนน การทำแบบทดสอบอัตนัย ทักษะกระบวนการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน / ความหมาย	ผลการทำข้อสอบแบบอัตนัย	ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
4 / ดีมาก	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดง ข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์
3 / ดี	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดง ข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ถูกต้อง ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
2 / พอใช้	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน หรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน หรือ การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือ ตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
1 / ต้องปรับปรุง	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตาราง และการนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
0 / ไม่พยายาม	ไม่ทำหรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ไม่นำเสนอ

จากแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ควรใช้สื่อหรือสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นหรือแสดงออกด้วยวิธีการหลากหลาย เช่น การตั้งคำถาม การพูด การแสดงความคิดเห็นหรือการนำเสนองานในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ แผนภาพ ตารางหรือกราฟ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งในกลุ่มย่อย และหน้าชั้นเรียน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ

4. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

NCTM (1991) ให้ความหมายของการเชื่อมโยงไว้ว่า เป็นการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

อัมพร ม้าคนอง (2546: 44) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองค้นพบ

อเนก พุทธิเดช (2548: 43) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่นำความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม และประสบการณ์ที่มีมาผสมผสานหรือมาสัมพันธ์กันทำให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยแบ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 84) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหา สารและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

จากที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการ วิธีการหรือประสบการณ์อื่นๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่นักเรียนพบได้

4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง เนื่องจากสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงไม่ได้มีข้อจำกัดว่าเกี่ยวข้องกับสาขาวิชาใดวิชาหนึ่ง เราจำเป็นต้องใช้ความรู้และทักษะจากหลายๆวิชา มาร่วมกันแก้ปัญหา (NCTM , 1991) นอกจากนี้การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการโดยมองเป็นภาพรวมไม่ได้แยกวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็นเนื้อหาย่อย จะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้ สามารถแก้ปัญหา และทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น ซึ่งการเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมีรากฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป (Dossey and others, 2002: 81-83) ซึ่งสอดคล้องกับสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 64 -66) ที่กล่าวว่า การเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้ง

และยาวนาน สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาเดิมได้ดีขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ในลักษณะที่เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาอีกด้วย

Shteingold (2001: online; House ,1995 ; Boss , 2003 :105 -114) กล่าวว่า การเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์แบบที่แยกออกเป็นส่วนๆ มาเป็นเนื้อหาที่มีลักษณะซับซ้อนและเชื่อมโยงกัน จึงทำให้นักเรียนมองว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญ และมีความสัมพันธ์กัน ทำให้นักเรียนสนุกสนาน มีชีวิตชีวา น่าสนใจและมีความสุขในการเรียนรู้ จนตระหนักว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตจริงและมีอยู่รอบๆตัวเรา

อัมพร ม้าคอง (2553: 60) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้โดยทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นๆได้

นอกจากนี้ ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน โดยการให้งานที่ครูออกแบบขึ้นซึ่งเป็นงานที่แสดงการเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ของเรื่องที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนัชชี (Fibonacci sequence) 1 ,1 , 2 , 3 , 5 , 8 , ... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิดได้

จากความสำคัญข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์และความจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพราะจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ลึกซึ้งและยาวนาน เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา กับสิ่งต่างๆรอบตัว ทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ มีประโยชน์และนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991) ได้แบ่งการเชื่อมโยงออกเป็นดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์ให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิตและตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมายมากขึ้น

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์

เศรษฐศาสตร์ สังคม กีฬา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงสภาพชีวิตจริง

Kennedy and Tipps (1994: 197-198) ได้เสนอตัวอย่างหัวข้อที่ครูสามารถสร้าง การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ โดยบางหัวข้อเป็นกิจกรรมรายบุคคล หรือเป็นกิจกรรม กลุ่มย่อย และอาจใช้เวลาอย่างน้อย แตกต่างกันไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

- การจดและบันทึกอุณหภูมิ ความเร็วลม และความดันอากาศ
- การโคจรของดาวเคราะห์
- การกำหนดมาตราส่วนและการสร้างระบบโซลาร์เซลล์

ตัวอย่างที่ 2 คณิตศาสตร์และสังคมศึกษา

- นาฬิกาทรายและนาฬิกาน้ำ
- การสร้างพีระมิดในประเทศอียิปต์
- การกำหนดมาตราส่วนในแผนที่ เปรียบเทียบลักษณะของภูมิประเทศ

ตำแหน่งที่ราบสูง ที่ราบต่ำ ส่วนที่สูงที่สุดและลึกที่สุด

ตัวอย่างที่ 3 คณิตศาสตร์และศิลปะ

- การวัดขอบกระดาษรอบจิตรกรรมฝาผนัง
- การวาดภาพทิวทัศน์
- การตัดกระดาษติดภาพของจิตรกรที่ทำการแบ่งสเกลในการวาดฉากหลัง

เวทีละคร

ตัวอย่างที่ 4 คณิตศาสตร์และสุขภาพ

- การวัดความสูงของนักเรียนบันทึกลงตารางและกราฟ
- การหาปริมาณแคลอรีที่รับเข้า
- การบันทึกพลังงานที่ใช้ไปในการออกกำลังกาย

Riedesel and others (1998: 33) แสดงความเห็นว่าเป็นที่นักเรียนที่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ จะประสบความสำเร็จมากลำบากในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

Edwards (1998: 21) กล่าวโดยสรุปว่า การสร้างเครือข่ายเชื่อมโยงความรู้ในคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็น เพราะความรู้หรือมโนทัศน์คณิตศาสตร์มีลำดับที่จะเรียนรู้ เนื้อหาที่เรียนมาก่อนมักจะเชื่อมโยงสู่เนื้อหาขั้นสูงต่อไป ความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ของนักเรียนแสดงโดยการสร้างเครือข่ายของการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเดิม นักเรียนที่สามารถสร้างเครือข่ายการเชื่อมโยงได้มากย่อมแสดงว่า นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาใหม่มากขึ้น โดยการใช้การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนจัดการกับเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมและแปลความหมายของการกระทำของนักเรียนในรูปแบบ รูปภาพ แผนผัง ตารางข้อมูล กราฟและสัญลักษณ์

อเนก พุทธิเดช (2528: 43) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มี 2 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งทั้งสองลักษณะสามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์และความเข้าใจในเนื้อหาต่างๆ ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่สัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวที่เป็นแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเรียนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน จะมีคุณค่าและมีความหมายเมื่อนักเรียนได้นำเอาความรู้นั้นไปเชื่อมโยงใช้ในชีวิตจริง.

อัมพร ม้าคนอง (2547: 44) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงสามารถทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท คือ

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 85) ได้จำแนกลักษณะของการเชื่อมโยง ได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีและกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายต่อนักเรียนมากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ

- ด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์
- ด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นการนำความรู้และทักษะกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่นๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยาและเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมายและนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ ลักษณะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ คือ การเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

Coxford (1995: 5-12) ได้นำเสนอการสร้างการเชื่อมโยงโดยอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Processes) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 การแทน (Representation) เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมาก โดยเฉพาะในระดับประถมศึกษา การใช้ตัวแทนเป็นวิธีการที่ครูใช้แสดงความเชื่อมโยงความรู้ เช่น การสอนเรื่องจำนวนนับ ครูอาจสอนโดยวิธีให้นักเรียนนับสิ่งของ อุปกรณ์ต่างๆ แล้วจึงเชื่อมโยงจำนวนของสิ่งของนั้นไปสู่การแทนทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1,2,3, ... สำหรับชั้นมัธยมศึกษาเมื่อนักเรียนใช้การแทนทางคณิตศาสตร์ได้ย่อมแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเชื่อมโยงและพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การศึกษาเรื่องสมการเชิงเส้น นักเรียนที่มีความสามารถด้านการเชื่อมโยงจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปร x , y ในรูปของตารางหรือเขียนกราฟหรือสัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนที่นำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x , y ได้

วิธีที่ 2 การประยุกต์ (Application)

วิธีที่ 3 การแก้ปัญหา (Problem Solving)

วิธีที่ 4 การให้เหตุผล (Reasoning)

เป็นอีก 3 วิธีของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต้องกล่าวถึงพร้อมกัน เพราะทั้ง 3 วิธี มักจะต้องใช้ร่วมกัน สื่อให้เห็นการเชื่อมโยงทั้งความรู้คณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี การแก้ปัญหาและการให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการที่ใช้ในคณิตศาสตร์มานานแล้ว แต่การประยุกต์เพิ่งจะมีมาเมื่อนานมานี้ การประยุกต์เป็นการเชื่อมโยงระหว่างนักเรียนกับคณิตศาสตร์ การทำโครงการและการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์จำลองอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ มาแสดงความสัมพันธ์ และสรุปเป็นข้อมูล นอกจากนี้การประยุกต์ยังสามารถใช้ในการพัฒนาการเรียนของนักเรียนได้ด้วย ทั้งการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการประยุกต์สามารถทำให้นักเรียนได้เข้าถึงกระบวนการ การเชื่อมโยงเป็นอย่างดี

Edwards (1998: 9-17) กล่าวถึงวิธีการสร้างการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย มีความเข้าใจในเรื่องหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ได้นั้น จะต้องประกอบด้วย

1. สื่อที่ได้รับ เป็นการนำอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้ในการเรียนการสอนสามารถสื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในการสอนระดับประถมศึกษา ครูสามารถใช้สื่อได้หลายรูปแบบ เช่น ผลไม้ ของเล่นของนักเรียน มาพัฒนาความรู้และเชื่อมโยงเรื่องการนับ การจำแนกรูปเรขาคณิต ฯลฯ

2. ภาษา เป็นการแสดงออกของนักเรียนในกระบวนการเชื่อมโยงที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถแสดงในการพูด การเขียน หรือการอภิปราย เช่น ในระดับประถมศึกษา นักเรียนจะเรียนรู้จำนวนนับโดยการพูดนับสิ่งของเป็น หนึ่ง สอง สาม ... แล้วจึงเชื่อมโยงไปสู่การเขียนจำนวนในรูป 1, 2, 3, ... เป็นต้น ครูและนักเรียนสามารถใช้ภาษาในการซักถามอธิบาย อภิปรายให้เห็นการ

เชื่อมโยงทั้งระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้

3. รูปภาพ การใช้รูปภาพเป็นตัวแทน สื่อให้เห็นพัฒนาการและการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้ การใช้รูปภาพจัดเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ไปเป็นสิ่งที่ เป็นนามธรรม หรือ จากสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรม เช่น การนำเสนอข้อมูลทางสถิติ โดยใช้รูปคน 1 คน แทนจำนวนคน 100 คน การใช้รูปสามเหลี่ยมสี่เหลี่ยม วงกลมแทนส่วนต่างๆในแปลนบ้าน เป็นต้น

4. สัญลักษณ์ การเขียนสัญลักษณ์เป็นกระบวนการสุดท้ายของการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ความเข้าใจ ของเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง การเขียนสัญลักษณ์เป็นเสมือนการเขียนรหัสที่จะแสดงรูปทั่วไป เช่น การใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนจำนวนสิ่งของหรือการนับ หรือสัญลักษณ์ $a + b = b + a$ แทนการเขียนสมบัติการสลับที่ของการบวกจำนวนจริง เมื่อ a, b แทนจำนวนจริงใดๆ

NCTM (2000: 277-278) กล่าวถึงบทบาทครูในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ สำหรับนักเรียนในเกรด 6-8 ว่าครูต้องมีบทบาทในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกหลักสูตร รวมไปถึงช่วยให้นักเรียนสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาแนวคิดใหม่ โดยครูต้องตระหนักและเข้าใจมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจ มโนทัศน์ใหม่ของนักเรียน

NCTM (2000: 360) ได้กล่าวถึงทิศทางของคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่นๆ
2. การใช้ปัญหาในชีวิตจริงเป็นเนื้อหาในการพัฒนาวิชาคณิตศาสตร์
3. การเชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์กับหัวข้อที่เกี่ยวข้องกัน ที่แตกต่างจากการสอนแบบเดิม
4. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาใหม่ในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นทฤษฎีโวลวน (Chaos Theory)
5. การพัฒนาและเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ตามสภาพจริงผ่านการเชื่อมโยงมากกว่าที่จะแสดงวิธีการแก้ปัญหาอย่างง่าย

กรมวิชาการ (2544: 200 -202) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียน มีความรู้และมีพื้นฐานในการนำไปศึกษาต่อ นั้น จำเป็นจะต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การให้ความรู้ในเรื่องเซต และการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชัน เป็นต้น

กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 200-205) กล่าวว่าองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีดังนี้

1. มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
2. มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆ ที่เราต้องการเป็นอย่างดี
3. มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
4. มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
5. มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) กล่าวว่าการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่ายๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยงต่อไปนี้

“ ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่า ควรจะเสนอทางราชการให้จัดจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มเชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้าน จะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าความใกล้/ไกลจากจุดตรวจไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้”

จำนวนกิโลเมตรที่จุดเกิดเหตุห่างจากจุดตรวจ	จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตร
1 – 5	13
6 – 10	14
มากกว่า 10	16

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2547: 102) การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

- 1) จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง ความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด
- 2) มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหา เพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ นักเรียนจะต้องคิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูลในตัวอย่างนี้ แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียนหรือที่ครูสมมติขึ้น นักเรียนต้องใช้การคิดวิเคราะห์เพื่อจะได้อธิบาย ข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผลและได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและงานออกแบบบางชนิด ก็ใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต

นอกจากนี้ยังมีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่งตวง วัด การคำนวณระยะทางและเวลาในการเดินทาง การวางแผนในการออมเงินไว้ใช้ในบั้นปลายของชีวิต

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้นักเรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้มีการปฏิบัติจริงและเกิดทักษะกระบวนการเชื่อมโยงนี้ ครูอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนั้น แล้วนำเสนองานต่อครูและนักเรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน (ศึกษาธิการ, 2544: 204).

จากการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีทั้งการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสในการเชื่อมโยงความรู้

ภายในวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการจัดการเรียนรู้อยู่เสมอ

4.5 การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางวัดตามมาตรฐานของการเชื่อมโยง (Connections) ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

NCTM (2000: 1-2) กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยง (Connections) ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (เกรด 9-12) ดังนี้

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยงและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่างๆ ตลอดจนแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปช่วยในการพิจารณาปัญหาวิธีต่างๆ ได้
4. สามารถระลึกความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ได้

เพื่อให้สอดคล้องกับทิศทางที่ NCTM (2000) ได้ปฏิรูปการสอนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในการสร้างหรือพัฒนาให้เด็กมีความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญและเป็นกุญแจนำไปสู่ความสำเร็จ ดังนั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูอาจใช้คำถาม เช่น

- ปัญหานี้คล้ายๆ กับปัญหาที่เธอเคยทำมาแล้วไหม
- เธอจะเชื่อมโยงเรื่องนี้ไปยังสถานการณ์ใดได้บ้าง
- เธอสามารถใช้ความรู้ที่เคยเรียนไปแล้วได้อย่างไร

NCTM (2000) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในภาพรวมก่อนแล้วจึงวิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาหรือสาระคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใด และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่

2. ล่ารวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การให้เหตุผลได้

3. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆได้

4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน

5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประเมินได้จากความสามารถในการแสดงออกตามขั้นตอนของทักษะดังนี้

1. เปรียบเทียบความรู้ของแต่ละสาระ
2. เชื่อมโยงสถานการณ์จริงกับตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
3. หาข้อสรุปจากตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์
4. เชื่อมโยงความรู้ในแต่ละสาระทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในทัศน์ที่ซับซ้อน
5. สรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 138) กล่าวถึงมาตรฐานด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

มาตรฐานทางด้านการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ : นักเรียนสามารถ

- ระลึกและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆทางคณิตศาสตร์ได้
- เข้าใจแนวคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ว่าเชื่อมโยงกันอย่างไร และสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่สอดคล้องกับของเดิมได้
- ระลึกและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

จากการศึกษาข้างต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวทางการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 60-63) โดยใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดดังนี้

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการ วิธีการ หรือประสบการณ์อื่นๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่นักเรียนพบได้ ซึ่งแบ่งความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น การเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับ

วิชาอื่นๆ และ การเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งมีองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน 3 ด้าน คือ

1. ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถมองปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พบในภาพรวมแล้ววิเคราะห์ว่ามีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใด โดยสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็น ทฤษฎี กฎ บทนิยาม สูตร แบบรูปหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้

2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่พบ มาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้

3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือวิชาอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นองค์ประกอบที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ

5.1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Donald L. Peters (1970: 76-84) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบค้นพบ การสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ และการสอนแบบบรรยายที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวน ของนักเรียนในระดับปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ทางใกล้ (near transfer) หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบ การสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Robertson.(1970: 5278 - A) ได้ศึกษาผลการสอนหลักเกณฑ์และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากการสอน 2 แบบ คือ แบบค้นพบจากการชี้แนะและการแสดงเหตุผล (expository) กับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 374 คน ครู 13 คน จากโรงเรียน 4 โรงเรียนในฟิลาเดเฟีย รัฐเพนซิลวาเนีย ผลการศึกษาพบว่า

1. เจตคติของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มดีขึ้น แต่จากการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของเจตคติพบว่าเจตคติของกลุ่มที่สอนแบบค้นพบจากการชี้แนะดีกว่าเจตคติของกลุ่มที่สอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. กลุ่มที่สอนแบบค้นพบจากการชี้แนะมีความสามารถในการคำนวณดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งการทดสอบหลังการเรียนรู้และการทดสอบความคงทนของการเรียนรู้

3. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เกี่ยวกับบโมเมติ การนำไปใช้หลักเกณฑ์ และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์จากการสอบหลังเรียน และจากการสอบวัดความคงทนของการเรียนรู้ พบว่ากลุ่มที่สอนแบบค้นพบจากการชี้แนะมีความสามารถในการนำไปใช้ได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Christian R. Hirsch (1977: 359-367) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยวิธีค้นพบจากการชี้แนะ (Guided discovery) การสอนโดยใช้โปรแกรมสาขาและชุดการสอนรายบุคคลที่มีต่อการเรียนรู้เบื้องต้น ความสามารถในการถ่ายโยงและความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในวิชาพีชคณิตของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ของมหาวิทยาลัย Iowa และโรงเรียนสาธิตในมหาวิทยาลัย เรื่องระบบจำนวนเชิงซ้อน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบจากการชี้แนะมีผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการถ่ายโยงแนวนอนและการถ่ายโยงแนวตั้ง (Horizontal Transfer and Vertical Transfer) และความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้โปรแกรมสาขาและชุดการสอนรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

Govender. (1988: อ้างถึงใน สุวรรณิ พลิกามิน 2550: 41) ได้ทำการศึกษาผลการสืบสวนสอบสวนความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ จากการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 7 ในประเทศอินเดียแต่ละปี นักเรียนเหล่านี้ประมาณ ร้อยละ 40 สอบตก ผู้รับผิดชอบจึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการและวิธีการของหลักสูตรจากเวลาหนึ่งไปยังอีกเวลาหนึ่งเพื่อให้นักเรียนจะได้ฝึกปฏิบัติให้ดีขึ้นในวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงกระบวนการในการปฏิบัติ ตลอดจนวิธีการมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น ได้ดำเนินการโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม แบบคละความสามารถและสอนความคิดรวบยอดหลาย ๆ ครั้ง โดยใช้วิธีการสอน 2 วิธีที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองซึ่งสอนความคิดรวบยอดด้วยวิธีการค้นพบจากการชี้แนะและวิธีการอธิบาย สามารถปฏิบัติได้ดีกว่ากลุ่มทดลองซึ่งสอนความคิดรวบยอดโดยวิธีดั้งเดิม

Emese G.(1993: 54-02A) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะและการใช้แคลคูลเตอร์สร้างกราฟเรื่องแคลคูลัส ดิฟเฟอเรนเชียล (The effects of guided discovery style teaching and graphing calculator use in differential calculus) โดยมีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ 1.นักเรียนสามารถค้นพบส่วนสำคัญของแคลคูลัส ดิฟเฟอเรนเชียล และทำการสืบสวนสอบสวนประสิทธิภาพของการใช้กับไม่ใช้แคลคูลเตอร์สร้างกราฟ และเทคนิคการสอน (บรรยาย/อธิบายหรือการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ) 2.พัฒนาปฏิสัมพันธ์ผลของการใช้เทคโนโลยีการสร้างกราฟเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงใหม่ในการเรียนรู้โดยค้นพบ ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ใช้แคลคูลเตอร์สร้างกราฟโดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ กลุ่มที่ 2 ใช้แคลคูลเตอร์สร้างกราฟที่นอกเหนือการค้นพบและ กลุ่มที่ 3 ใช้การสอนแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนระหว่างกลุ่มในตัวแปรเหล่านี้ทั้ง 3 กลุ่ม โดยการคิดคำนวณและการถ่ายโอนความรู้ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Tiffany. (1993: 120-A) ได้ศึกษาวิจัยข้อเสนอแนะหลักสูตรไดนามิกระดับปริญญาตรี จุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุช่วยสอน เรื่อง ระบบไดนามิกแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอน การสอนเป็นแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับชุดการเรียนรู้แนวทางการวิจัยเริ่มจากทดสอบก่อนเรียนเรื่องการวิเคราะห์กราฟและไดอะแกรมวงโคจร ผลการทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนไม่มีความรู้เรื่องไดนามิก ผลการทดสอบหลังเรียน สรุปเป็นข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. ต้องให้นักเรียนรู้ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น
2. สร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน เรื่อง การวิเคราะห์กราฟและไดอะแกรมวงโคจรให้มากขึ้น

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนให้มากขึ้น

Bartlett. (1994: 4381-A) ได้ทำการประเมินผล พัฒนาและเผยแพร่วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะเพื่อพัฒนาการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มทดลองแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำนวน 27 คน สอนด้วยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะผสมกับวิธีสอนแบบการศึกษาผู้ใหญ่และการสอนตามมาตรฐานของหลักสูตรคณิตศาสตร์ทั่วไป กลุ่มที่ 2 จำนวน 53 คน สอนด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนในกลุ่มที่ 1 ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่านักเรียนในกลุ่มที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะยังเหมาะกับการสอนเป็นกลุ่มเล็กๆ และเป็นรายบุคคล

5.1.2 งานวิจัยในประเทศ

พิชญา พุกผาสุข (2543: 79) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545: 102) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ เรื่อง เส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 50 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสนใจในการเรียนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ภายหลังจากได้รับการสอนแบบสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีการสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ โดยการสังเกตสูงกว่าก่อนได้รับการสอนแบบปกติ

สุวรรณี พลิกามิน (2550: 61) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบค้นพบจากการชี้แนะ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบค้นพบจากการชี้แนะ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่ 4 อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ จะเห็นได้ว่า การสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิด เชื่อมโยงความรู้เดิมและแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยวิธีการที่หลากหลาย จนสามารถสรุปมโนทัศน์หรือวิธีการ สูตรกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะในการสรุป ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความจำในสิ่งที่ค้นพบได้นานและลึกซึ้ง อันจะเป็นประโยชน์ในการนำความรู้ ความเข้าใจที่ได้นั้น ไปประยุกต์ใช้กับทักษะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Pair-Share

5.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Dales, Zita I. (2007: online) ได้ศึกษาผลของเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความก้าวหน้าของนักเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์ ณ มหาวิทยาลัยรัฐ Bukidnon ในภาคการศึกษาที่ 2 ของปีการศึกษา 2548 – 2549 โดยกลุ่มทดลองได้รับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share และกลุ่มควบคุมได้รับการเรียนแบบปกติ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 60 ข้อ ผลของการศึกษาพบว่ากลุ่มที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share มีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติและได้มีข้อเสนอแนะว่าเทคนิค Think-Pair-Share ถือเป็นเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

Kristin L Getter and D. Bradley Rowe (2008: 39) ได้ศึกษาผลจากการใช้เทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในรายวิชาการขยายพันธุ์พืช ณ มหาวิทยาลัยรัฐ มิชิแกน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจกับการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ในการเตรียมความพร้อมเพื่อแก้ปัญหาคายขยายพันธุ์พืช ทำให้เห็นคุณค่าของการนำไปฝึกฝนแก้ปัญหาในชีวิตจริง และพึงพอใจกับการเรียนด้วยเทคนิค Think-Pair-Share กับการใช้เวลาในชั้นเรียนได้ดี

Sofiatun (2009: อ้างถึงใน ชลธิชา ทับทิวี 2554: 32) ได้ศึกษาผลการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อการสอนภาษาอังกฤษในการปรับปรุงความสามารถในทักษะการฟังของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 15 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อการบรรยายและการจัดเตรียมวิธีการไว้ให้การสอนพูดโดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share รวมถึงการพัฒนาทักษะความสามารถในการพูดของนักเรียน ด้านการถ่ายทอดบทความภาษาอังกฤษด้วยปากเปล่า ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค Think-Pair-Share มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาการของความสามารถในการพูดภาษาอังกฤษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2.2 งานวิจัยในประเทศ

เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ (2546: 77) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนคอนสวรรค์ จังหวัดชัยภูมิ

ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิลาวัลย์ ลูกสะเดา (2549: 64) ได้ศึกษาผลของการฝึกเทคนิค K-W-L-H ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโพธิ์คีรีราชศึกษา อำเภอโคกโพธิ์ จังหวัดปัตตานี จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกเทคนิค K-W-L-H ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบจับคู่ร่วมคิดมีผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้เทคนิค K-W-L-H ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อดิเรก นาวาร์ตน์ (2551: 70) ได้ศึกษาการพัฒนาหาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน WBI วิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน หลักสูตรปริญญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี โดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน WBI แบบทบทวนที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share และวิธีเรียนด้วยตนเองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนต์ชัย เทียนทองและคณะ (2552: 1) ได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตวิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share บนระบบ Moodle LMS. มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยการอาชีพนายายอาม จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2 / 2551 ซึ่งใช้เทคนิค Think-Pair-Share มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน บทเรียน WBI และแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

กนก สมะวรรณและคณะ(2554: 47) ได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิค Think-Pair-Share เพื่อเพิ่มพูนทักษะการเขียนภาษาอังกฤษเชิงไวยากรณ์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 54 คน ผลการวิจัยพบว่า 1.โดยภาพรวม ผู้เรียนมีพัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น 2.ผลสัมฤทธิ์ของการทดสอบหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิค Think-Pair-Share ของนักศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค Think-Pair-Share จะช่วยทำให้เกิดผลที่ดีขึ้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนและความสามารถในการพูดของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นจนทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

5.3.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Rojas (1992: 53-05A) ได้ศึกษาการส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่อง ความน่าจะเป็นโดยการพัฒนานักเรียนด้านทักษะการอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม และใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ฝึกการสื่อสารให้แก่ นักเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้า ด้วยการเสริมแรง ในการอ่าน เขียนและพูด ผลปรากฏว่า นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน ส่วนกิจกรรมการอ่าน นักเรียนเห็นประโยชน์เพียงเล็กน้อย โดยไม่รู้ว่า การอ่านมีประโยชน์อย่างไร และอะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของตน

Johanning (2000: 151 -160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่ม ร่วมกันของนักเรียนมัธยมศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมการอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อการศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 14 และ 34 คน ตามลำดับ ดำเนินการโดยการเขียนและการทำงานกลุ่ม ในการเรียนวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลา 1 ปี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 7 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 3 และ 4 คน ตามลำดับ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดย บันทึกภาพการมีส่วนร่วม การอภิปรายกลุ่มและการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่ กระตุ้นนักเรียน ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองบนกระดาน และถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมี โอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อนๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการ ทำงานกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการ เรียนรู้คณิตศาสตร์

5.3.2 งานวิจัยในประเทศ

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ โพลยา ผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ที่ระดับ .01 และศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ศิริพร มาวรณา (2547: บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยแทรกกิจกรรมการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยแทรกกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริง สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสนใจในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสาร เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพรรณ ศรีอุทธา (2548: ข) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 88.89 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด และผลการพัฒนาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 84.44 มีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนทั้งหมด

พรรณทิพา พรหมรักษ์ (2552: ง) ได้พัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไป เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 79 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมจำนวน 40 และ 39 คนตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนจากกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การสื่อสารเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น มีความมั่นใจ กล้าแสดงออก ไม่ว่าจะเป็นการอ่าน การเขียน หรือการพูด อธิบายสิ่งที่เขียนแสดงผลงานของนักเรียน ถ้านักเรียนมีการแสดงออกอย่างเป็นขั้นตอน และใช้หลักการในการสื่อสารที่ถูกต้อง โดยร่วมกันอภิปรายเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อเพื่อนในห้อง นักเรียนก็จะได้รับการเรียนรู้จากกิจกรรมที่ครูจัดให้อย่างแท้จริงและทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอีกด้วย

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

5.4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Williams , Susan Elaine (1999: 3836-A) ได้ศึกษาการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดเรื่องจำนวนกับการคิดในใจ ด้วยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดในใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 413 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 183 คน กลุ่มควบคุม 230 คน และครูเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 6 คน กลุ่มทดลองใช้ชุดการสอนจำนวน 83 บทเรียน เรื่องจำนวน กลุ่มควบคุมใช้การสอนตามปกติผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนที่ใช้มีผลทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการเชื่อมโยงการคิดในใจแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลจากการสัมภาษณ์กลุ่มทดลองพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในกระบวนการเชื่อมโยงการคิดในใจของนักเรียนก่อนและหลังสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม

Klaid (2003: online) ได้ศึกษาการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ในโลกจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ในประเทศบรูไน จำนวน 2 ห้องเรียน โดยกลุ่มทดลองใช้การเรียนรู้โดยการประยุกต์ทางคณิตศาสตร์ในโลกจริงและกลุ่มควบคุมใช้การเรียนรู้ปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์โดยการประยุกต์คณิตศาสตร์เรียนรู้แบบปกติ มีความน่าสนใจและสนุกสนาน เนื้อหาวิชา มีความเหมาะสมน้อยและไม่เล็งเห็นความสำคัญของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในโลกรจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.

5.4.2 งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: 97) ได้ทำวิจัยพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์เชิงบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์และฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพ 89.64/82.32 และเมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์และฟังก์ชัน หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงลักษณ์ แก้วมาลา (2547: ง) ได้สร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร (2551) ได้นำกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด CGI ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปทดลองใช้ซึ่งส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว คือ การส่งเสริมให้นักเรียนฝึกเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยสนับสนุนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อย และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียน และแลกเปลี่ยนแนวคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบ ค้นพบจากการชี้แนะ และเทคนิคการจับคู่ร่วมคิด พบว่าทักษะการเชื่อมโยงนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบภายหลังทดลองมากกว่าก่อนทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01

ณัฐกานต์ รักนาค (2551: ง) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาทิตยา สาราณอินทร์ (2553: ง) ได้นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การเชื่อมโยงความรู้เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้เรียนรู้แล้ว มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ และช่วยในการแก้ปัญหา สถานการณ์ต่างๆ ได้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชา จนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง และเห็นความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้กับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งต่างประเทศและในประเทศ แม้จะไม่พบว่าพบว่ามีวิธีสอน ค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่จากการศึกษางานวิจัยพบว่า วิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะสามารถพัฒนาความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ พบว่า ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ จึงมีความเป็นไปได้ว่า วิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะ น่าจะส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และแม้จะไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยตรง แต่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ และเนื่องจากเทคนิค Think-

Pair-Share เป็นเทคนิคหนึ่งของเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share น่าจะส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์ประเด็นสำหรับงานวิจัย และศึกษาแนวทางดำเนินการวิจัยตามประเด็นดังกล่าวจากเอกสาร บทความ ตำรา พร้อมทั้งศึกษาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสอนค้นพบจากการชี้แนะและเทคนิค Think-Pair-Share

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมถึงศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

1.3 ศึกษาเนื้อหาและสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จากหนังสือเรียน สาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4 ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย หลักการวัดและประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและวิธีสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการ

เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) แบบสองกลุ่มวัดสองครั้งคือ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (Two – group pretest posttest design) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยรูปแบบการทดลองปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รูปแบบการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	X	- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
C	- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	~X	- ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
- X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบโดยการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share
- ~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 8 ห้องเรียน ผู้วิจัยเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 8 ห้องเรียน ผู้วิจัยเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยเลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใกล้เคียงกันจำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ม.2/7 จำนวน 50 คน และ ม.2/8 จำนวน 50 คน เพื่อใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 1 ห้องเรียน

ผู้วิจัยจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.) ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ได้มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2.) ผู้วิจัยพิจารณาห้องเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกันมากที่สุด 2 ห้อง

3.) ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของ ม.2/7 และ ม.2/8 ไม่แตกต่างกัน แล้วนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของทั้ง 2 ห้องมาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน (รายละเอียดตามภาคผนวก ฉ หน้า 176-177)

4.) ผู้วิจัยทำการจับสลากเพื่อเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 ห้องเรียน ปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.2/7 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้น ม.2/8 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share

4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติที่ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 12 แผน จำนวน 12 คาบ เป็นเวลา 4 สัปดาห์

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะ ตามแนวคิดของ Eggen and Kauchak, 2006; Mayer 2004 ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 **ขั้นนำและทบทวน** (Introduction and Review)

ขั้นที่ 2 **ขั้นพัฒนาความเข้าใจ** (Developing Understanding)

ขั้นที่ 3 **ขั้นสรุปความเข้าใจ** (Closure)

ขั้นที่ 4 **ขั้นการนำไปใช้** (Application)

และศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค Think-Pair-Share จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4) วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองในหัวข้อเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

5) เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลอง ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังครอบคลุมเนื้อหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 12 แผน 12 คาบ โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดหัวข้อเรื่อง มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น คือ ขั้นนำและทบทวน ขั้นพัฒนาความเข้าใจ ขั้นสรุปความเข้าใจ และขั้นการนำไปใช้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ บันทึกหลังการสอน

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรเขียนอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม อย่านำให้แตกต่างกันมาก

ข. คำถามที่ใช้ในการชี้แนะแต่ละขั้นของการสอน ในกลุ่มทดลองควรระบุว่า จะถามนักเรียนว่าอย่างไร และจะให้นักเรียนตอบอย่างไร โดยต้องให้นักเรียนแสดงความคิด และสามารถสื่อสารออกมาตามความเข้าใจของนักเรียนได้

ค. ตัวอย่างสถานการณ์ควรสร้างสถานการณ์ให้ง่าย ไม่ยากจนเกินไป ใช้คำถามชี้แนะ และช่วยนำนักเรียนไปสู่การค้นพบโน้ตค้นหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ พบเห็นได้ในชีวิตจริง และจงใจให้นักเรียนอยากแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในชีวิตจริง

7) นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง (รายละเอียดดังแสดงภาคผนวก จ หน้า 154)

4.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ที่พัฒนาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล แล้วแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

3) วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลอง ในหัวข้อเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

4) เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละจำนวน 12 แผน 12 คาบ โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนระบุรายละเอียดหัวข้อเรื่อง มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้

ประกอบด้วย ชั้นนำ ชั้นสอน ชั้นสรุป สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผลและบันทึกหลังการสอน

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีข้อแนะนำที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เช่น ควรเขียนอธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่าให้แตกต่างกันมาก

6) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม (รายละเอียดดังแสดงภาคผนวก จ หน้า 154)

ตารางที่ 5 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

แผนการเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้
1	ความหมายและการเขียนอัตราส่วน
2	อัตราส่วนที่เท่ากัน
3	อัตราส่วนของจำนวนหลายๆจำนวน
4	โจทย์ปัญหาอัตราส่วน
5	ความหมายสัดส่วนและการหาค่าตัวแปรจากสัดส่วน
6	โจทย์ปัญหาสัดส่วน (1)
7	โจทย์ปัญหาสัดส่วน (2)
8	การเขียนอัตราส่วนให้เป็นร้อยละ การเขียนร้อยละให้เป็นอัตราส่วน
9	ร้อยละของจำนวนนับ
10	โจทย์ปัญหาร้อยละทั่วไป
11	โจทย์ปัญหาร้อยละเกี่ยวกับการซื้อขาย
12	โจทย์เงินฝาก ดอกเบี้ย และโอกาสของเหตุการณ์

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (จัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติ)</p>
<p>1. ชี้นำและทบทวน (Introduction and Review)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอประเด็นหรือสถานการณ์ที่ใช้สำหรับทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน และกระตุ้นความสนใจให้นักเรียน ระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอหัวข้อที่จะเรียนรู้ใหม่ 	<p>ชี้นำเข้าสู่บทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านไปแล้ว โดยใช้การสนทนาถามตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
<p>2. ขั้นพัฒนาความเข้าใจ (Developing Understanding)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนจะค้นพบ และให้การชี้แนะด้วยวิธีการที่หลากหลายเช่น การใช้คำถาม การใช้เอกสารแนะแนวทาง อุปกรณ์หรือสื่ออื่นๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์ ระบุและรวบรวมข้อมูลที่เป็นลักษณะหรือองค์ประกอบที่สำคัญของโมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนพิจารณาความเกี่ยวข้องระหว่างองค์ประกอบดังกล่าว - เมื่อนักเรียนแต่ละคน ได้คำตอบเกี่ยวกับลักษณะของโมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์แล้ว ครูให้นักเรียนจับคู่แล้วนำผลที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ของตนเอง เพื่อสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกัน และนำผลที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้ <p>3. ขั้นสรุปความเข้าใจ (Closure)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปสิ่งที่ค้นพบ โดยการนำข้อมูลที่ได้มาสัมพันธ์กัน ประมวลเป็นคำอธิบายโดยการเขียนหรือพูดแล้วนำข้อสรุปของตนเองที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และนำผลสรุปที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อสร้างเป็นความรู้ ความเข้าใจที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ 	<p>ขั้นสอน</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยดำเนินการจัดกิจกรรม ดังนี้ - ครูนำเสนอบทเรียนใหม่ อธิบายเนื้อหาโดยการยกตัวอย่างและใช้การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนยิ่งขึ้น - ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา แล้วสาธิตหรืออธิบายให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง - ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา โจทย์ด้วยตนเองหรือร่วมกัน - ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนโดยครูและนักเรียนคนอื่นๆ ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง - ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา โจทย์ด้วยตนเองหรือร่วมกัน

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง</p> <p style="text-align: center;">(จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบ จากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม</p> <p style="text-align: center;">(จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>4. ขั้นการนำไปใช้ (Application)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนแต่ละคนระบุตัวอย่างเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวหรือตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มา แล้วนำความรู้ที่ได้ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาหรือปัญหาในชีวิตจริง เพื่ออธิบายหรือแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยตนเองก่อน และนำวิธีการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับเพื่อนที่เป็นคู่ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ ไปอภิปรายหาข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันกับชั้นเรียนอีกครั้ง 	<ul style="list-style-type: none"> - ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนโดยครูและนักเรียนคนอื่นๆ ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง - ครูให้นักเรียนฝึกนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆเพิ่มเติม
<p>ขั้นสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย - ครูมอบหมายชิ้นงานหรือการบ้าน เพื่อให้นักเรียนนำเสนอในครั้งต่อไป 	<p>ขั้นสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย - ครูมอบหมายชิ้นงานหรือการบ้าน เพื่อให้นักเรียนนำเสนอในครั้งต่อไป

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และ แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ อย่างละ 2 ชุด ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังต่อไปนี้

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยจะใช้วัดความสามารถผู้เรียนทั้งก่อนและหลังการทดลอง ในการสร้างแบบวัดผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อกำหนดขอบเขตสาระการเรียนรู้ที่จะนำมาสร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

4) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด เพื่อให้ครอบคลุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5) สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ใช้จริง 3 ข้อ โดยผู้วิจัยปรับมาจากแนวคิดในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555:94) และซูซาน เลนและคณะ (Suzanne Lane, et al.1996: 264-266) ซึ่งพิจารณาองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จาก 3 ด้าน ได้แก่

- ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
- ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
- ด้านความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการ

ทางคณิตศาสตร์

6) สร้างเกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนน จากการสังเคราะห์แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) และเกณฑ์การให้คะแนนของ Su Zane (1996: อ้างถึงใน California State Department of education, 2008) โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ด้าน	รายละเอียด	ระดับคะแนน
1. ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ ได้ถูกต้องและครบถ้วน	2
	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน หรือ ไม่ครบถ้วน	1
	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ ได้ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย	0
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์	- เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้ หลักการ ประกอบการคิด ได้ถูกต้องและครบถ้วน	2
	- เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้ หลักการ ประกอบการคิด ได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน	1
	- เขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้ หลักการ ประกอบการคิด ไม่ถูกต้อง หรือ ไม่เขียนอะไรเลย	0
3. ความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์	- นำเสนอข้อมูลและอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจน	2
	- นำเสนอข้อมูลและอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนบางประเด็น	1
	- นำเสนอข้อมูลและอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน หรือ ไม่มีการนำเสนอเลย	0

ภาพประกอบที่ 1 แนวทางการสร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
(Mathematical Communication ability)



นิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถของนักเรียนในการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ในการอธิบายหรือแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้คำศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ ตาราง แบบจำลองหรือทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยามทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและชัดเจน



องค์ประกอบของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้
2. ด้านการแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการเขียนอธิบายวิธีคิด โดยอาศัยความรู้และหลักการ ประกอบการคิด และมีการใช้รูปภาพ แผนภาพ ตารางหรือกราฟประกอบการอธิบายได้
3. ด้านความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำเสนอข้อมูล และอธิบายลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนและเป็นระบบ



เกณฑ์การประเมิน การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะแยกประเมินตามองค์ประกอบเป็นรายด้าน แต่ละด้านมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

1. ระดับคะแนน 2 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. ระดับคะแนน 1 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือไม่ครบถ้วน
3. ระดับคะแนน 0 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงอะไรเลย

7) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของภาษา เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

7.1 ปรับปรุงโจทย์บางข้อที่ยาก หรือ ซับซ้อนเกินไป ให้มีระดับความยากปานกลาง สั้นและกระชับมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ วิเคราะห์โจทย์และสามารถแสดงความสามารถของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้จริง

7.2 ควรให้เวลานักเรียนในการทดลองใช้และทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับจำนวนแบบวัด เพื่อให้นักเรียนแสดงความสามารถของนักเรียนออกมาได้จริง

8) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องกับกรอบการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามโครงสร้างตัวชี้วัด ความถูกต้องชัดเจนของสำนวนภาษาที่ใช้ พร้อมทั้งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน และข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นให้ปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะ มีดังนี้

8.1 ปรับปรุงคำที่พิมพ์ผิด คำว่า “ไม่ใผ่” และ “ปรากฏ” แก้ไขเป็น “ไม่ใผ่” และ “ปรากฏ” ตามลำดับ

8.2 ปรับปรุงหน่วยความยาวให้เป็นหน่วยสากล เช่น เซนติเมตร หรือ เมตร จากหน่วยความยาวของไทย (วา กับ หลา)

8.3 ปรับปรุงโจทย์ เรื่องการใช้ภาษา คำว่า “เงินที่หลิวได้รับ” และ “เงินที่ปิ่นมี” แก้ไขเป็น “เงินที่หลิวนับได้” และ “จำนวนเงินที่ปิ่นนับได้” ตามลำดับ

8.4 ปรับปรุงคำถามย่อยที่ 1 และ 3 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- **คำถามย่อยที่ 1** จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตร สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงิน แก้ไขเป็น จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตร หรือ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงินพร้อมทั้งเขียนประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

- **คำถามย่อยที่ 3** จงเขียนอธิบายลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แก้ไขเป็น จงเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และอธิบายวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์

8.5 ปรับปรุงโจทย์ให้ตัวเลขที่ใช้ในโจทย์ปัญหาง่ายต่อการคำนวณ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแสดงแนวคิดได้ง่ายขึ้น แก้ไขจาก “จำนวนเงิน 250,000 บาท” เป็น “จำนวนเงิน 200,000 บาท”

9) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนศรีอยุธยา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน

- ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 คน

10) นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวมาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุงแล้ว และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) และมีเกณฑ์คือ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์คือ ค่าความยากมีค่า 0.2 – 0.8 และ ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

	แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ค่าความเที่ยง	0.726	0.779
ค่าความยาก	0.21 – 0.71	0.30 – 0.57
ค่าอำนาจจำแนก	0.25 – 0.64	0.27 – 0.67

11) นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งสองฉบับ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยจะใช้วัดความสามารถผู้เรียนทั้งก่อนและหลังการทดลอง ในการสร้างแบบวัดผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาความหมาย นิยามเชิงปฏิบัติการและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3) ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อกำหนดขอบเขตสาระการเรียนรู้ที่จะนำมาสร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

4) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรตามเนื้อหา และพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัด เพื่อให้ครอบคลุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5) สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ข้อ ใช้จริงจำนวน 3 ข้อ โดยผู้วิจัยปรับมาจากแนวคิดของสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (NCTM, 2000: 60-63) ซึ่งพิจารณาองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จาก 3 ด้าน ได้แก่

- การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ โดยสามารถประเมินได้จากการตอบคำถามใน 2 ประเด็น ดังนี้

ก. ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ข. ให้นักเรียนระบุ สมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้

ปัญหา

- การเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ โดยสามารถประเมินได้จากการตอบคำถามในประเด็น ดังนี้

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

- การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือวิชาอื่นๆที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ โดยสามารถประเมินได้จากการตอบคำถามในประเด็น ดังนี้

ง. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ ก.

ดังนั้น แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ชุด ประกอบด้วยคำถามในประเด็นต่อไปนี้

ก. ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ข. ให้นักเรียนระบุ สมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้

ปัญหา

ค. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ง. ให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ ก.

6) สร้างเกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนน จากการสังเคราะห์แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) และสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา

(NCTM, 2000: 60-63) โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนน แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

รายละเอียด	คะแนน
ก. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา	
- ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	1
- ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
- ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุความรู้ใดเลย	0
ข. การระบุ สมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา	
- ระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	1
- ระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	0.5
- ระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาเลย	0
ค. การเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา	
- เขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	2
- เขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน	1
- เขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา	0
ง. การยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง จากความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ ก.	
- ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้อง	2
- ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ถูกต้องบางส่วน	1
- ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงไม่ถูกต้อง หรือ ไม่ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาใดเลย	0

ภาพประกอบที่ 2 แนวทางการสร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
(Mathematical Connection ability)



นิยามเชิงปฏิบัติการ ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ หลักการ วิธีการหรือประสบการณ์อื่นๆทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ มาสัมพันธ์กับความรู้ ปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆที่นักเรียนพบได้



องค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านการระบุทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถระบุรายละเอียดของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นทฤษฎี กฎ บทนิยาม สูตร แบบรูปหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ และสามารถนำไปเชื่อมโยงกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกเหนือจากที่ปัญหากำหนดไว้ได้
2. ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถในการสร้างแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่พบ มาสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้
3. ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ เป็นความสามารถที่ให้นักเรียนมองเห็นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในชีวิตประจำวันและสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้



เกณฑ์การประเมิน การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะแยกประเมินตามองค์ประกอบเป็นรายด้าน แต่ละด้านมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

1. ระดับคะแนน 2 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. ระดับคะแนน 1 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบได้ถูกต้องบางส่วนหรือไม่ครบถ้วน
3. ระดับคะแนน 0 คะแนน เมื่อแสดงความสามารถตามองค์ประกอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงอะไรเลย

7) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของภาษา เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

7.1 ปรับปรุงโจทย์บางข้อที่ยาก หรือ ซับซ้อนเกินไป ให้มีระดับความยากปานกลาง สั้นและกระชับมากขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ วิเคราะห์โจทย์ และสามารถนำความรู้ที่ได้เรียน นำมาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา จนนำไปสู่การค้นพบได้จริง

7.2 ปรับปรุงภาษาและสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับชีวิตจริง เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบเห็นได้อยู่เสมอ เช่น ข้อที่ 3 ที่กล่าวว่า “ก้องต้องการขยายที่ดินเพิ่มอีกด้านละ 25 %” แก้ไขเป็น “ก้องซื้อที่ดินโดยรอบเพิ่มเติม เพื่อขยายที่ดินเพิ่มอีก ด้านละ 25 %”

7.3 ควรให้เวลานักเรียนในการทดลองใช้และทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับจำนวนแบบวัด เพื่อให้นักเรียน แสดงความสามารถของนักเรียนออกมาได้จริง

8) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องกับกรอบการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามโครงสร้างตัวชี้วัด ความถูกต้องชัดเจนของสำนวนภาษาที่ใช้ พร้อมทั้งเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นให้ปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะ มีดังนี้

8.1 ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์จากข้อละ 8 คะแนน ให้เป็นข้อละ 6 คะแนน

8.2 ปรับปรุงโจทย์ เรื่องการใช้ภาษา คำว่า “นิยาม” แก้ไขเป็น “บทนิยาม” คำว่า “สามเหลี่ยม” แก้ไขเป็น “รูปสามเหลี่ยม” และ “ $\pi = \frac{22}{7}$ ” แก้ไขเป็น “ $\pi \approx \frac{22}{7}$ ” ตามลำดับ

8.3 ปรับปรุงโจทย์ เรื่องการใช้สัญลักษณ์ และหน่วยความยาวให้สอดคล้องกับความเป็นจริง เช่น ด้าน QR, PQ, PR ให้เปลี่ยนเป็น \overline{QR} , \overline{PQ} , \overline{PR} และรูปสามเหลี่ยมแก้ไขหน่วยของความยาวจาก “วา” ควรใช้หน่วยเป็น “เซนติเมตร” ส่วนสนามฟุตบอล ควรใช้หน่วยเป็น เมตร เพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริง

8.4 ปรับปรุงโจทย์ เรื่องการใช้ภาษาในสถานการณ์ให้กระชับ และชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น “ ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่มีความยาวมากกว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก”

แก้ไขเป็น “ด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่มีความยาวมากกว่าด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก” และ “ความยาวฐานของรูปสามเหลี่ยมมีค่าเท่าใด” แก้ไขเป็น “ฐานของรูปสามเหลี่ยมยาวเท่าใด”

9) ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุง แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนศรีอยุธยา ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน

- ทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 คน

10) นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าว มาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่ปรับปรุงแล้ว และนำผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) และมีเกณฑ์คือ มีค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์คือ ค่าความยากมีค่า 0.2 – 0.8 และ ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าความเที่ยง ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

	แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ค่าความเที่ยง	0.766	0.892
ค่าความยาก	0.23 – 0.46	0.23 – 0.57
ค่าอำนาจจำแนก	0.29 – 0.67	0.47 – 0.73

11) นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งสองฉบับ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

จากรายละเอียดของขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทุกฉบับ ซึ่งสามารถแสดงค่าได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

แบบวัด	ค่าความเที่ยง		ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	0.726	0.779	0.21 – 0.71	0.30 – 0.57	0.25 – 0.64	0.27 – 0.67
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์	0.766	0.892	0.23 – 0.46	0.23 – 0.57	0.29 – 0.67	0.47 – 0.73

5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share สำหรับกลุ่มทดลองและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

5.1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

5.1.3 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

5.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งได้ค่ามัธยเลขคณิตของคะแนนสอบจากการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของ ชั้น ม.2/7 และ ม.2/8 เท่ากับ 7.72 และ 7.60 ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F- test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับ

นัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนใกล้เคียงกัน

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของ ชั้น ม.2/7 และ ม.2/8 เท่ากับ 8.93 และ 8.63 คะแนน ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนใกล้เคียงกัน

5.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองชนิดที่เตรียมไว้ โดยทำการทดลองสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ใช้เวลารวม 12 คาบ (คาบละ 50 นาที) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยสอนตามชั่วโมงปกติของโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย จัดไว้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 5 มิถุนายน 2556 ถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2556 ในระหว่างสอนผู้วิจัยเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share จากใบงานและแบบฝึกหัดเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาคำพัฒนาการในการเกิดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.2.3 เมื่อดำเนินการสอนตามที่กำหนดแล้วไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 12 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5.2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดทั้งสองชุด มาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับ มาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science: SPSS) โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากกระบวนการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share โดยนำคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)

6.1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับกลุ่มที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยนำคะแนนสอบหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test for independent sample)

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลภูมิหลังและพัฒนาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ในแต่ละระยะเวลาจากร่องรอยการทำงานของนักเรียนในกลุ่มทดลองจากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัด การตอบคำถามในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้จากบันทึกหลังการสอนรายคาบ และจากการทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มาวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุป จัดหมวดหมู่ และนำเสนอในลักษณะพรรณนา

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

- การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยหาค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย (B – Index and Non 0 – 1 method Item Analysis Program) (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์: online)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- ผู้วิจัยคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละ (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าความแปรปรวน และวิเคราะห์ค่าเอฟ (F-test) และวิเคราะห์ค่าที (t – test) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science: SPSS)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 12

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง นำเสนอผลในตารางที่ 13

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 14

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง นำเสนอผลในตารางที่ 15

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	50	10.9800	3.8412	2.977*
กลุ่มควบคุม	50	8.7800	3.5415	

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 10.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.8412 และกลุ่มควบคุมมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 8.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.5415 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t- Independent Samples Test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง นำเสนอผลในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารของระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	s	t
ก่อนเรียน	50	7.72	4.0206	4.146*
หลังเรียน	50	10.98	3.8412	

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 7.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.0206 และมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 10.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.8412 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-Paired Samples Test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t - test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	50	12.1300	3.0753	3.821*
กลุ่มควบคุม	50	9.6600	3.3812	

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 12.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.0753 และกลุ่มควบคุมมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 3.3812 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.3812 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-Independent Samples Test) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง นำเสนอผลในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	s	t
ก่อนเรียน	50	10.85	3.4718	1.951
หลังเรียน	50	12.13	3.0753	

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 10.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.4718 และมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เท่ากับ 12.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.0753 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-Paired Samples Test) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ผลการสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน ผลการตรวจแบบฝึกหัด ผลจากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการจากครูและนักเรียน และบันทึกหลังการสอน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

- 1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน
- 1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู
- 1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน แบ่งเป็นประเด็นย่อยดังนี้
 - 1.3.1 ด้านผลการเรียน
 - 1.3.2 ด้านปัจจัยอื่นๆที่อาจส่งผลต่อการเรียน
- 1.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชุมชน

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แบ่งเป็นประเด็นย่อย ดังนี้

- 3.1 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- 3.2 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

ผู้วิจัยเลือกทำการทดลองที่โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กรุงเทพมหานคร เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 มีห้องเรียนทั้งหมด 79 ห้องเรียน แบ่งเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนชั้นละ 12 ห้องเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ห้องเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวนชั้นละ 15 ห้องเรียน ผู้วิจัยเลือกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 12 ห้องเรียน มีนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 50 คน โดย ม.2/1

และ ม.2/2 เป็นห้องสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ม.2/3 - ม.2/8 ทุกห้องจัดชั้นเรียนคละระดับความสามารถที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนสอบเข้า ม.2/9 - ม.2/12 เป็นห้องเรียนหลักสูตร EP (English Program)

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับครู

ในปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยมีครูทั้งหมด 125 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 18 คน

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 44.44

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 9 คน คิดเป็น ร้อยละ 50.00

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 5.56

และเมื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสาขาที่ครูสำเร็จการศึกษาพบว่าสำเร็จการศึกษาทางการสอนคณิตศาสตร์โดยตรง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 100

จากการสอบถามด้านภาระงานในการสอนของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ข้อมูลว่า ครูแต่ละท่านได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยประมาณ 19 คาบต่อสัปดาห์ รายวิชาอื่น ๆ เช่น กิจกรรมชุมนุม กิจกรรมโฮมรูม กิจกรรมลูกเสือ-เนตรนารี และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น งานบริหารทั่วไป งานทะเบียนและวัดผลทางการศึกษา งานฝ่ายวิจัยและงานฝ่ายวิชาการ งานฝ่ายแผนงานโรงเรียน งานฝ่ายการเงินและสินทรัพย์ โรงเรียน งานฝ่ายบุคลากรโรงเรียน งานฝ่ายโภชนาการโรงเรียน เป็นต้น จากการสัมภาษณ์และสังเกตการณ์สอนของครู ได้ข้อมูลว่า ครูมีแนวการสอนหลากหลายวิธีการ ส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย การใช้สื่อการเรียนรู้ นวัตกรรม ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมบ้าง และยังไม่มากพอ อาจเนื่องมาจากภาระงานที่มากของครูแต่ละคนที่ทำให้มีเวลาในการเตรียมการสอนน้อย

1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

ในปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยมีนักเรียนทั้งหมด 3,061 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 498 คน เป็นนักเรียนหญิง 281 คน เป็นนักเรียนชาย 217 คน

นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 100 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน เป็นนักเรียนหญิง 30 คน เป็นนักเรียนชาย 20 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน เป็นนักเรียนหญิง 31 คน เป็นนักเรียนชาย 19 คน ผู้วิจัยวิเคราะห์เป็นประเด็นย่อย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.3.1 ด้านผลการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมผลการเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

กลุ่มทดลอง

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 24

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 34

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 38

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 4

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 0

กลุ่มควบคุม

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 22

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 32

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 4

ผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปรับปรุง คิดเป็นร้อยละ 0

เมื่อพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีระดับผลการเรียนใกล้เคียงกันโดยนักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

1.3.2 ด้านปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการเรียน

กลุ่มทดลอง

นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 80 อาศัยอยู่กับบิดามารดา อีกร้อยละ 20 อาศัยอยู่กับญาติ เช่น ปู่ย่า ตายาย ป้า น้า หรือพี่ ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 76 มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่เป็นครอบครัวที่ผู้ปกครองพำนักอยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มทดลองประกอบอาชีพรับราชการและ

รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 60 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 32 และประกอบอาชีพรับจ้างและอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 8

จากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนร้อยละ 86 มีความคิดเห็นว่าครอบครัวตนเอง ไม่มีปัญหาด้านการเงิน และผู้ปกครองเป็นผู้อุปการะทางด้านการเงินในการศึกษา นักเรียนร้อยละ 60 พักอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งการเดินทางมาโรงเรียนมีความสะดวกใช้เวลาในการเดินทาง ประมาณ 40 นาทีถึง 1 ชั่วโมงขึ้นไป โดยนักเรียนที่เหลือเป็นนักเรียนที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงเรียน จากการสอบถามนักเรียนพบว่า มีนักเรียนที่เดินทางมาโรงเรียนโดยรถรับส่งประจำทาง รถไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์รับจ้างคิดเป็นร้อยละ 42 มีนักเรียนเดินทางมาโรงเรียนโดยมีผู้ปกครองมารับส่ง คิดเป็นร้อยละ 56 ที่เหลือเป็นนักเรียนที่เดินทางมาโรงเรียนด้วยการเดิน เนื่องจากที่พักอยู่ใกล้กับโรงเรียน

กลุ่มควบคุม

นักเรียนกลุ่มควบคุมร้อยละ 78 อาศัยอยู่กับบิดามารดา อีกร้อยละ 22 อาศัยอยู่กับญาติ เช่น ปู่ย่า ตายาย ป้า น้าหรือพี่ ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว นักเรียนกลุ่มควบคุม ร้อยละ 81 มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่เป็นครอบครัวที่ผู้ปกครองพำนักอยู่ใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผู้ปกครองของนักเรียนกลุ่มควบคุมประกอบอาชีพรับราชการและรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 54 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 42 และประกอบอาชีพรับจ้างและอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 4

จากการสัมภาษณ์ได้ข้อมูลว่า นักเรียนร้อยละ 90 มีความคิดเห็นว่าครอบครัวตนเอง ไม่มีปัญหาด้านการเงิน และผู้ปกครองเป็นผู้อุปการะทางด้านการเงินในการศึกษา นักเรียนร้อยละ 63 พักอาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งการเดินทางมาโรงเรียนมีความสะดวกใช้เวลาในการเดินทาง ประมาณ 50 นาทีถึง 1 ชั่วโมง 30 นาทีขึ้นไป โดยนักเรียนที่เหลือเป็นนักเรียนที่พักอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงเรียน จากการสอบถามนักเรียนพบว่า มีนักเรียนที่เดินทางมาโรงเรียนโดยรถรับส่งประจำทาง รถไฟฟ้าและรถจักรยานยนต์รับจ้างคิดเป็นร้อยละ 47 มีนักเรียนเดินทางมาโรงเรียนโดยมีผู้ปกครองมารับส่ง คิดเป็นร้อยละ 50 ที่เหลือเป็นนักเรียนที่เดินทางมาโรงเรียนด้วยการเดิน เนื่องจากที่พักอยู่ใกล้กับโรงเรียน

ตอนที่ 2 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

2.1 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และด้านความชัดเจนการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซึ่งได้จากการสังเกตพฤติกรรม การอภิปรายในชั้นเรียน การทำใบกิจกรรม การตรวจแบบฝึกหัด บันทึกหลังการสอนและแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับของนักเรียนในกลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะเริ่มต้นของการเรียน

ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนบางส่วนยังใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความไม่ถูกต้อง เช่น ผลรวมของสามเหลี่ยมมีค่ารวมกัน 180 องศา รวมถึงการใช้ตัวย่อ ชม แทนคำว่า เซนติเมตร และ ครน. แทนคำว่า คูณรวมน้อย นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกบางส่วนไม่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์หรือสมการได้ จึงมีนักเรียนบางส่วนไม่เขียนภาษาหรือสัญลักษณ์อะไรเลย

ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในระยะนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนยังไม่ค่อยกล้าออกมาแนะนำเสนอหน้าชั้นเรียน ส่วนนักเรียนที่ออกมาแนะนำเสนอก็กังๆ ไม่มีความมั่นใจในการสื่อสารกับชั้นเรียน นักเรียนบางส่วนก็ไม่สามารถแสดงแนวคิดโดยการพูดได้ จึงต้องค่อยๆ ให้นักเรียนเขียนแนวคิดที่ใช้แก้ปัญหาลงในกระดาษก่อน และนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยใช้รูปภาพ ตารางหรือแผนภาพมาประกอบการอธิบายแนวคิดของตนเองเลย

ด้านความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มักจะเขียนแสดงแนวคิดและลำดับขั้นตอน โดยนำเสนออย่างย่อหรือใช้วิธีลัดเพื่อการได้มาซึ่งคำตอบ โดยไม่ค่อยมีการเขียนอธิบายขั้นตอนและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในการแก้ปัญหา จึงทำให้ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอยังไม่เหมาะสม และจากการสังเกตจากการตรวจแบบฝึกหัดพบว่า นักเรียนบางส่วนยังแก้สมการไม่ถูกต้อง เช่น $3(x-2) = 15$ เขียนแก้สมการเป็น $3x-2=15$ จึงทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง และนักเรียนมักเลือกการแก้สมการเป็นวิธีการช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งวิธีการที่ได้ส่วนใหญ่มีลักษณะไม่แตกต่างกัน ดังภาพประกอบที่ 3



(ก)



(ข)

ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระยะเริ่มต้น

จากภาพประกอบที่ 3 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง ในระยะเริ่มต้นยังไม่แสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้มากนัก ภาพ (ก) และ ภาพ (ข) มีนักเรียนบางส่วนที่สามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ และบางส่วนก็ไม่สามารถระบุอะไรได้เลย การเขียนอธิบายแนวคิดหรือวาดรูปประกอบไม่ถูกต้อง จึงยังไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้สำเร็จ แม้ว่านักเรียนบางส่วนจะพยายามวาดภาพประกอบและยังไม่สามารถเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ จากการสอบถาม พบว่านักเรียนไม่เคยทำข้อสอบแบบนี้มาก่อน จึงยังไม่เข้าใจว่า จะเขียนอธิบายแนวคิดของตนเองและควรนำเสนอในรูปแบบใด

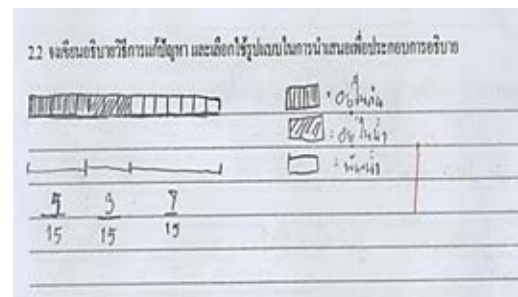
ระยะปลายของการเรียน

ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้ถูกต้อง การเขียนตัวแปร การแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์มีความเหมาะสมและถูกต้องเพิ่มขึ้นมาก สอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนดให้ สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนที่อยู่ในระดับต่ำ เริ่มที่จะแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้เพิ่มขึ้น โดยครูต้องใช้คำถามช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาเพื่อแปลงเป็นประโยคสัญลักษณ์.

ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นมาก มีรายละเอียดประกอบแนวคิด ตลอดจนมีการวาดรูป หรือนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆที่หลากหลาย เช่น การใช้ตาราง การใช้แผนภาพ เพื่อประกอบการสื่อสารแนวคิดของตนเองออกมา พร้อมทั้งมีการระบายสีเพื่อความสวยงามของชิ้นงาน นอกจากนี้ นักเรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น จนครูต้องตั้งกติกาให้เปลี่ยนคนที่ออกมาแสดงความคิดเห็นไม่ให้ซ้ำกับนักเรียนที่ได้ออกมานำเสนอแล้ว เมื่อครูซักถามถึงความรู้ หลักการหรือเหตุผลของการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนสามารถอธิบายและยกเหตุผลประกอบแนวคิดตนเองได้ถูกต้องและชัดเจน ดังภาพประกอบที่ 4



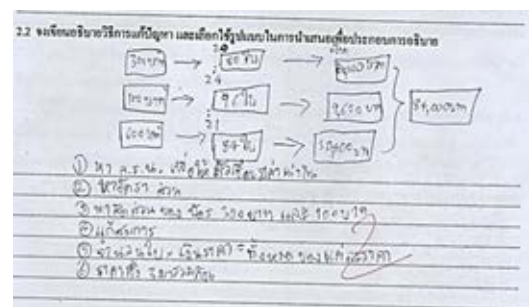
(ก)



(ข)



(ค)



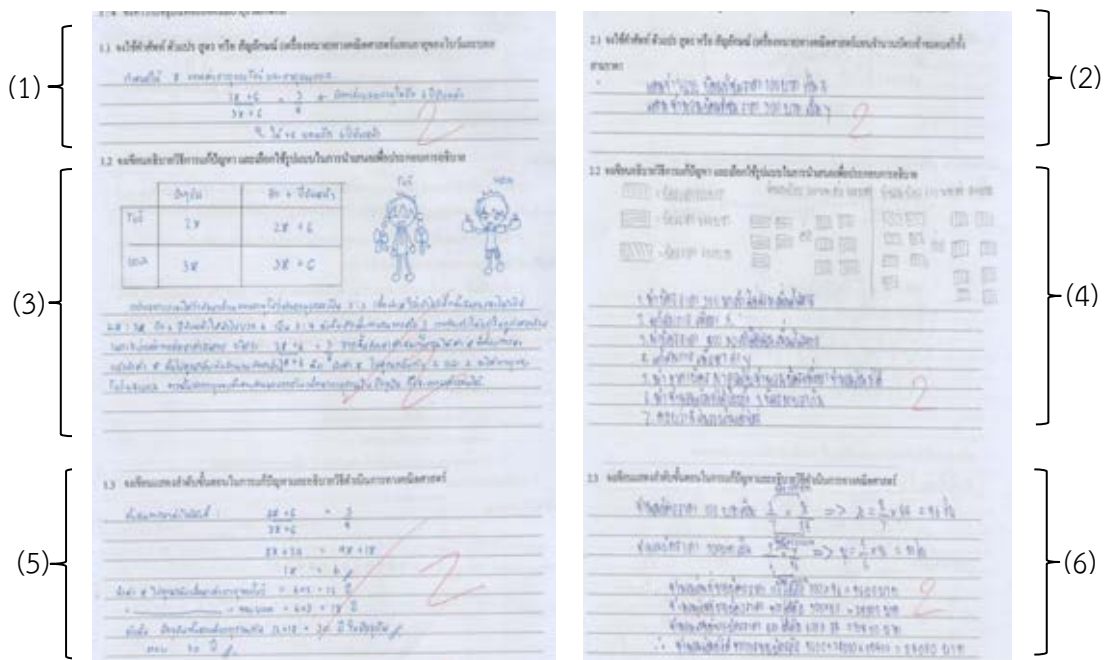
(ง)

ภาพประกอบที่ 4 ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสาร ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองโดยใช้รูปแบบต่างๆ ประกอบการอธิบาย ระยะหลังเรียน

จากภาพประกอบที่ 4 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง ในระยะหลังเรียน นักเรียนสามารถส่วนใหญ่สามารถเขียนแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นมาก ตลอดจนมีการเลือกรูปภาพ ตารางหรือแผนภาพมาประกอบการอธิบายได้หลากหลายรูปแบบ แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายแนวคิดได้ถูกต้อง แต่ก็ได้พยายามวาดรูปเพื่อแนวคิดออกมาแทนการเขียนอธิบายด้วยข้อความ ภาพ (ก) กับ (ข) นักเรียนเลือกใช้การวาดรูปเพื่อประกอบการอธิบาย โดยการเขียนรายละเอียดกำกับรูปภาพด้วย ภาพ (ค) นักเรียนเลือกใช้ตารางในการนำเสนอ

ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ และ ภาพ (ง) นักเรียนเลือกใช้แผนภาพเพื่ออธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหา

ด้านความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิดและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นมาก จากการตรวจแบบฝึกหัด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอแนวคิดของตนออกมาในรูปการพูด และการเขียนเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นโดยมีการนำเสนอแนวคิดชัดเจนและการเขียนลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีความถูกต้องเพิ่มมากขึ้น สามารถใช้ข้อมูลมาประกอบการเขียนอธิบายได้อย่างเหมาะสมเป็นระบบ ดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบที่ 5 ตัวอย่างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองระยะหลังเรียน

จากภาพประกอบที่ 5 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง ในระยะหลังเรียน นักเรียนสามารถเขียนเพื่อแสดงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและชัดเจน โดยสามารถเขียนลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาได้เป็นระบบและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ส่วนที่ (1) และ (2) นักเรียนสามารถใช้ตัวแปรหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง โดยการกำหนดตัวแปร มีทั้งตัวแปรเดียวและสองตัวแปร ส่วนที่ (3) และ (4) นักเรียนสามารถเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา และเลือกรูปแบบในการนำเสนอ โดยใช้ตารางหรือวาดภาพ เพื่อประกอบการอธิบายแนวคิดนั้นได้ถูกต้อง ส่วนที่ (5) และ (6) นักเรียนสามารถเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยใช้การดำเนินการทาง

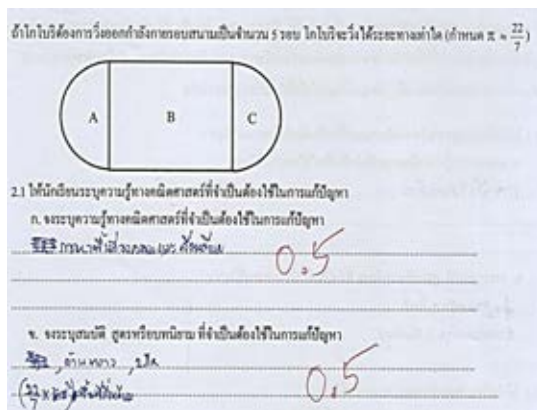
คณิตศาสตร์ ทั้งการแก้สมการและใช้สัดส่วนในการหาคำตอบ และมีการสรุปคำตอบได้ครบถ้วนมากขึ้น เมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นโดยลำดับ.

2.2 พฤติกรรมที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

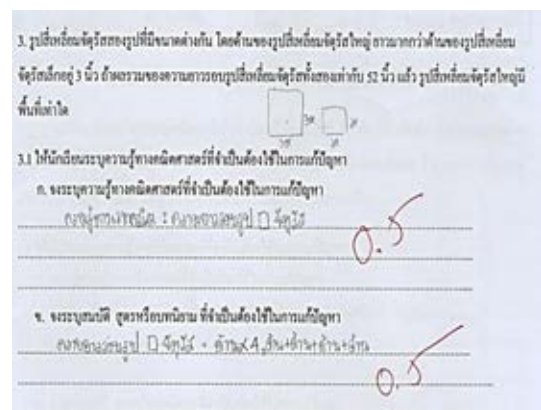
จากการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ และด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบซึ่งได้จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน การทำใบกิจกรรมแบบฝึกหัด บันทึกหลังการสอนและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสองฉบับของนักเรียนในกลุ่มทดลอง แบ่งออกเป็น 3 ระยะ มีรายละเอียดดังนี้

ระยะเริ่มต้นของการเรียน

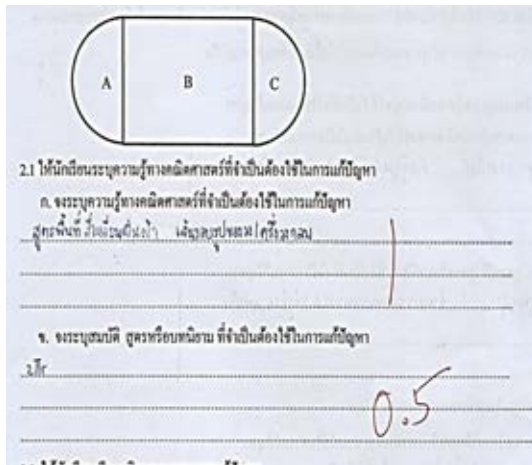
ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมองไม่เห็นความเกี่ยวข้องหรือความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหากับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา จึงไม่สามารถระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ นักเรียนบางส่วนสามารถระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ แต่ยังเขียนสมบัติหรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับความรู้นั้นไม่ถูกต้อง เช่น การใช้ความรู้ เรื่องความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่นักเรียนเขียนสูตรในการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = กว้าง×ยาว และสูตรความยาวรอบรูป = ความกว้าง²+ความยาว² ดังภาพประกอบที่ 6



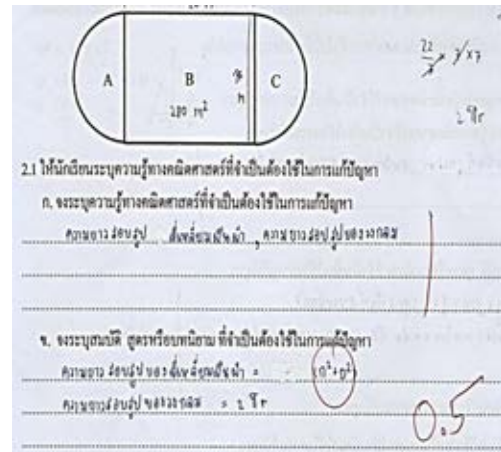
(ก)



(ข)



(ค)



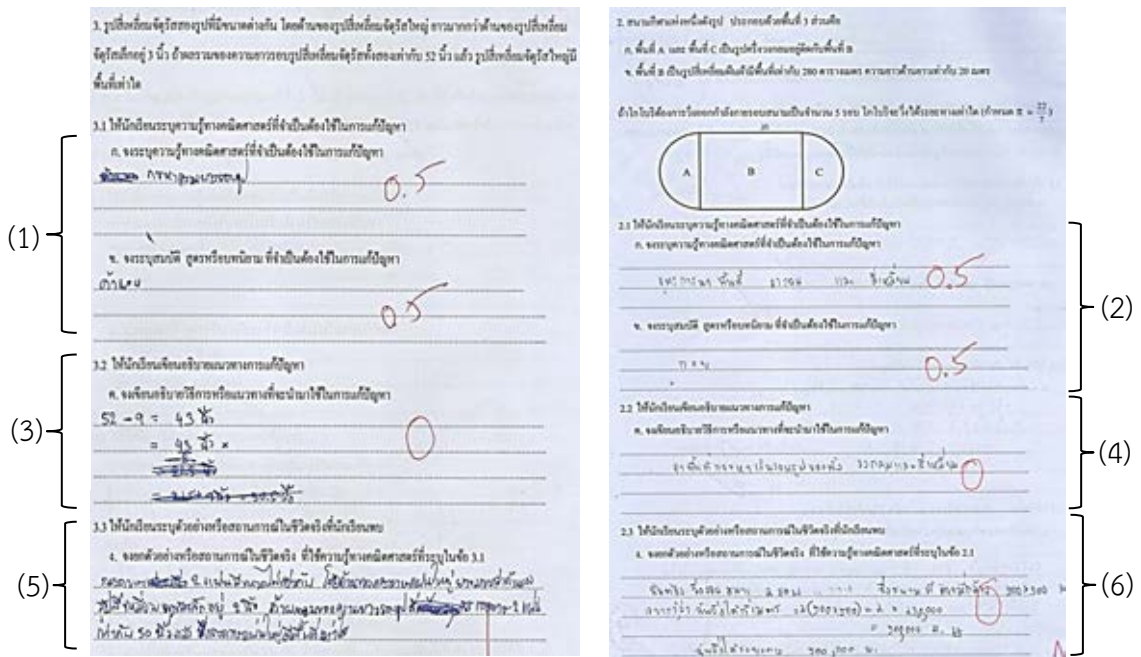
(ง)

ภาพประกอบที่ 6 ตัวอย่างในการระบุนวณรูปร่าง สูตรที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ระยะเริ่มต้นของการเรียน

จากภาพประกอบที่ 6 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง ในระยะเริ่มต้นยังไม่สามารถระบุนวณรูปร่างที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ภาพ (ก) กับ ภาพ(ข) แม้นักเรียนบางส่วนจะระบุนวณรูปร่างที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ก็มีควมสับสนในการใช้สูตร ระหว่างสูตรการหาพื้นที่กับสูตรการหาความยาวรอบรูป หรือ ภาพ (ค) นักเรียนบางคนระบุนวณรูปร่างได้ครบถ้วนแต่ระบุสูตรไม่ครบถ้วน และ ภาพ (ง) นักเรียนบางส่วนระบุนวณรูปร่างได้ถูกต้อง แต่เขียนสูตรไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสูตร

ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้ จากการสอบถามพบว่า นักเรียนส่วนหนึ่งบอกว่าสามารถหาคำตอบออกมาได้ แต่ไม่สามารถแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ และอีกส่วนหนึ่งสามารถใช้ความรู้เรื่องสมการหาคำตอบได้ แต่เขียนอธิบายวิธีการเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้

ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ แม้ว่าจะมีนักเรียนบางส่วนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ขึ้นมา ก็พบว่าตัวอย่างหรือสถานการณ์นั้นคล้ายคลึงกับโจทย์ปัญหาหรือไม่สอดคล้องกับชีวิตจริงเท่าที่ควร ดังภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบที่ 7 ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองในระยะเริ่มต้นของการเรียน

จากภาพประกอบที่ 7 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลอง ระยะเริ่มต้น ยังไม่ค่อยเข้าใจการเขียนที่แสดงออกเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ส่วนที่ (1) และ (2) นักเรียนส่วนใหญ่ระบุความรู้ที่เกี่ยวข้อง และเขียนสูตรที่ต้องใช้ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนสูตรอะไรเลย ส่วนที่ (3) และ (4) นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหา จึงทำให้การเขียนอธิบายไม่เป็นขั้นตอน มีการทดเลขและร่องรอยให้เห็นเล็กน้อย ซึ่งไม่ถูกต้องหรือนักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนอธิบายวิธีการในการแก้ปัญหาได้ และส่วนที่ (5) และ(6) นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่ใช้ความรู้ที่ระบุมาได้ และแม้จะมีนักเรียนยกตัวอย่างมาให้ ตัวอย่างนั้นก็ยังไม่สอดคล้องกับชีวิตจริง และนักเรียนบางส่วนเลือกที่จะนำโจทย์ปัญหามาเปลี่ยนตัวเลขเพียงอย่างเดียวหรือไม่เขียนอะไรเลย

ระยะปลายของการเรียน

ด้านการระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่านักเรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสถานการณ์ปัญหากับความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนสามารถระบุความรู้และระบุสูตร สมบัติที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนเกือบทั้งหมด ดังภาพประกอบที่ 8

1. ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จะระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

บท □ จตุรัส

ลักษณะของรูป □ จตุรัส

ข. จะระบุสมบัติ สูตรหรือทฤษฎีบท ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

บท □ จตุรัส : ด้าน \times ด้าน

ลักษณะของรูป □ จตุรัส : ด้าน \times 4

(ก)

2. ผู้ปกครองที่เขียนบอกใบ้ที่มีอัตราส่วนกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 4 อัตราส่วนของความยาวต่อความสูงเป็น 5 : 5 และผู้ปกครองยาว 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการให้นำลงในตู้ปลา โดยให้ระดับน้ำมีความสูง $\frac{4}{5}$ ของความสูงตู้ปลา จะต้องใช้น้ำที่หนักกี่ลิตร

2.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จะระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

1. อัตราส่วนของความยาวต่อความสูง

2. การแปลง หน่วย ลิตร เป็น กิโลกรัม

ข. จะระบุสมบัติ สูตรหรือทฤษฎีบท ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

1. อัตราส่วนของความยาวต่อความสูง = ความยาว \times ความสูง \times ความสูง

2. 1000 ลิตร = 1 ตัน

(ข)

ภาพประกอบที่ 8 ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ในการระบุความรู้ สูตร ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา ในระยะปลายของการเรียน

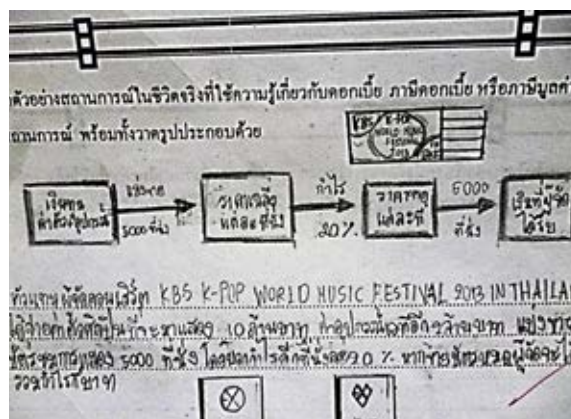
จากภาพประกอบที่ 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของความรู้ที่ต้องนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ระบุความรู้ที่จำเป็นและเขียนสูตรที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ภาพ(ก) นักเรียนสามารถระบุความรู้ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้ถูกต้อง ทั้งสูตรที่ใช้ในการหาพื้นที่และความยาวรอบรูป ภาพ (ข) นักเรียนระบุความรู้เกี่ยวกับสูตรการหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และระบุหน่วยความสัมพันธ์ระหว่างลูกบาศก์เซนติเมตรกับลิตรได้ถูกต้อง

ด้านการอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนให้ความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการตอบคำถามและสามารถพูดเพื่ออธิบายแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้นมาก โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือนำมาสัมพันธ์ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ และเขียนอธิบายแนวทางหรือวิธีการเพื่อหาคำตอบได้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น โดยมีการวาดภาพประกอบการอธิบาย ทำให้เห็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ ในระยะนี้พบว่า นักเรียนมีความสนใจและสามารถยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ได้ค้นพบจากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน มีความกล้าในการออกมานำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหา ตามจินตนาการของตนเองที่สอดคล้องเหตุการณ์ในชีวิตจริงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังภาพประกอบที่ 9



(ก)

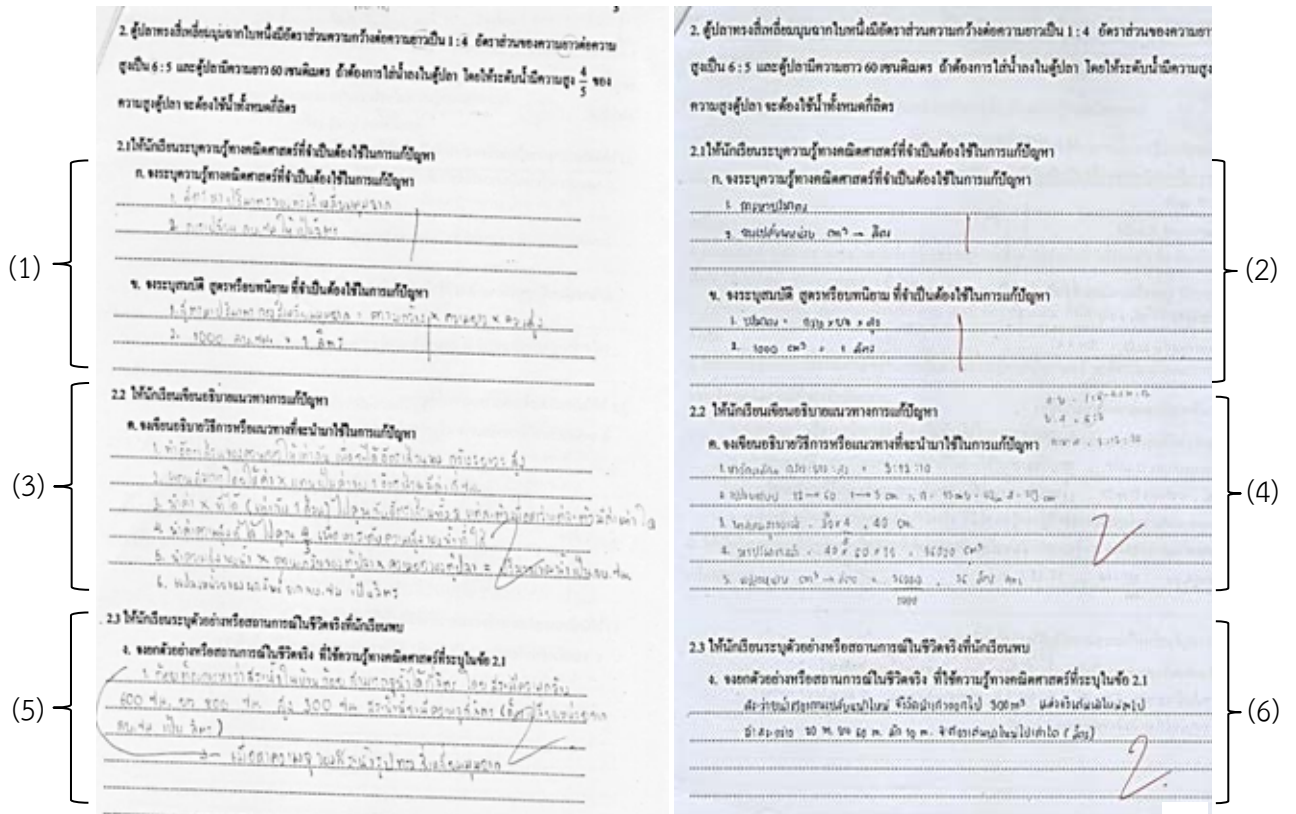


(ข)

ภาพประกอบที่ 9 ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ ในระยะปลายของการเรียน

จากภาพประกอบที่ 9 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ได้เรียนรู้ไป โดยมีการวาดภาพหรือแผนภาพประกอบ เพื่ออธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ยกขึ้นมาให้มีความชัดเจนมากขึ้นสถานการณ์ ภาพ (ก) เป็นสถานการณ์การซื้อขายแว่นตาที่ต้องเสียภาษีมูลค่าเพิ่ม โดยมีการวาดภาพประกอบตัวอย่างในชีวิตจริง ภาพ (ข) เป็นสถานการณ์การขายบัตรคอนเสิร์ตดนตรี คิดราคาต่อที่นั่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง ร้อยละ ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน จากการตรวจการบ้านและแบบวัดพบว่า ตัวอย่างส่วนใหญ่ที่นักเรียนยกมาให้ เกี่ยวข้องกับการซื้อขายสิ่งของในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับร้อยละ และการฝากเงินกับธนาคาร

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในทางที่ดีขึ้น สามารถระบุความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา อธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอน และกล้าที่จะนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในลักษณะต่างๆ มากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่ส่งเสริมการให้นักเรียนได้คิดและนำความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาสัมพันธ์กับปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ จนนำมาซึ่งการค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำเสนอแนวคิดหรือตัวอย่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบที่ 10 ตัวอย่างความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองในระยะปลายของการเรียน

จากภาพประกอบที่ 10 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นมาก ส่วนที่ (1) และ (2) แสดงตัวอย่างการระบุนิยามและสูตรที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องและครบถ้วน ส่วนที่ (3) และ (4) แสดงตัวอย่างการเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน โดยนักเรียนบางส่วนมีการคำนวณหาคำตอบตามขั้นตอนที่ได้รับระบุไว้ ส่วนที่ (5) และ (6) แสดงการยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้ระบุไว้ ซึ่งตัวอย่างที่นักเรียนนำเสนอเป็นตัวอย่างที่สอดคล้องกับชีวิตจริงเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษ เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีห้องเรียนทั้งหมด 79 ห้องเรียน แบ่งเป็นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนชั้นละ 12 ห้องเรียน มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ห้องเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวนชั้นละ 15 ห้องเรียน ผู้วิจัยเลือกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 12 ห้องเรียน มีนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 40 คน โดย ม.2/1 และ ม.2/2 เป็นห้องสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ม.2/3 - ม.2/8 ทุกห้องจัดชั้นเรียนคละระดับความสามารถที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนสอบเข้า ม.2/9 - ม.2/12 เป็นห้องเรียนหลักสูตร EP (English Program)

ผู้วิจัยเลือกนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยพิจารณาคะแนนรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ของนักเรียนทั้ง 8 ห้อง มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง ม.2/7 และห้อง ม.2/8 นำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันและนำมาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ด้วยค่าที (t-test) พบว่ารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน นำผลคะแนนไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกัน แล้วผลคะแนนไปทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยค่าที (t-test) พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกัน แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น ม.2/7 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และนักเรียนชั้น ม.2/8 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share

1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบคือ มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำและทบทวน ขั้นพัฒนาความเข้าใจ ขั้นสรุปความเข้าใจและขั้นการนำไปใช้ และกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป รวมแผนการจัดการเรียนรู้มีทั้งหมดจำนวน

12 แผน ใช้ในการทดลองสอน 12 คาบ เป็นเวลาทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ โดยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมกับเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและฉบับหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แนวคิดในการวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 94) และซูซาน เลนและคณะ (Suzanne Lane, et al. 1996: 264 -266) ซึ่งพิจารณาองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จาก 3 ด้าน คือ ด้านภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ด้านการนำเสนอแนวคิดและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ลักษณะแบบวัดเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพบว่า แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.726 มีค่าความยาก (P) 0.21 – 0.71 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.25 – 0.64 และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.779 มีค่าความยาก (P) 0.30 – 0.57 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.27 – 0.67

2.2 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและฉบับหลังเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยปรับมาจากแนวคิดของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (NCTM, 2000: 60-63) ซึ่งพิจารณาองค์ประกอบที่แสดงถึงความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จาก 3 ด้าน คือ ด้านการระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียน ด้านการเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบและด้านการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงหรือวิชาอื่นๆที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่นักเรียนพบ ลักษณะแบบวัดเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาและตัวชี้วัดตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพบว่า แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.766 มีค่าความยาก (P) 0.23 – 0.46 มีค่าอำนาจจำแนก (r) 0.29 – 0.67 และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียนมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.892 มีค่าความยาก (P) 0.23 – 0.57 และมีค่าอำนาจจำแนก(r) 0.47 – 0.73

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share สำหรับกลุ่มทดลองและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

1.3 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 กรุงเทพมหานคร

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ โดยผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 3 คาบต่อสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โดยสอนตามชั่วโมงปกติ ที่ทางโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย ได้จัดไว้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 5 มิถุนายน 2556 ถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2556

2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ครบ 12 คาบแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบด้วยแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for Social Science: SPSS) มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที่ (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ของกลุ่มทดลอง โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที่ (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้คะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

4) เปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Shareของกลุ่มทดลอง โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติม โดยนำการเขียนแสดงขั้นตอนการคิดหาคำตอบของนักเรียน หลักฐาน ร่องรอย จากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัด แบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ตลอดจนบันทึกหลังการสอน มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่แสดงถึงพัฒนาการของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Shareมีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประเด็นในการอภิปรายดังนี้

1) จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 3 อาจเป็นผลเนื่องมาจากการใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ มาสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนได้ฝึกให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ด้วยตนเองหรือจากการชี้แนะของครูผู้สอน จนสามารถค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือคำตอบได้ด้วยตนเอง และยังส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสในการอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดต่างๆ กับเพื่อน และชั้นเรียน โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำและทบทวน 2) ขั้นพัฒนาความเข้าใจ 3) ขั้นสรุปความเข้าใจและ 4) ขั้นการนำไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ชี้นำและทบทวน ครูได้เตรียมประเด็นหรือสถานการณ์ เพื่อใช้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหา ผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและตอบคำถาม โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้ว มาช่วยในการแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว

ขั้นพัฒนาความเข้าใจและขั้นสรุปความเข้าใจ นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ครูเตรียมไว้ กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด สืบค้น วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคิด มาเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ปัญหาร่วมกับการชี้แนะจากครู โดยการใช้คำถามที่ได้มีการจัดเตรียมไว้ จนค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งใน 2 ขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนจะมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ตามแนวคิดของตนเอง แล้วนำคำตอบที่ได้ มาเรียบเรียงเพื่อสื่อสารแลกเปลี่ยนแนวคิด คำตอบหรือข้อสรุปกับเพื่อนที่เป็นคู่ ผ่านการพูดหรือการเขียน ตามความเข้าใจของตนเองและมีโอกาสเชื่อมโยงความคิดของตนเองและความคิดของเพื่อนรวมเข้าไว้ด้วยกัน จนได้

คำตอบหรือข้อสรุปร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคู่ ก็นำผลที่ได้ไปอภิปรายและนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้งจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันจากชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 26) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน มีโอกาสในการชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลและสื่อสารให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตน ทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ และเรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ จนเกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรณทิพา พรหมรักษ์ (2552: 159) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นขั้นตอน เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ทดลอง ค้นหา แบบรูป/ปรากฏการณ์/กระบวนการแก้ปัญหา/คำตอบ ที่นักเรียนต้องมีการแลกเปลี่ยนความรู้ วิธีการคิดระหว่างนักเรียนด้วยกันเองทั้งที่อยู่ในรูปภาษาพูดและภาษาเขียน ประกอบกับการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมาย ตลอดจนได้มีการนำเสนอข้อสรุปประกอบการอธิบายข้อสรุป และแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนหรือแสดงการคัดค้านเกี่ยวกับข้อสรุปนั้นได้ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ ฌูเลียกันต์ รักษานาค (2552: 188) ที่กล่าวไว้ในขั้นของการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนมีความจำเป็นต้องอาศัย การผสมผสาน ความรู้ ประสบการณ์เดิม (Prior knowledge) หรือปัญหาที่เคยเรียน มาสัมพันธ์กับความรู้เก่ากับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ตนเองพบ จนสามารถสังเคราะห์หรือสรุปความรู้ที่ได้รับ และเลือกวัสดุการสอนให้เหมาะสมในการสร้างงานให้สัมพันธ์กับเนื้อหาที่เรียนรู้ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสอดคล้องกับแนวคิดของ Buschman (1995: 324) ที่กล่าวว่า การสื่อสารเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการเชื่อมโยง เพราะเมื่อผู้เรียนพูดหรือเขียนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะจำข้อมูลหรือแนวคิดนั้นได้ สามารถนำแนวคิดนั้นไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้หรือแก้ปัญหาอื่นๆ ได้

ขั้นการนำไปใช้ ครูได้มีการส่งเสริมให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้ข้อสรุปร่วมกัน และให้นักเรียนนำตัวอย่างหรือสถานการณ์ของตนเองไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนที่เป็นคู่ และนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ของกลุ่มตนเองกับชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคนอื่นร่วมกันอภิปราย ซักถามเกี่ยวกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เพื่อนได้ออกมาอธิบายแนวคิดและนำเสนอต่อหน้าชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนทั้งชั้น กิจกรรมดังกล่าวมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนยอมรับฟังแนวคิดของเพื่อนๆ ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Rowan and Morrow (1993: 9-11, อ้างใน สมเดช บุญประจักษ์, 2540: 46) ที่กล่าวว่าการเรียนที่เน้นการอภิปรายในกลุ่ม เป็นการเปิด

โอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดในกลุ่ม เป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร โดยตรง ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นนั่นเอง นอกจากนี้การที่นักเรียนได้มีโอกาสเชื่อมโยงความรู้ที่ตนเองได้ค้นพบจากกิจกรรมการเรียนรู้ไปสู่การยกตัวอย่างหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง ที่อยู่บนพื้นฐานของมโนทัศน์และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว นำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ เป็นการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่ายๆ จากการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นที่มีการปฏิบัติซ้ำ ย้ำทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนเพิ่มมากขึ้นด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2551) ที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยสนับสนุนให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นกลุ่มย่อย และเปิดโอกาสให้นักเรียนพูด เขียนและแลกเปลี่ยนแนวคิด ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลักษณะดังกล่าว นักเรียนจะค่อยๆ ได้รับการฝึกฝน ให้สื่อสารแนวคิดหรือความเข้าใจ ออกมาในรูปแบบทั้งการพูดและการเขียน ส่งเสริมให้มีการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาของตนเองทั้งในลักษณะภาษาที่ไม่เป็นทางการ จนกระทั่งนำไปสู่ภาษาที่เป็นทางการในที่สุด สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 59) ที่กล่าวว่า การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เป็นทักษะ/กระบวนการที่สำคัญ ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดหรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย การเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย กว้างขวางและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทาง

คณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 อาจเป็นผลเนื่องมาจากการใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนมีอิสระในการคิด วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาหาคำตอบด้วยตนเองก่อน แล้วจึงนำคำตอบของตนเองไปอภิปราย แลกเปลี่ยนกับเพื่อนที่จับคู่เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และนำผลที่ได้ไปอภิปรายและนำเสนอในรูปแบบต่างๆร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำและทบทวน 2) ขั้นพัฒนาความเข้าใจ 3) ขั้นสรุปความเข้าใจ และ 4) ขั้นการนำไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นนำและทบทวน ครูได้เตรียมสถานการณ์ปัญหาเพื่อใช้ทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เนื้อหาใหม่แก่นักเรียน กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนแก้สถานการณ์ปัญหา ผ่านการพูดคุยเพื่ออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและตอบคำถาม โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้ว มาช่วยในการแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว

ขั้นพัฒนาความเข้าใจและขั้นสรุปความเข้าใจ นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ครูเตรียมไว้ กระตุ้นให้นักเรียนได้คิด สืบค้น วิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา จนค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งใน 2 ขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละคนจะมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยวิธีการต่างๆ ตามแนวคิดของตนเอง แล้วนำคำตอบที่ได้ มาเรียบเรียงเพื่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิด คำตอบหรือข้อสรุปกับเพื่อนที่เป็นคู่ ผ่านการพูดหรือการเขียน ตามความเข้าใจของตนเอง จนได้คำตอบหรือข้อสรุปร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคู่ ก็นำผลที่ได้ไปอภิปรายและนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้งจนได้ข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกัน ซึ่งการจัดกิจกรรมลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับ อลิสราม ชมชื่น (2550: 170) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งกับครูและเพื่อน รวมทั้งได้ใช้วิธีการในการสื่อสารอย่างหลากหลายทั้งการพูด การเขียนในลักษณะต่างๆ เช่น การใช้รูปภาพ แผนผัง ตาราง เป็นต้น ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารของตนเองเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 271) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมโดยการซักถามทั้งกับครูและเพื่อน เพื่อให้อธิบายความคิดและเหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้ฟัง ทำให้นักเรียนได้อธิบายและพิจารณาตัดสินคำตอบที่นำเสนอ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีโอกาสการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จากประสบการณ์และการปฏิบัติร่วมกับครูและเพื่อนๆ และช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้นด้วย (Sheffield and Cruikshank, 2005: 44)

ขั้นการนำไปใช้ ครูได้มีการส่งเสริมให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวกับความรู้ที่ได้ข้อสรุปร่วมกัน และให้นักเรียนนำตัวอย่างหรือสถานการณ์ของตนเองไป

แลกเปลี่ยนกับเพื่อนที่เป็นคู่ และนำเสนอตัวอย่างหรือสถานการณ์ของกลุ่มตนเองกับชั้นเรียน โดยครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคนอื่นร่วมกันอภิปราย ซักถามเกี่ยวกับตัวอย่างหรือสถานการณ์ที่เพื่อนได้ออกมาอธิบายแนวคิดและนำเสนอต่อหน้าชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนทั้งชั้น กิจกรรมดังกล่าวมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเองและเปิดโอกาสให้นักเรียนยอมรับฟังแนวคิดของเพื่อนๆด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของสมเดช บุญประจักษ์ (2540: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งศักยภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของโพลยา ผลการศึกษาพบว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ซึ่งเทคนิค Think-Pair-Share เป็นเทคนิคหนึ่งในการเรียนแบบร่วมมือที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 อาจเป็นเพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share โดยวิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำและทบทวน 2) ชี้นำพัฒนาความเข้าใจ 3) ชี้นำสรุปความเข้าใจและ 4) ชี้นำการนำไปใช้ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนักเรียนอาจยังไม่ได้เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้ครบทุกคน ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดดังนี้

ชี้นำและทบทวน สถานการณ์ปัญหาที่ครูยกขึ้นมาให้นักเรียนพิจารณาเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาแล้ว ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่สามารถจำความรู้ได้ถูกต้องและจำไม่ได้ นักเรียนบางส่วนมีความสับสนกับความรู้เดิมของตนเอง จึงทำให้มีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถตอบคำถามได้ถูกต้องทั้งหมด ครูจึงต้องอธิบายสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติม พร้อม

ทั้งยกตัวอย่างอื่นๆ เพื่อทบทวน ให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่จำเป็นต้องใช้ในการตอบคำถามมากยิ่งขึ้น

ขั้นพัฒนาความเข้าใจและขั้นสรุปความเข้าใจ นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ครูได้เตรียมเอาไว้ โดยให้นักเรียนแต่ละคนได้คิดหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญห ด้วยตนเองก่อน จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา จึงทำให้ไม่สามารถตีความจากสถานการณ์ปัญหานั้นได้ ซึ่งอุปสรรคอย่างหนึ่งในการแก้สถานการณ์ปัญหาคือ นักเรียนมีความสามารถในการอ่านและทำความเข้าใจปัญหาน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Etheredge (1996: 3040-A) ที่พบว่าสาเหตุเบื้องต้นที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาไม่ใช่เพราะนักเรียนมีทักษะในการคำนวณน้อย แต่เป็นเพราะนักเรียนมีความสามารถเชิงตรรกะและการเชื่อมโยงน้อย จึงทำให้ไม่สามารถตีความข้อมูลในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องและในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน เนื่องจากมีนักเรียนบางส่วนไม่สามารถตีความจากสถานการณ์ได้ ครูจึงให้การชี้แนะและให้เวลานักเรียนเพิ่ม เพื่อให้นักเรียนค่อยๆรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หรือออกมาเป็นความคิดของตนเองก่อน และนำไปอภิปรายกับเพื่อนเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน แม้ว่านักเรียนจะสามารถค้นพบความรู้ต่างๆและสรุปความเข้าใจได้ด้วยตนเอง แต่สิ่งนั้นก็เกิดขึ้นภายใต้การชี้แนะของผู้วิจัยเป็นส่วนใหญ่ และการค้นพบความรู้ของนักเรียนบางส่วนก็ใช้เวลาค่อนข้างมาก เนื่องจากนักเรียนมีพื้นฐานความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของอาทิติยา สำราญอินทร์ (2553: 103) ที่กล่าวว่า “การเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นของนักเรียนส่วนใหญ่จะเป็นไปในแนวทางเดียวกับครู แสดงให้เห็นว่าแม้นักเรียนจะเชื่อมโยงความรู้ได้บ้าง แต่ก็เกิดจากการแนะนำของครู ไม่ได้เกิดขึ้นจากการคิดด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในประเด็นที่แตกต่างได้” และจากการสัมภาษณ์นักเรียนอย่างไม่เป็นทางการพบว่า เท่าที่ผ่านมานักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกทักษะการเชื่อมโยงความรู้ มาใช้ในการแก้ปัญหาเลย ทำให้นักเรียนมีพื้นฐานและประสบการณ์เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้น้อย เป็นผลให้ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนไม่สูงขึ้นกว่าเดิมเท่าที่ควร สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของเพียเจต์และวิก์ทอสกี (อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2550: 90-91) ที่กล่าวว่า “พัฒนาการทางเขาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบ และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม” สำหรับการวิจัยครั้งนี้ อาจวิเคราะห์ได้ว่า การอ่านสถานการณ์ปัญหาแล้วไม่เข้าใจเกิดจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากที่นักเรียนเคยพบเจอมาก่อน นักเรียนขาดประสบการณ์และไม่คุ้นเคยกับการตอบคำถามสถานการณ์ปัญหาลักษณะนี้ และการชี้แนะของผู้วิจัยเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้และสรุป

ความเข้าใจให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด อาจทำให้โอกาสในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนในกลุ่มทดลองเกิดขึ้นไม่มากเท่าที่ควร

ขั้นการนำไปใช้ หลังจากนักเรียนทำกิจกรรมจนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว นักเรียนจะต้องระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ได้ค้นพบไปสัมพันธ์กับปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้กับเพื่อนและชั้นเรียนต่อไป ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับการระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งจากการสอบถามนักเรียนพบว่า ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนไม่ได้รับการฝึกฝนการเชื่อมโยงความรู้ที่ตนได้เรียนรู้ไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงเท่าที่ควร จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่า อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากระยะก่อนเรียนมากนัก อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้วิจัยใช้เวลาในการทำกิจกรรมในชั้นพัฒนาความเข้าใจและขั้นสรุปความเข้าใจ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้พยายามคิดแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ต่างๆด้วยตนเอง จึงให้เวลากับนักเรียนทั้งชั้นเพิ่มขึ้นเพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้ค้นพบความรู้และข้อสรุปร่วมกัน จนทำให้เวลาในขั้นการนำไปใช้ลดน้อยลง เป็นผลให้โอกาสในการฝึกการเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ในชีวิตจริงลดลงด้วยและนักเรียนไม่สามารถออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ครบทุกคน สอดคล้องกับแนวคิดของ พรรณี ชูทัย เจนจิต (2545: 539-540) ที่กล่าวว่า วิธีที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะในการเรียน ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และกระตุ้นให้เด็กได้มีโอกาสในการฝึกหัดทันทีหลังจากการเรียนรู้ และยังคงคำนึงถึงการเน้นย้ำ การทำซ้ำและการเสริมแรงด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภวิกา ภักษา (2553: 122) ที่กล่าวว่า “การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการภายใน ค่อนข้างที่จะเปลี่ยนแปลงได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้เรียนรู้ส่วนใหญ่มีการรับรู้ว่าเป็นวิชาที่ยาก และต้องอาศัยทั้งในด้านของระยะเวลา แรงกระตุ้นที่อยู่ในระดับสูงเป็นสำคัญ”

จากเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยคาดว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างจากก่อนเรียน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากประเด็น ดังนี้

1. นักเรียนในกลุ่มทดลองมีพื้นฐานความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย อาจเป็นเพราะในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนได้รับการฝึกฝนและเน้นให้พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาเป็นด้านหลัก โดยที่ไม่ได้รับการเน้นและฝึกทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มากพอ และสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบ เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ดังกล่าว จึงทำให้ไม่สามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้มากเท่าที่ควร

2. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ใช้เวลาในขั้นพัฒนาความเข้าใจมาก โดยเฉพาะกับนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับปานกลางลงไป จะใช้เวลาในขั้นนี้ค่อนข้างมาก เพื่อคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยก็ได้ให้โอกาสและเวลาแก่นักเรียนในการคิด และให้ความช่วยเหลือโดยการชี้แนะ จนกระทั่งนักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โอกาสที่นักเรียนจะได้รับการฝึกให้ยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงมีน้อยลง จึงเป็นผลให้การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนแต่ละคน ขาดความต่อเนื่องและการฝึกปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534: 121) ที่กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้การเชื่อมโยง เน้นเรื่องการฝึกหัดซ้ำและการให้การเสริมแรง ผู้เรียนจะต้องได้รับการช่วยเหลือในด้านการมองเห็นความแตกต่าง เรียนรู้การแยกประเภทและเรียนรู้ทักษะต่างๆ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาทิตยา สำราญอินทร์ (2553: 104) ที่กล่าวว่า “การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการปรับบโนทัศน์ ควรใช้เวลาระยะยาว จึงจะส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้” และสอดคล้องกับคะแนนที่ได้จากงานของผู้วิจัย พบว่าคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองเป็น 10.85 และ 12.13 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งคะแนนที่ได้แบบวัดมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ยังไม่มากพอ แสดงว่าความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หากได้รับการฝึกฝนด้วยระยะเวลาที่นานมากพอ ก็สามารถพัฒนาได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share จึงน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ หากมีเวลาให้นักเรียนได้ทำกิจกรรม ในการพัฒนาทักษะเพิ่มมากขึ้น

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่าน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัย โดยแบ่งออกเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share นักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับต่ำ อาจเกิดความเบื่อหน่ายหรือหมด

กำลังใจกับวิธีสอนดังกล่าว ครูจึงควรให้กำลังใจหรือความช่วยเหลือกับนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับต่ำในการทำกิจกรรมจนสามารถค้นพบความรู้ต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

2. การนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ไปใช้ ครูผู้สอนควรเพิ่มเวลาในการทำกิจกรรมโดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดค้นหาคำตอบ คิดเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในหลากหลายวิธีการ เรียงเรียงความคิดและนำเสนอคำตอบหรือวิธีการในรูปแบบต่างๆแก่ครูและเพื่อน ทำให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้และมีความมั่นใจในการนำเสนอต่อชั้นเรียน และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อนจนได้ข้อสรุปร่วมกัน

3. การนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ไปใช้ โดยเฉพาะขั้นพัฒนาความเข้าใจ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานไม่เท่ากัน ครูผู้สอนควรจัดเตรียมกิจกรรม สื่อการเรียนรู้และคำถามต่างๆ โดยลำดับความยากง่ายเพื่อช่วยในการชี้แนะนักเรียน ไปสู่การค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยคำถามที่ใช้ควรกระตุ้นการคิด ตลอดจนให้นักเรียนออกมาเสนอความคิดของตนเอง เพื่อจะได้ตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่นักเรียนค้นพบ

4. เนื่องจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมให้ครบทุกขั้นตอน ครูผู้สอนควรเลือกเนื้อหาที่มีเวลาสอนมากพอสมควร และควรมีความยืดหยุ่นในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาพจริงในชั้นเรียน และควรบันทึกปัญหาหลังการสอนทุกคาบ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ นอกจากเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ที่ผู้วิจัยทำการศึกษา เช่น ตัวประกอบของจำนวนนับ การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พื้นที่ผิวและปริมาตร เนื่องจากลักษณะเนื้อหาเหมาะสมกับการค้นพบมโนทัศน์หรือวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ เช่น มโนทัศน์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนก สมะวรรณและคณะ. การพัฒนารูปแบบการเพิ่มพูนทักษะการเขียนภาษาอังกฤษเชิงไวยากรณ์ โดยใช้กลยุทธ์คูคิดอัจฉริยะ. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 5 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2554) : 47-56.

กองการวิจัยทางการศึกษา. สรุปผลการศึกษาศักยภาพของเด็กไทย ระยะที่ 1 พ.ศ. 2543.

กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2543.

ขจรศักดิ์ หลักแก้ว. วิธีการใช้บทเรียน (วิธีการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้บทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต)

[http:// www.patwit.ac.th/com 3 /p1.html](http://www.patwit.ac.th/com3/p1.html) [12 ตุลาคม 2553].

จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัย ธรรมชिरาช, 2541.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. [http:// www.watpon.com](http://www.watpon.com).

[23 พฤษภาคม 2556].

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.

ชลธิชา ทับทวี. ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเพื่อนคู่คิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.

เชวงศักดิ์ ช้อนบุญ. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรม คิด – จับคู่ – เล่าสู่กันฟัง. ปริญญาโทปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.

ณัฐกานต์ รักนาค. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

ทิตนา แคมมณี. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

- ลักษณะ แก้วมาลา. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการแก้ปัญหา โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.
- บุญชม ศรีสะอาด. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2541.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000 สสวท, 2543:14-22.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2534.
- ปรุ้ง อินทรมาตร์. ผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- พรรณิ ช. เจนจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : เสริมสิน พรี่เพรส ซิสเต็ม, 2545.
- พรรณทิพา พรหมรักษ์ การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุขฎิบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:บริษัท บพิตรการพิมพ์ จำกัด, 2547.
- พิชญา พุกผาสุข. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทางการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และ พเยาว์ ยินดีสุข. ทักษะ 5 C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- ภาวิกา ภักษา. ผลของการตั้งเป้าหมายที่มีต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต , สาขาจิตวิทยาการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- มนต์ชัย เทียนทอง. เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบ Mentor Coached Think-Pair-Share เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้ออนไลน์. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน, 2551.

- มนต์ชัย เทียนทองและคณะ. การพัฒนา หาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตวิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด บนระบบ Moodle LMS. ภาควิชา คอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระ นครเหนือ, 2552.
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์, 2523.
- ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปฏิรูปการศึกษา. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพัฒนาคุณภาพชีวิต, 2544.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : แอล ทีเพรส, 2542.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- วิชาการ, กรม. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.
- วิภาวดี วงศ์เลิศ. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย. ปรินญาณิพนธ์การศึกษา ศาสตรมหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.
- วิลาวัลย์ ลูกสะเดา. ผลของการฝึกเทคนิคK-W-L-H ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบคู่คิดที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ปรินญาณิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2549.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทจร. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การ วิเคราะห์ข้อมูล กับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ปรินญาณิพนธ์บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.
- ศิริพร มาวรณา. ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.

- ศิริพร รัตนโกสินทร์. การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ.
ปริญญาานิพนธ์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
2546.
- ศิริพรรณ ศรีอุทธา. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 4.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2544.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2545.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ
มหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2552.
- สภาการศึกษา. สถิติและตัวชี้วัดทางการศึกษาของประเทศไทย. วารสารวิชาการ ปีที่ 1 ฉบับที่ 2
มกราคม – มีนาคม กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค, 2556.
- สภาการศึกษา. ประเทศไทยกับโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ(PISA) เอกสารประกอบการ
ประชุมสัมมนาทางวิชาการระหว่างประเทศ ประจำปี 2556 เรื่อง “การศึกษาเพื่ออนาคต
ประเทศไทย”, 2556.
- สมเดช บุญประจักษ์. การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้
การเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2540.
- สมเดช บุญประจักษ์. แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. ฉบับ
เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ, 2547.
- สมบัติ การจนารักพงศ์. 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย : การเรียนรู้แบบร่วมมือ.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ธารอักษร, 2547.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อ
ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์และฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ, 2545.

- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพาณิชย์, 2544.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สสวท., 2546.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์, 2551.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สภสค. ลาดพร้าว, 2552.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์นานาชาติ. นนทบุรี : บริษัท สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด, 2552.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร:บริษัท 3 – คิว มีเดีย จำกัด, 2555.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. การวัดผลและการประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร:บริษัท วี.พรินท์ (1991) จำกัด, 2555.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2552.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. รายงานการสังเคราะห์แนวคิดและวิธีจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.
- สิริพร ทิพย์คง. หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : พัฒนาคุณภาพวิชาการ , 2545.
- สุพรรณิ คำนันท์. ผลของการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยวิธีอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยี การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- สุพิรา ดาวเรือง. การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้การเรียนรู้แบบกิจกรรมเป็นฐาน และเทคนิคเพื่อคิดบนวิกิเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ . 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์, 2545.
- สุวรรณีย์ พลิกคามิน. ชุดการเรียนรู้แบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่4. สารนิพนธ์ สาขามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.
- โสภณ บำรุงสงฆ์และสมหวัง ไตรตันวงศ์. เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- อดิเรก นาวารัตน์. การพัฒนาหาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน WBI วิชาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน หลักสูตรปริญาตรี มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขต สารสนเทศจันทบุรี โดยใช้เทคนิคเพื่อนคู่คิด. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- อมรวิชัย นาคทรพร. รายงานสภาวะการศึกษาไทยต่อประชาชน ปี 2545 ปมปฏิรูป กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี, 2545.
- อลิสรา ชมชื่น. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยบูรณาการทฤษฎีการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและการให้เหตุผล เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- อัมพร ม้าคนอง. คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- อัมพร ม้าคนอง. ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ในพร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (บรรณาธิการ), ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กรุงเทพมหานคร :บริษัท บพิตรการพิมพ์ จำกัด, 2547.
- อัมพร ม้าคนอง. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- อาทิตยา สำราญอินทร์. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการปรับมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่อง เส้นตรงและมุม , ความยาว พื้นที่ และปริมาตรระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญาานิพนธ์ สาขาวิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.

อเนก พุทธิเดช. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประมาณค่า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลวัดเข็ญ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2548.

ภาษาอังกฤษ

Ausubel, David P. Educational Psychology : A Cognitive View. New York : Holt Rinehart and Winston Inc., 1968.

Bartlett, Lucy E. “The Evaluation, Improvement, and Dissemination of a Guided Discovery Method for Teaching Developmental Mathematics,” *Dissertation Abstracts International.* 54(12) : 4381-A , 1994.

Biggs, Edith E. “ Investigational Methods in Shulman, Lee S. and Evan R. Keisla,” Learning by Discovery : A Critical Appraisal. Chicago : Rand McNally, 1968.

Bruner, Jerome. The Process of Education. Cambridge, Massachusetts : Harvard University Press, 1960.

Buschman, L. Communication in the language of Mathematics. Teaching children Mathematics. 1(6) :324-329, 1995.

Byerley , R. Aaron. Using Multimedia and “Active Learning” Techniques to “Energize” An introductory Engineering Thermodynamics Class. Frontiers in Education Conference, 2002.

California State Department of Education. California Generalized Rubric for Math. [online]. Available from:<http://www.wcer.wisc.edu/ncisla> [2008, October 22].

Christian R. Hirsch. The Effects of Guided Discovery and Individualized Instructional Packages on initial learning , transfer and Retention in second-year algebra. Retrieved January 22 , 2013, from <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp>, 1977.

Cooney, T.J.; Davis, E.J. and Henderson. Dynamics of Secondary School Mathematics. Boston : Houghton Mifflin, 1975.

Coxford, A.F. The Case for Connection. In Connecting Mathematics across The Curriculum. Pp. 3-12. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics, 1995.

Dales , Zita I. Achievement of Students in Mathematics Using the Think-Pair-Share Strategy. *Dissertation Abstracts International.* Retrieved April 29, 2011, from </index.php/research/abstracts>, 2007.

De Cecco, John P. Psychology of Learning and Instruction. New Jersey : Prentice – Hall Inc, 1968.

- Donald Kauchak and Paul Eggen. Introduction to Teaching Becoming a Professional. United States of America : Pearson Education Limited, 2008.
- Donald L. Peters. DISCOVERY LEARNING IN KINDERGARTEN MATHEMATICS. Dissertation Abstracts International. Retrieved January 22 , 2013, from <http://www.jstor.org/discover>, 1970.
- Dossey , J.A. , McCrone, S., Giordano , F and Weir , M.D. Mathematics Method and Modeling for Today 's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7 – 12. Pacific Grove : Brooks /Cole Thomson Learning, 2002.
- Edwards , S. Managing the Effective Teaching of Mathematics 3-8. London:Pual Chapman, 1998.
- Eison, Jim. Perspective on Using Think-Pair-Share. Retrieved December 11,2010, from <http://www.tltgroup.org/infolit/BPCategories/BHWs/Activities.htm>, 2008.
- Emese , George. The Effects of Guided Discovery Style Teaching and Graphing Calculator Use in Differential Calculus. Dissertation Abstract international. 54-02A , 1993.
- Etheredge, S.M. “ A Constructivist Instructional Approach to Arithmetic Word Problem – Solving : Children as Authors and Collaborators,” in Dissertation Abstract International. 56(8). 3040-A. Michigan: Bell Howell, 1996.
- Govender, Poolingam Perimal. (1988). An Investigation into the Understanding of Mathematical Concepts. Retrieved April 28, 2005, from <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/f956581>.
- Hoyles, Celia. “What is the Point of Group Discussion?” Educational Studies in Mathematics. 16(2) : 205-214, 1985.
- Hyman, Ronald T. Way of Teaching. New York : Harper & Row Publisher, 1974.
- Johanning. An analysis of writing and post writing group collaboration in middle school pre – algebra. School science and Mathematics ,151-160 : 2000.
- Johnson et al. Active learning : Cooperation in the college classroom. Edina , MN : Interaction Book Company, 2006.
- Jones, Phillips. and Arbor, Ann. Discovery Teaching from Socrates to Modernity. The Mathematics Teacher. 501 – 508 :1970.
- Kagan, Spencer. Dr. Spencer Kagan's new cooperative learning smart card. San Clemente: Kagan Cooperative Learning, 1998.
- Kellough, Richard D. and Roberts, Patricia L. A Resource Guide for Elementary School Teaching. 3rd ed. New York : Macmillan, 1994.

- Kennady and Tipps. Guiding Children's Learning of Mathematics. Fifth Edition. Belmont, California : Wadsworth Publishing, 1994.
- Khalid, M. Application to the real – world : Making mathematics enjoyable for student in Brunei. <http://education.Cartin,edu,au / waier / froms / Khalid.html>[2005, Jan 22].
- Kristin L Getter and D. Bradley Rowe. Using Simple Cooperative Learning Techniques in a Plant Propagation Course. pp 39 – 43 Michigan State University , December 2008.
- Krulik, Stephen and Weise, Ingrid B. Teaching Secondary School Mathematics. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1975.
- Lappan, G. and Schram, P. Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook. pp.14-30. Reston: Virginia, 1989.
- Lardizabal et al. Methods and Principles of Teaching. Quezon City :Phoenix Press, 1969.
- Lyman, F.T. The Responsive Classroom Discussion : The Inclusion of all Students. In: A. Anderson (Ed.), Mainstreaming Digest. pp.109-113. College Park : University of Maryland Press, 1981.
- Lyman, F.T. Think-pair-share : An Expanding Teaching Technique : MAA-CIE Cooperative News. V.1 pp.1-2, 1987.
- Millis, Barbara J. and Cottell , Philip G. Cooperative Learning For Higher Education Faculty. U.S.A. Phoenix : Oryx Press, 1998.
- Moore, Kenneth D. and Quinn, Chen. Secondary Instructional Methods. Madison, Wis:WCB Brown & Benchmark, 1994.
- National Council of Teachers of Mathematics. Curriculum and Evaluation Standard for Schools Mathematics. Reston: Virginia, 1989.
- National Council of Teachers of Mathematics. Professional Standards for School Mathematics. Reston, Va : NCTM, 1991.
- National Council of Teachers of Mathematics. Curriculum and Evaluation Standard for Schools Mathematics. Reston: Virginia, 2000.
- National Council of Teachers of Mathematics. Principle and Standard for Schools Mathematics. Reston: Virginia, 2000.
- Paul D. Eggen and Donald P. Kauchak. Strategies and Models for Teachers Teaching Content and Thinking Skills. Fifth Edition United States of America : Pearson, 2006.

- Paul R. Burden and David M. Byrd. Method for Effective teaching. Third Edition. United States of America : Pearson Education, Inc, 2003.
- Rey and other. Helping Children Learn Mathematics. 7th ed. New York: John Wiley and Sons, 2001.
- Riedesel, C.A., Schwartz J.E. and Clements D.H. Teaching Elementary School Mathematics. 6 th ed. N.d., 1998.
- Robertson, Howard C. "The Effects of the Discovery and Expository Approach of Presenting and Teaching Selected mathematical Principles and Relationships to Fourth Grade Pupils" Dissertation Abstracts International. 31(10):5278-A, 1970.
- Rojas, M.E. Enhancing the Learning of Probability Through Developing Students' Skill in Reading and Writing. Dissertation Abstracts online. 53-05A, 1992.
- Rowan,T. and Morrow,L.J. Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards . Reading , from the Arithmetic assessment technique: Comparing the spoken and writing Teacher. Reston: Virginia, 1993.
- Sheffield, L.J. and Cruikshank, D.E. Teaching and learning mathematics : Pre-kindergarten through middle school. New Jersey:John Wiley and Sons, 2005.
- Shteingold, N. Isolate. Then integrate. Available from : http://www.nctm.org/dialogues/2001-01/default_all_print.htm[2010,September 9].
- Sofiatun. Teaching English Using Think Pair Share(TPS) to Improve the Students' Speaking Competence (An Action Reseach at the fifth Year of SD Negeri 2 Kemiri, Tulung). Dissertation Abstracts International. Retrieved October 23, 2010.
- Suzanne Lane, et al. The Role Tasks and Holistic Scoring Rubrics : Assessing Students' Mathematical Reasoning and Communication. University of California : The National Council of Teacher of Mathematics, INC, 1996.
- Tiffany, Patrice Geary. "Introducing Dynamical Systems in the Undergraduate Curriculum," Dissertation Abstracts International. 54(01) :120-A, 1993.
- William , Susan Elain. Effects of Teacher Involvement in Curriculum Development on the Implementation of Calculators (Mathematics Curriculum). Dissertation Abstracts international 53(11), 1999.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ และหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82681-2 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1759

วันที่ 13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) และรองคณบดี

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์วิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ชั่งใจ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัย จะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ชั่งใจ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลผล)

รองคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82681-2 ต่อ 612
 ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1760 วันที่ 13 มิถุนายน 2556
 เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) และรองคณบดี

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณา ทิมสถิตย์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัย จะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวรรณา ทิมสถิตย์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(อาจารย์ ดร.จuthartana วิบูลผล)

รองคณบดี



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1761

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอบเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อนุทิน วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1762

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขออนุญาตผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์ธา เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์ธา เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1763

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ดน้อย ยังกง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้ ใ้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1764

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีอยุธยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องขอตกลงใช้เครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/56-1765

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

13 มิถุนายน 2556

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องขอเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- คุณภาพแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
- คุณภาพแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน
- คุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน
- คุณภาพแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ตารางที่ 16 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.71	0.42	
2	0.33	0.25	
3	0.56	0.64	0.726
4	0.31	0.46	
5	0.23	0.60	
6	0.21	0.60	

ตารางที่ 17 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.43	0.67	
2	0.30	0.40	
3	0.48	0.63	0.779
4	0.38	0.63	
5	0.57	0.27	
6	0.47	0.47	

ตารางที่ 18 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.23	0.29	
2	0.27	0.29	
3	0.38	0.58	0.766
4	0.23	0.46	
5	0.40	0.29	
6	0.46	0.67	

ตารางที่ 19 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.38	0.63	
2	0.48	0.70	
3	0.23	0.47	0.892
4	0.50	0.73	
5	0.48	0.70	
6	0.57	0.60	

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์
- เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

ชื่อ ชั้น ม. เลขที่ โรงเรียน.....

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 1)
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาเขียน จำนวน 3 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ให้ความเวลาในการทำ 1 ชั่วโมง 20 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบของแต่ละคำถามและใช้ภาษาสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ
3. ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบ โดยอาศัยการเขียนบรรยาย เขียนรูปภาพ กราฟ ตารางหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการตอบคำถามและให้เห็นแนวความคิด และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน
4. ในการประเมินคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก
 - การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 - การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
5. ให้นักเรียนทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน และไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

1. แม่มอบหมายให้พี่หลิวและน้องปิ่นนับเงินจากกระปุกออมสิน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กอง โดยกองที่หนึ่งและกองที่สองให้พี่หลิวและน้องปิ่นเป็นคนนับ ตามลำดับ โดยเงินที่หลิวนับมีมากกว่าเงินที่ปิ่นนับอยู่ 120 บาท เมื่อทั้งสองนับเงินเสร็จแล้ว แม่ให้เงินนับเพิ่มอีกคนละ 60 บาท พบว่า นับเงินรวมกันได้ 400 บาท จงหาว่าเดิมพี่หลิวและน้องปิ่นนับเงินคนละเท่าไร

3.1 จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตร หรือ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงินของพี่หลิวและน้องปิ่น

.....

.....

.....

3.2 จงเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา และเลือกใช้รูปแบบในการนำเสนอเพื่อประกอบการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 จงเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและอธิบายวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ ชั้น ม. เลขที่ โรงเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 2)
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาเขียน จำนวน 3 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ให้ความเวลาในการทำ 1 ชั่วโมง 20 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวคิดในการหาคำตอบของแต่ละคำถามและใช้ภาษาสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความ
3. ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดรอบคอบ โดยอาศัยการเขียนบรรยาย เขียนรูปภาพ กราฟ ตาราง แผนภาพหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการตอบคำถามและให้เห็นแนวความคิด และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน
4. ในการประเมินคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจาก
 - การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
 - การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - ความชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลและลำดับขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
5. ให้นักเรียนทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน และไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

1. ตู๊กกี้ฝากเงินไว้กับธนาคารจำนวน 200,000 บาท ได้รับดอกเบี้ยในอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 4 ต่อปี โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยทบต้นทุก 12 เดือน และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี จงหาว่า เมื่อครบ 2 ปี ถ้าตู๊กกี้ไม่มีการถอนเงินออกมา แล้วตู๊กกี้จะมีเงินในธนาคารทั้งหมดกี่บาท
- 1.1 จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตรหรือสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงินของตู๊กกี้

.....

.....

.....

- 1.2 จงเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา และเลือกใช้รูปแบบในการนำเสนอเพื่อประกอบการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

- 1.3 จงเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและอธิบายวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ ชั้น ม. เลขที่ โรงเรียน

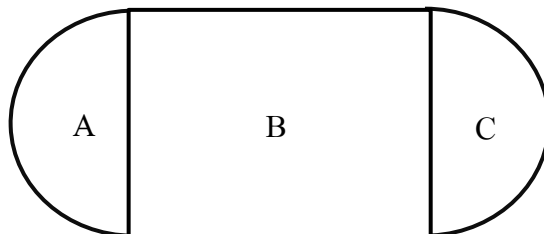
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (ชุดที่ 1)
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีทั้งหมด 3 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง 20 นาที
2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น / ห้องเรียน ชื่อโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ในการประเมินคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจาก
 - ก. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
 - ข. การระบุสมบัติ สูตร หรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
 - ค. การเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
 - ง. การยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ ก.
4. ให้นักเรียนทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน และไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ

1. สนามกีฬาแห่งหนึ่งดังรูป ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ส่วนคือ
- ก. พื้นที่ A และ พื้นที่ C เป็นรูปครึ่งวงกลมอยู่ติดกับพื้นที่ B
- ข. พื้นที่ B เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีพื้นที่เท่ากับ 280 ตารางเมตร ความยาวด้านยาวเท่ากับ 20 เมตร

(กำหนด $\pi \approx \frac{22}{7}$)



- 1.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

.....

ข. จงระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

.....

- 1.2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

ค. จงเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

- 1.3 ให้นักเรียนระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ

ง. จงยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

.....

.....

.....

ชื่อ ชั้น ม. เลขที่ โรงเรียน.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีทั้งหมด 3 ข้อ เป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง 20 นาที
2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล เลขที่ ชั้น / ห้องเรียน ชื่อโรงเรียน ลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ในการประเมินคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ จะพิจารณาลักษณะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจาก
 - ก. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
 - ข. การระบุสมบัติ สูตร หรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา
 - ค. การเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
 - ง. การยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ ก.
4. ให้นักเรียนทุกคนตั้งใจทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ แต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน และไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ



1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 4 อัตราส่วนของความยาวต่อความสูงเป็น 6 : 5 และตู้ปลามีความยาว 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการใส่น้ำลงในตู้ปลา โดยให้ระดับน้ำมีความสูง $\frac{4}{5}$ ของความสูงตู้ปลา จะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร

1.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

.....

ข. จงระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

.....

1.2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

ค. จงเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ให้นักเรียนระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ

ง. จงยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. แม่มอบหมายให้พี่หลิวและน้องปิ่นนับเงินจากกระปุกออมสิน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 2 กอง โดยกองที่หนึ่งและกองที่สองให้พี่หลิวและน้องปิ่นเป็นคนนับ ตามลำดับ โดยเงินที่หลิวนับมีมากกว่าเงินที่ปิ่นนับอยู่ 120 บาท เมื่อทั้งสองนับเงินเสร็จแล้ว แม่ให้เงินนับเพิ่มอีกคนละ 60 บาท พบว่า นับเงินรวมกันได้ 400 บาท จงหาว่าเดิมพี่หลิวและน้องปิ่นนับเงินคนละเท่าไร

1.1 จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตร หรือ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงินของพี่หลิวและน้องปิ่น

..... กำหนดให้ x เป็นจำนวนนับใดๆ

..... โดย x แทนจำนวนเงินของน้องปิ่น และ $x + 120$ แทนจำนวนเงินของพี่หลิว

1.2 จงเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา และเลือกใช้รูปแบบในการนำเสนอเพื่อประกอบการอธิบาย

1. แปลงโจทย์ปัญหาจากภาษาไทย เป็น สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2. กำหนดตัวแปรแทนจำนวนเงินของพี่หลิวและน้องปิ่น

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเงินของทั้งสองคน ในช่วงก่อนการนับเงินและหลังการนับเงิน

4. เขียนสมการและแก้สมการเพื่อหาจำนวนเงินที่แต่ละคนนับได้



	จำนวนเงินตอนแรก	แม่ให้เพิ่มอีก	จำนวนเงินตอนหลัง
หลิว	$x+120$	60	$x+120+60$
ปิ่น	x	60	$x+60$

1.3 จงเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและอธิบายวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์

1. กำหนดจำนวนเงินของพี่หลิวนับและน้องปิ่นนับ โดยให้จำนวนเงินที่น้องปิ่นนับ เท่ากับ x

2. หาจำนวนเงินของทั้งสองคน หลังจากแม่ให้เงินเพิ่มอีกคนละ 60 บาท

3. นำจำนวนเงินของทั้งสองคนมารวมกันเท่ากับ 400 เพื่อแก้สมการหาค่า x

4. นำคำตอบที่ได้ แทนค่าเพื่อหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ

$$(x+120+60) + (x+60) = 400$$

$$x+180+x+60 = 400$$

$$2x+240 = 400$$

$$2x = 160$$

$$x = 80$$

ดังนั้น

พี่หลิวนับเงินได้ $80+120 = 200$ บาท

และน้องปิ่นนับเงินได้ 80 บาท **ตอบ**

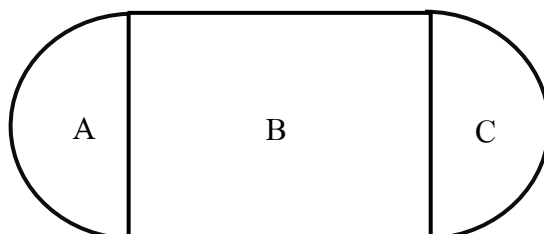
เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. สนามกีฬาแห่งหนึ่งดังรูป ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ส่วนคือ

ถ้าโกโบริต้องการวิ่งออกกำลังกายรอบสนามเป็นจำนวน 5 รอบ โกโบริจะวิ่งได้ระยะทางเท่าใด

(กำหนด $\pi \approx \frac{22}{7}$)



1.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

- พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า - ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....

..... - ความยาวรอบรูปวงกลม.....

ข. จงระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

- พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = กว้าง \times ยาว.....

..... - ความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า = $2 \times$ (กว้าง + ยาว).....

..... - ความยาวรอบรูปวงกลม = $2\pi r$

1.2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

ค. จงเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

..... - หาความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากพื้นที่และความยาวที่โจทย์กำหนดให้.....

..... - นำความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมมาเท่ากับความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางของรูปวงกลม.....

..... - หาความยาวรอบสนาม โดยนำความยาวรอบวงกลมบวกกับความยาวของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า.....

..... - นำความยาวรอบสนามที่ได้มาคูณ 5 จะได้ระยะทางที่โกโบริวิ่งออกกำลังกาย.....

1.3 ให้นักเรียนระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ

ง. จงยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

..... สระว่ายน้ำแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบ่งเป็นสระว่ายน้ำสำหรับผู้ใหญ่รูป

สี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้างและความยาวเท่ากับ 40 และ 60 เมตร ตามลำดับ และ รูปครึ่งวงกลม

ซึ่งอยู่ติดกับสระว่ายน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้านขวา มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาวเท่ากับ 35 เมตร ถ้า.....

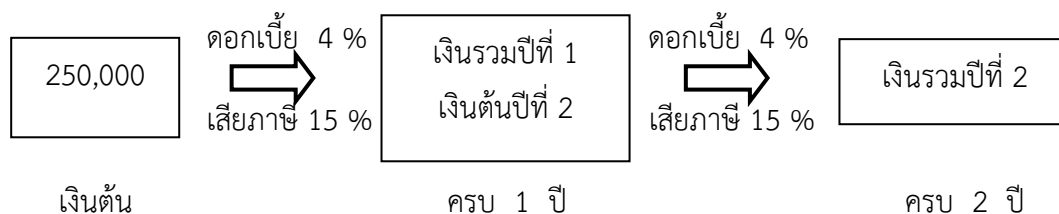
เจ้าของสระว่ายน้ำต้องการทาสีเหลืองรอบสระว่ายน้ำทั้งสองแห่ง จะต้องทาสีเป็นความยาวเท่าใด

เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

1. ตู่ก็ฝากเงินไว้กับธนาคารจำนวน 200,000 บาท ได้รับดอกเบี้ยในอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ ร้อยละ 4 ต่อปี โดยธนาคารคิดดอกเบี้ยทบต้นทุก 12 เดือน และหักภาษีดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี จงหาว่า เมื่อครบ 2 ปี ถ้าตู่ก็ไม่มีการถอนเงินออกมา แล้วตู่ก็จะมีเงินในธนาคารทั้งหมดกี่บาท
- 1.1 จงใช้คำศัพท์ ตัวแปร สูตรหรือสัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์แทนจำนวนเงินของตู่ก็ กำหนดให้ x และ y เป็นจำนวนนับใดๆ
 โดย x และ y เป็นจำนวนเงินในธนาคารของตู่ก็เมื่อฝากเงินครบ 1 ปี และ 2 ปี ตามลำดับ

- 1.2 จงเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหา และเลือกใช้รูปแบบในการนำเสนอเพื่อประกอบการอธิบาย



- 1. หาดอกเบี้ยเงินฝากในปีแรก จากเงินต้นที่ฝากไว้กับธนาคาร
 2. นำดอกเบี้ยไปหักภาษี แล้วนำไปรวมกับเงินต้น เป็นเงินรวมเมื่อครบ 1 ปี
 3. หาดอกเบี้ยเงินฝากในปีที่ 2 จากเงินรวมปีที่ 1
 4. นำดอกเบี้ยไปหักภาษี แล้วนำไปรวมกับเงินต้น เป็นเงินรวมเมื่อครบ 2 ปี

- 1.3 จงเขียนแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาและอธิบายวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์

- หาดอกเบี้ยปีที่ 1 ดอกเบี้ย $= \frac{4}{100} \times 200,000 = 8,000$ บาท
 หักภาษี 15% ได้ดอกเบี้ย $\frac{85}{100} \times 8,000 = 6,800$ บาท
 ครบ 1 ปี มีเงินรวม $200,000 + 6,800 = 206,800$ บาท
 หาดอกเบี้ยปีที่ 2 ดอกเบี้ย $= \frac{4}{100} \times 206,800 = 8,272$ บาท
 หักภาษี 15% ได้ดอกเบี้ย $\frac{85}{100} \times 8,272 = 7,031.2$ บาท
 ครบ 2 ปี มีเงินรวม $206,800 + 7,031.20 = 213,831.20$ บาท **ตอบ**

เฉลยตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

1. ตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 4 อัตราส่วนของความยาวต่อความสูงเป็น 6 : 5 และตู้ปลามีความยาว 60 เซนติเมตร ถ้าต้องการใส่น้ำลงในตู้ปลา โดยให้ระดับน้ำมีความสูง $\frac{4}{5}$ ของความสูงตู้ปลา จะต้องใช้น้ำทั้งหมดกี่ลิตร

1.1 ให้นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

ก. จงระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

..... สูตรปริมาตรของปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก.....

..... การเปลี่ยนหน่วยปริมาตร ระหว่าง ลิตร กับ ลูกบาศก์เซนติเมตร.....

ข. จงระบุสมบัติ สูตรหรือบทนิยาม ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

..... สูตรปริมาตรของปริซึมทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง \times ความยาว \times ความสูง.....

..... ปริมาตรน้ำ 1 ลิตร = 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร.....

1.2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางการแก้ปัญหา

ค. จงเขียนอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

1. หาอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวต่อความสูง โดยนำอัตราส่วนที่โจทย์กำหนดมาเชื่อมเข้าด้วยกัน

2. หาความกว้างและความสูง โดยเทียบสัดส่วนจากความยาวที่โจทย์กำหนดให้.....

3. หาปริมาตรของน้ำในตู้ปลา โดยแทนค่าข้อมูลลงในสูตร $(4/5) \times$ ความกว้าง \times ความยาว \times ความสูง

4. เปลี่ยนหน่วยปริมาตรน้ำจากลูกบาศก์เซนติเมตรให้เป็นลิตร.....

1.3 ให้นักเรียนระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่นักเรียนพบ

ง. จงยกตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ระบุในข้อ 1.1

..... ศูนย์สุขภาพแห่งหนึ่งมีสระว่ายน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีความกว้าง ความยาว และ

ความลึก 15 30 และ 2 เมตร ตามลำดับ โดยในการใส่น้ำลงในสระว่ายน้ำ จะใส่น้ำลงไปให้มีความ

สูงเพียง $\frac{3}{4}$ ของความลึกของสระ ถ้าในการเติมน้ำลงในสระว่ายน้ำจะต้องเสียค่าน้ำประปาที่เติมลงใน

สระ ราคาลิตรละ 3.50 บาท แล้ว เจ้าของสระว่ายน้ำจะต้องเสียค่าน้ำที่เติมลงในสระน้ำ คิดเป็น

เงินทั้งหมดกี่บาท.....

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนและร้อยละ		เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (2)
ผู้สอน นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี		จำนวน 1 คาบ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระสำคัญ การแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน เป็นการนำความรู้เรื่องสัดส่วนมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน ดังนี้

1. กำหนดตัวแปร เป็นจำนวนที่ต้องการหา
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนที่กำหนดให้และอัตราส่วนใหม่ โดยให้ลำดับของสิ่งของที่เปรียบเทียบ ในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน
3. หาค่าตัวแปรจากสัดส่วน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. แก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนได้
2. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน
2. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

ด้านคุณลักษณะ

1. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
2. มีความรับผิดชอบ ทำงานเป็นระบบ มีความรอบคอบ

สาระการเรียนรู้

การแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน เป็นการนำความรู้เรื่องสัดส่วนมาช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน ดังนี้

1. กำหนดตัวแปร เป็นจำนวนที่ต้องการหา
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนที่กำหนดให้และอัตราส่วนใหม่ โดยให้ลำดับของสิ่งของที่เปรียบเทียบ ในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน
3. หาค่าตัวแปรจากสัดส่วน (โดยใช้วิธีการคูณไขว้)

ตัวอย่างที่ 1 ที่ดินแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความยาวด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น 5 : 9 ถ้าที่ดินแปลงนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างอยู่ 24 เมตร ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่ทั้งหมดเท่าใด

วิธีที่ 1 ให้ x แทนจำนวนนับใด ๆ

จากอัตราส่วนความยาวด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น 5 : 9
จะได้ความยาวด้านกว้างและด้านยาวเป็น $5x$ และ $9x$ เมตร ตามลำดับ $5x$

$9x$



จาก ที่ดินแปลงนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างอยู่ 24 เมตร เขียนสมการได้เป็น

$$9x - 5x = 24$$

$$4x = 24$$

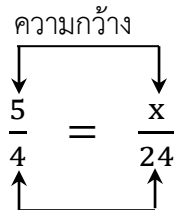
$$x = 6$$

จะได้ความกว้าง = $5(6) = 30$ เมตร

และความยาว = $9(6) = 54$ เมตร

ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่ทั้งหมด $30 \times 54 = 1,620$ ตารางเมตร **ตอบ**

วิธีที่ 2 ให้ x แทนความกว้างของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



จะได้ความกว้าง = $5(6) = 30$ เมตร

และความยาว = $9(6) = 54$ เมตร

ผลต่างความยาวกับความกว้าง

จะได้ $x = 6$

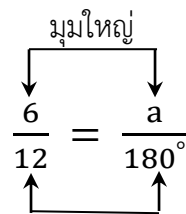
ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่ทั้งหมด $30 \times 54 = 1,620$ ตารางเมตร

ตอบ

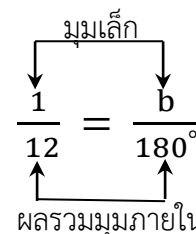
ตัวอย่างที่ 2 สามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีอัตราส่วนมุมภายในทั้งสามเป็น 5 : 1 : 6 จงหามุมที่ใหญ่ที่สุด มีค่ามากกว่ามุมที่เล็กที่สุดอยู่กี่องศา และจงระบุชนิดของรูปสามเหลี่ยมนี้ด้วย

วิธีทำ ให้ a และ b แทนขนาดของมุมที่ใหญ่ที่สุดและมุมที่เล็กที่สุดตามลำดับ

อัตราส่วนมุมภายในทั้งสามเป็น 5 : 1 : 6 คิดเป็นผลรวมมุมภายในทั้งหมด 12 ส่วน



ผลรวมมุมภายใน



ผลรวมมุมภายใน

จะได้ $a = 90^\circ$ และ $b = 15^\circ$ มุมที่เหลือมีขนาด $180^\circ - (90^\circ + 15^\circ) = 75^\circ$

มุมภายในของรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเท่ากับ 90° 75° และ 15° ตามลำดับ

ดังนั้น มุมที่ใหญ่ที่สุดมีค่ามากกว่ามุมที่เล็กที่สุดอยู่ $90^\circ - 15^\circ = 75^\circ$ และรูปสามเหลี่ยมรูป

นี้เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ตอบ

ตัวอย่างที่ 3 กล่องพลาสติกใบหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 2 อัตราส่วนความยาวต่อความสูงเป็น 3 : 2 ถ้ากล่องพลาสติกใบนี้มีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร แล้วกล่องใบนี้จะมี ความจุเท่าใด

วิธีทำ ให้ p และ q แทนความกว้างและความสูงของกล่องตามลำดับ

อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 2 และ อัตราส่วนความยาวต่อความสูงเป็น 3 : 2 ต้องเชื่อมอัตราส่วนโดยทำให้ความยาวให้มีค่าเท่ากัน และ หา ค.ร.น. ของ 2 กับ 3 ได้เท่ากับ 6

จะได้ว่า ความกว้าง : ความยาว เป็น $1 \times 3 : 2 \times 3 = 3 : 6$

และ ความยาว : ความสูง เป็น $3 \times 2 : 2 \times 2 = 6 : 4$

ดังนั้น อัตราส่วน ความกว้าง : ความยาว : ความสูง = 3 : 6 : 4

หาความกว้างและความสูง จากความยาวที่กำหนดให้ โดยใช้สัดส่วน

$$\begin{array}{ccc} \text{ความกว้าง} & & \\ \downarrow & & \downarrow \\ \frac{3}{6} & = & \frac{p}{30} \\ \uparrow & & \uparrow \\ \text{ความยาว} & & \end{array}$$

$$P = 15$$

$$\begin{array}{ccc} \text{ความสูง} & & \\ \downarrow & & \downarrow \\ \frac{4}{6} & = & \frac{q}{30} \\ \uparrow & & \uparrow \\ \text{ความยาว} & & \end{array}$$

$$q = 20$$

ความกว้างและความสูงของกล่องพลาสติกใบนี้ มีค่าเท่ากับ 15 และ 20 เซนติเมตร ตามลำดับ

$$\begin{aligned} \text{ความจุของกล่องพลาสติก} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \times \text{ความสูง} \\ &= 15 \times 30 \times 20 \\ &= 9,000 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 ปัจจุบันอายุของนิตต่ออายุของหน้อย เป็น 4 : 9 เมื่อ 3 ปีที่แล้ว อัตราส่วนอายุของนิตต่ออายุของหน้อย เป็น 1 : 3 จงหาว่าปัจจุบันหน้อยอายุกี่ปี

วิธีทำ ให้ x แทนจำนวนนับใด ๆ

จาก ปัจจุบันอัตราส่วนอายุของนิตต่ออายุของหน้อยเป็น 4 : 9

จะได้อายุของนิตและอายุของหน้อยเป็น $4x$ และ $9x$ ปี ตามลำดับ

เมื่อ 3 ปีที่แล้ว อายุของนิตและอายุของหน้อยเป็น $4x-3$ และ $9x-3$ ปี ตามลำดับ ซึ่ง อัตราส่วนอายุของนิตต่ออายุของหน้อย เป็น 1 : 3

	ปัจจุบัน	เมื่อ 3 ปีที่แล้ว
นิต	$4x$	$4x-3$
หน้อย	$9x$	$9x-3$

สามารถเขียนสัดส่วนเพื่อหาค่า x ได้ดังนี้

$$\frac{4x-3}{9x-3} = \frac{1}{3}$$

อายุของนิด
↓
↑
อายุของหนอย

$$3(4x-3) = 1(9x-3)$$

$$12x - 9 = 9x - 3$$

$$12x - 9x = 9 - 3$$

$$3x = 6$$

$$x = 2$$

ดังนั้น ปัจจุบัน หนอยอายุ $9(2) = 18$ ปี

ตอบ

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ชั้นนำและทบทวน</p> <p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยเลือกสถานการณ์ เพื่อทบทวน ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง โดยยกสถานการณ์ว่า “ป่าทิพย์ชง กาแฟร้อน 5 ถ้วย โดยใช้อัตราส่วนของกาแฟบด 3 ช้อน โตะต่อน้ำ 5 ถ้วย ถ้าป่าทิพย์ต้องการเลี้ยงกาแฟผู้เข้า ประชุมทั้งหมด 30 คน คนละ 1 ถ้วย ป่าทิพย์จะต้องใช้ กาแฟบดกี่ช้อนโตะ และใช้คำถามประกอบให้นักเรียน อภิปรายดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - จากสถานการณ์ข้างต้น โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง - โจทย์ให้นักเรียนหาอะไร - นักเรียนจะแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไรและต้องใช้ความรู้ เรื่องอะไรบ้าง <p>2. ครูฟังแนวคิดของนักเรียนจากการตอบคำถาม เพื่อ ตรวจสอบว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไร จากนั้นครูและ นักเรียนสรุปแนวทางในการหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครู นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>3. ครูนำเสนอประเด็นที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ โดยแจ้งว่า วันนี้ครูจะให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับ เรื่อง “โจทย์ปัญหา สัดส่วน”</p>	<p>ชั้นนำ</p> <p>1. ครูยกตัวอย่าง สูตรในการชงกาแฟร้อน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาและอภิปราย โดย ใช้อัตราส่วนของกาแฟบด 3 ช้อนโตะต่อน้ำ 5 ถ้วย ถ้าครูต้องการชงกาแฟทั้งหมด 30 ถ้วย ครูจะต้องใช้กาแฟบดกี่ช้อนโตะ และ ใช้ การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบ จากตัวอย่างที่ครูกำหนดให้</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นพัฒนาความเข้าใจ</p> <p>ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยกลุ่มละ 4-6 คน โดยคละความสามารถทั้งเก่ง กลางและอ่อน แล้วทำกิจกรรมร่วมกัน โดยครูมีคะแนนเป็นกลุ่ม จากการตอบคำถามในใบกิจกรรม และคะแนนจากการมีส่วนร่วมในการกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>4. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 7 ให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณา ตัวอย่างที่ 1 เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - จากสถานการณ์ปัญหา โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และ โจทย์ต้องการให้นักเรียนหาอะไร - นักเรียนจะแก้สถานการณ์ปัญหาข้อนี้ได้ จะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้าง - นักเรียนมีแนวทางในการหาคำตอบข้อนี้ได้อย่างไร <p>5. เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้แนวทางและคำตอบแล้ว ให้นักเรียนนำผลที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกัน จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 2-3 คู่ให้นำผลที่ได้ของตนเองไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทั้ง ชั้น ร่วมกัน ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้</p> <p>6. ครูนำเสนอตัวอย่างที่ 2 และ 3 เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ใช้คำถามและดำเนินการสอนเหมือนขั้นที่ 4 และ 5</p> <p>7. ครูนำเสนอตัวอย่างที่ 4 ให้นักเรียนแต่ละคนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา และใช้คำถามต่อไปนี้เพื่อประกอบการทำกิจกรรมและเขียนบันทึกลงในใบกิจกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - อัตราส่วนอายุของนิคต่ออายุของหน้อยเป็น 4 : 9 นักเรียนสามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์หรือตัวแปรทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร 	<p>ขั้นสอน</p> <p>2. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 7 ให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรม ตัวอย่างที่ 1 และอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหา และครูแก้โจทย์ปัญหาข้อที่ 1 ให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่าง</p> <p>3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณา และใช้คำถามว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนจะแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ได้ต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรบ้าง และเรียกนักเรียน 2 คน เพื่อตอบคำถาม <p>4. ครูให้นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง และสุ่มนักเรียนอีก 2 คนออกมานำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนคนอื่นอภิปราย เปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของแนวคิดของเพื่อนทั้งสองคน และเฉลยคำตอบให้นักเรียน</p> <p>5. ครูยกตัวอย่างที่ 3 ให้นักเรียนพิจารณา และใช้คำถามว่า</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีสูตรในการหาปริมาตรว่าอย่างไร - จากตัวอย่างที่ 3 นักเรียนมีวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร <p>6. ครูอธิบายวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติม ให้นักเรียนลองแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>- คำว่า“เมื่อ 3 ปีที่แล้ว หมายความว่าอย่างไร” และ “นักเรียนเขียนอายุของนิตและหน้อยเมื่อ 3 ปีที่แล้ว ได้อย่างไร”</p> <p>- ให้นักเรียนเลือกรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับอายุของนิตและหน้อย ในสองช่วงเวลา นักเรียนจะนำเสนอความสัมพันธ์ของอายุทั้งสองคน โดยใช้รูปแบบใด</p> <p>- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหาข้อนี้หรือไม่ และจะต้องใช้ความรู้เรื่องอะไร มาช่วยในการแก้ปัญหา</p> <p>8. เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้แนวทางและคำตอบแล้ว ให้นักเรียนนำผลที่ได้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่จับคู่กัน เพื่อสื่อสารทำความเข้าใจร่วมกัน จากนั้นครูสุ่มนักเรียน 2-3 คู่ที่ไม่ใช่คู่เดิม ให้ออกมาแสดงวิธีทำบนกระดานและนำผลที่ได้ของตัวเองไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้งเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้</p> <p>ขั้นสรุปความเข้าใจ</p> <p>9. ครูให้นักเรียนแต่ละคน สรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน และให้เขียนสรุปลงในใบกิจกรรมที่ 7 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนนำคำตอบของตนเองไปอภิปรายร่วมกับเพื่อนเป็นคู่เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน และครูสุ่มนักเรียน 2-3 คู่ที่ไม่ใช่คู่เดิม นำเสนอข้อสรุปที่ได้ไปอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง</p> <p>ขั้นการนำไปใช้</p> <p>10. ครูให้นักเรียนแต่ละคนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน และความรู้ทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหาโดยเขียนตัวอย่างสถานการณ์ลงในใบกิจกรรม จากนั้นให้นำตัวอย่างสถานการณ์ที่คิดไว้ไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ของ</p>	<p>7. ครูสุ่มนักเรียน 2-3 คนเพื่อถามเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ โดยให้นักเรียน ออกมาแสดงวิธีทำบนกระดาน และใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผล</p> <p>8. ครูยกตัวอย่างที่ 4 เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง และใช้คำถามต่อไปนี้</p> <p>- จากตัวอย่าง โจทย์ต้องการทราบอะไร</p> <p>- นักเรียนมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้หรือไม่</p> <p>9. ครูสุ่มนักเรียน 2 คนให้ออกมานำเสนอแนวคิดและแสดงวิธีทำบนกระดานและให้เพื่อนที่เหลือ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p>

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ตนเอง ครูสุ่มนักเรียน 3 คู่ นำเสนอตัวอย่างเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของคู่ตนเองไปนำเสนอและอภิปรายร่วมกับชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของตัวอย่าง</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>11. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน โดยครูใช้คำถาม และตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปนั้น</p> <p>12. ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 7 ให้นักเรียนทำการบ้าน หรือแบบฝึกหัดที่ 1.4 ข้อ 9-12 ในหนังสือแบบเรียนเป็นการบ้านเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้นและนำส่งในครั้งต่อไป</p>	<p>ขั้นสรุป</p> <p>10. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน</p> <p>11. ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 7 ให้นักเรียนทำการบ้าน หรือแบบฝึกหัดที่ 1.4 ข้อ 9-12 ในหนังสือแบบเรียนเป็นการบ้านเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้นและนำส่งในครั้งต่อไป</p>

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2</p> <p>2. ใบกิจกรรมที่ 7 และแบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (2) สำหรับกลุ่มทดลอง</p> <p>3. แหล่งการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเสริมทักษะ เอกสาร หรือ วารสาร คณิตศาสตร์ เป็นต้น - อินเทอร์เน็ต 	<p>1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2</p> <p>2. ใบกิจกรรมที่ 7 และแบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน (2) สำหรับกลุ่มควบคุม</p> <p>3. แหล่งการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - หนังสือเสริมทักษะ เอกสาร หรือ วารสาร คณิตศาสตร์ เป็นต้น - อินเทอร์เน็ต

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้			
1.หาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนที่กำหนดให้	-สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรม	- คำถามของครู - ใบกิจกรรม	นักเรียนหาจำนวนที่แทนด้วยตัวแปรในสัดส่วนได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
2.แก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนได้	-สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรม	- คำถามของครู - ใบกิจกรรม	นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน ได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
ด้านทักษะ/กระบวนการ			
1.ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาสัดส่วน	-สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรม	- คำถามของครู - ใบกิจกรรม	นักเรียนใช้วิธีการที่หลากหลายใน การแก้ปัญหาสัดส่วน ได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
2.เชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ	-สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรม	- คำถามของครู - ใบกิจกรรม	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ต่างๆในคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ ได้ถูกต้อง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะ			
1.มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน	-สังเกตจากการตอบคำถามและการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน	-แบบ ประเมิน พฤติกรรม	นักเรียนให้ความร่วมมือ แสดงความคิดเห็น หรือนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
2.มีความรับผิดชอบทำงาน เป็นระบบ มีความรอบคอบ	- การทำใบกิจกรรม	- ใบกิจกรรม	นักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการทำใบกิจกรรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

บันทึกหลังการสอน

ชั้นนำและทบทวน ครูทบทวนความรู้เรื่องอัตราส่วนที่เท่ากัน... โดยยกสถานการณ์ ป้าทิพย์... ต้องการชงกาแฟ 30 ถ้วย... ให้นักเรียนอภิปรายถึงอัตราส่วนของจำนวนกาแฟเป็นช้อนโต๊ะและน้ำ เป็นถ้วย... ว่าป้าทิพย์จะต้องใช้กาแฟจำนวนเท่าใด... ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้สถานการณ์ได้... ถูกต้อง... ด้วยวิธีการเขียนสัดส่วนและการแก้สมการเชิงเส้น

พัฒนาความเข้าใจ... นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมดี... นักเรียนได้มี... การพูดคุยเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดของตนกับเพื่อนมากขึ้น... มีนักเรียนบางส่วนออกมานำเสนอหน้า ชั้นเรียนได้ถูกต้อง... แต่บางส่วนยังขาดความมั่นใจจึงไม่กล้าออกมา... ในด้านการระบุความรู้ที่เกี่ยวข้อง... นักเรียนบางส่วนล้มสูตรการหาพื้นที่หรือสูตรการหาปริมาตรจึงทำให้แก้โจทย์ปัญหาไม่ได้... จึงได้ให้การชี้แนะจนสามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด

ขั้นสรุปความเข้าใจ... นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วนได้ถูกต้อง...

ขั้นการนำไปใช้... นักเรียนมีโอกาสได้ออกมานำเสนอสถานการณ์ในชีวิตจริง... ที่ใช้ความรู้เรื่อง... โจทย์ปัญหาสัดส่วน... เพียง 2 คู่... เพราะใกล้หมดเวลาและยังไม่ได้หาคำตอบของสถานการณ์นั้น... และครูใช้คำถามนำให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เพื่อนนำเสนอ... เพื่อตรวจสอบความ... สมเหตุสมผล... และความสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง.....

ปัญหาและอุปสรรค... นักเรียน 3 คนเข้าห้องเรียนสาย... เนื่องจากอาจารย์คานที่แคว้นปล่อยช้า... และ... นักเรียนบางส่วนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม.....

แนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ... ให้นักเรียนรักษาเวลาในการเข้าชั้นเรียน... พยายามเรียกนักเรียนให้ตอบคำถาม... เพื่อให้นักเรียนที่ไม่ค่อยตั้งใจเรียน... ได้พยายามทำกิจกรรมกับเพื่อน... และครูเข้าไปดูแลให้นักเรียนกลุ่มนั้น... ให้ความช่วยเหลือเพิ่มขึ้น... นักเรียนจะได้มีสมาธิและสนใจเรียนมากขึ้นด้วย.....

ลงชื่อ

(นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี)

ผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 7 โจทย์ปัญหาสัดส่วน (2)

กลุ่มทดลอง

ชื่อ ชั้น เลขที่.....

กิจกรรมที่ 1

จงแสดงวิธีทำ

1. ที่ดินแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความยาวด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น $5 : 9$ ถ้าที่ดินแปลงนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างอยู่ 24 เมตร ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่ทั้งหมดเท่าใด

ความรู้ที่ต้องใช้ในข้อนี้ คือ

สมบัติ หรือ สูตรที่เกี่ยวข้อง คือ

จงเขียนอธิบายวิธีการ แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีอัตราส่วนมุมภายในทั้งสามเป็น $5 : 1 : 6$ จงหาว่ามุมที่ใหญ่ที่สุดมีค่ามากกว่ามุมที่เล็กที่สุดอยู่กี่องศา และจงระบุชนิดของรูปสามเหลี่ยมนี้ด้วย

ความรู้ที่ต้องใช้ในข้อนี้ คือ

สมบัติ หรือ สูตรที่เกี่ยวข้อง คือ

จงเขียนอธิบายวิธีการ แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. กล่องพลาสติกใบหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น 1 : 2 อัตราส่วนความยาวต่อความสูงเป็น 3 : 2 ถ้ากล่องพลาสติกใบนี้มีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร แล้วกล่องใบนี้จะมี ความจุเท่าใด

ความรู้ที่ต้องใช้ในข้อนี้ คือ

สมบัติ หรือ สูตรที่เกี่ยวข้อง คือ

จงเขียนอธิบายวิธีการ แนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปวิธีการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน

1.

2.

.....

3.

จงยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสัดส่วน และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตช่วยในการแก้ปัญหา มา 1 สถานการณ์ พร้อมทั้งวาดรูปประกอบด้วย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน

กลุ่มทดลอง

จงแสดงวิธีทำ

1.) โรงงานแห่งหนึ่ง มีอัตราส่วนจำนวนพนักงานชายต่อจำนวนพนักงานหญิงของโรงงานเป็น 12 : 5 ถ้าโรงงานแห่งนี้มีพนักงานชายมากกว่าพนักงานหญิง 84 คน จงหาว่าโรงงานแห่งนี้มีพนักงานชายและพนักงานหญิงอย่างละกี่คน

ก. จงใช้ตัวแปร หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนจำนวนพนักงานชายและจำนวนพนักงานหญิง

.....

ข. จงเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดรูปประกอบด้วย

.....

ค. จงเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ

.....

2.) ปัจจุบันอายุของเกดต่ออายุของก้อง เป็น $4 : 5$ อีก 10 ปีข้างหน้า อัตราส่วนอายุของเกดต่ออายุของก้อง เป็น $5 : 6$ จงหาว่าปัจจุบันก้องมีอายุมากกว่าเกดกี่ปี

ก. จงใช้ตัวแปร หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนจำนวนอายุของเกด และ อายุของก้อง

.....

.....

.....

ข. จงเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดรูปประกอบด้วย

.....

.....

.....

ค. จงเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

3.) ผลการสำรวจจำนวนคนไปเที่ยวสวนสัตว์ในช่วงวันสงกรานต์ พบว่า อัตราส่วนจำนวนผู้ใหญ่ต่อจำนวนวัยรุ่นต่อจำนวนเด็กเล็กเป็น $4 : 7 : 1$ ถ้าในช่วงสงกรานต์มีผู้ใหญ่มาเที่ยวมากกว่าเด็กเล็กอยู่ 45 คน แล้วในช่วงสงกรานต์มีคนไปเที่ยวสวนสัตว์ทั้งหมดกี่คน

ก. จงใช้ตัวแปร หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แทนจำนวนผู้ใหญ่ จำนวนวัยรุ่นและจำนวนเด็กเล็ก

.....
.....
.....

ข. จงเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งวาดรูปประกอบด้วย

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ค. จงเขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหา และตรวจคำตอบ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. คุณชายรัชชานนท์มีมรดกเป็นเงินจำนวนหนึ่ง ต้องการแบ่งเงินให้เด็กชาวเขาผู้ยากไร้จำนวน 3 คน คือ โด่ง เต๋น และดวง โดยอัตราส่วนจำนวนเงินที่โด่งได้รับต่อจำนวนเงินที่เต๋นได้รับเป็น 5 : 6 และจำนวนเงินที่ดวงได้รับต่อจำนวนเงินที่เต๋นได้รับเป็น 3 : 4 ถ้าดวงได้รับเงินจากคุณชายรัชชานนท์เป็นเงิน 5,400 บาทแล้ว โด่งและเต๋นได้รับเงินจากคุณชายรัชชานนท์ทั้งหมดกี่บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. แผ่นที่ลายแทงสมบัติในถ้ำแห่งหนึ่ง ระบุมาตราส่วนที่ใช้ในแผนที่เป็น 1 เซนติเมตร : 2400 เมตร ถ้าระยะห่างระหว่างทางเข้าถ้ำกับจุดซ่อนสมบัติจากแผนที่ลายแทงเท่ากับ 5.5 เซนติเมตร แล้ว ทางเข้าถ้ำอยู่ห่างจากจุดซ่อนสมบัติกี่กิโลเมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 7 โจทย์ปัญหาสัดส่วน

กลุ่มปกติ

ชื่อ ชั้น เลขที่.....

จงแสดงวิธีทำ

1. ที่ดินแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีอัตราส่วนความยาวด้านกว้างต่อด้านยาวเป็น 5 : 9 ถ้าที่ดินแปลงนี้มีความยาวมากกว่าความกว้างอยู่ 24 เมตร ที่ดินแปลงนี้มีพื้นที่ทั้งหมดเท่าใด

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีอัตราส่วนมุมภายในทั้งสามเป็น 5 : 1 : 6 จงหามุมที่ใหญ่ที่สุดมีค่ามากกว่ามุมที่เล็กที่สุดอยู่กี่องศา และจงระบุชนิดของรูปสามเหลี่ยมนี้ด้วย

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. กล่องพลาสติกใบหนึ่งมีอัตราส่วนความกว้างต่อความยาวเป็น $1 : 2$ อัตราส่วนความยาวต่อความสูงเป็น $3 : 2$ ถ้ากล่องพลาสติกใบนี้มีความยาวเท่ากับ 30 เซนติเมตร แล้วกล่องใบนี้จะมี ความจุเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ปัจจุบันอายุของนิตต่ออายุของน้อย เป็น $4 : 9$ เมื่อ 3 ปีที่แล้ว อัตราส่วนอายุของนิตต่ออายุของน้อย เป็น $1 : 3$ จงหาว่าปัจจุบันน้อยอายุกี่ปี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบฝึกหัดที่ 7 เรื่อง โจทย์ปัญหาสัดส่วน

กลุ่มปกติ

จงแสดงวิธีทำ

1.) โรงงานแห่งหนึ่ง มีอัตราส่วนจำนวนพนักงานชายต่อจำนวนพนักงานหญิงของโรงงานเป็น $12 : 5$ ถ้าโรงงานแห่งนี้มีพนักงานชายมากกว่าพนักงานหญิง 84 คน จงหาว่าโรงงานแห่งนี้มีพนักงานชายและพนักงานหญิงอย่างละกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.) ปัจจุบันอายุของเกดต่ออายุของก้อง เป็น $4 : 5$ อีก 10 ปีข้างหน้า อัตราส่วนอายุของเกดต่ออายุของก้อง เป็น $5 : 6$ จงหาว่าปัจจุบันก้องมีอายุมากกว่าเกดกี่ปี

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.) ผลการสำรวจจำนวนคนไปเที่ยวสวนสัตว์ในช่วงวันสงกรานต์ พบว่า อัตราส่วนจำนวนผู้ใหญ่ต่อจำนวนวัยรุ่นต่อจำนวนเด็กเล็กเป็น $4 : 7 : 1$ ถ้าในช่วงสงกรานต์มีผู้ใหญ่มาเที่ยวมากกว่าเด็กเล็กอยู่ 45 คน แล้วในช่วงสงกรานต์มีคนไปเที่ยวสวนสัตว์ทั้งหมดกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ฉ

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่าง
นักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t - test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	50	7.7200	4.0205	0.149
กลุ่มควบคุม	50	7.6000	4.0406	

* $p < .05$

จากตารางที่ 20 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 7.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.0205 และกลุ่มควบคุมมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 7.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.0406 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t- Independent Samples Test) พบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม นำเสนอผลในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม คะแนนเต็ม 18 คะแนน

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	50	10.8500	3.4718	0.438
กลุ่มควบคุม	50	10.5500	3.3779	

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 10.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.4718 และกลุ่มควบคุมมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 10.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.3779 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t – Independent Samples Test) พบว่า นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุบรรณ ตั้งศรีเสรี เกิดเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (เกียรตินิยมอันดับสอง) วิชาเอกคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547 โดยได้รับทุนการศึกษาจาก ทุนธนาคาร SMBC และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 และได้รับทุนนิสิตช่วยสอนสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ปัจจุบันทำงาน ตำแหน่งครูโรงเรียนรักอักษร อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา