

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยง
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
พฤษภาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยง
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน



บทคัดย่อ
ของ
ปวันรัตน์ วัฒนะ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
พฤษภาคม 2559

ปวันรัตน์ วัฒนะ. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน.
ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อน
และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2558
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster
Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง
การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด และ
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สถิติที่ใช้ในการทดสอบ
สมมติฐานคือ t-test dependent samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้น
การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

MEASUREMENT : A STUDY OF MATHEMATICS ACHIEVEMENT AND PROBLEMS
SOLVING ABILITY OF MATHEMATICS II STUDENTS USING COGNITIVE GUIDED
INSTRUCTION RELATING MATHEMATICS TO DAILY LIFE



Presented in partial Fulfillment of the Requirement for the
Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University
May 2016

Pawanrat Wattana. (2016). *Measurement: A Study of Mathematics Achievement And Problems Solving Ability of Mathayomsuksa II Students using Cognitive Guided Instruction Relating Mathematics to Daily Life*. Master Project, M. Ed. (Educational Science and Learning Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee: Dr. Rungtiwa Yamrung.

The purpose of this research were to compare the learning achievements and mathematical problem solving abilities of Mathayomsuksa II students before and after learning with Cognitive Guided Instruction Relating Mathematics to Daily Life.

The Sample used in this research was one class of 43 Mathayomsuksa II Students at Srinakharinwirot University Prasarnmit Demonstration School (secondary), They were selected by Cluster Random Sampling. The instrument used in the study was 10 lesson plans, an achievement test and problem solving test. The research used One-Group Pretest-Posttest Design. The statistics used to analyze the data were t-test dependent samples.

The results were that Student's learning achievement in mathematics for measurement were higher than before the experiment and significantly, at the level .01. Student's mathematical problem solving abilities were higher than before the experiment and significantly, at the level .01.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยง
ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ของ

ปวันรัตน์ วัฒนะ

ได้รับการอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกูร)

วันที่ เดือน พ.ศ.

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(อาจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง)

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร. รุ่งทิวา แยมรุ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์ ดร. ดวงใจ สีเขียว และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี ที่ได้กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ ดร. ขวัญ เพียชัย อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ และอาจารย์สุรินทร์ บุญพัฒนาภรณ์ ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในการวิจัย พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณครูและนักเรียนโรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง เครื่องมือการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ครู และนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ที่มีคุณค่ายิ่ง เพื่อให้ผู้วิจัยได้นำความรู้ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาโท วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ทุกคนที่คอยช่วยเหลือ และเป็นแรงใจให้แก่งานและกัน ด้วยดีเสมอมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ แม่เสาวลักษณ์ วัฒนะ พ่อปณิธาน วัฒนะ และครอบครัว วัฒนะ ที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนกำลังใจโดยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาพระคุณของบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

ปวันรัตน์ วัฒนะ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	6
ความสำคัญของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด.....	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	11
ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และการวัดกับ	
ชีวิตประจำวัน.....	12
หลักการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน.....	15
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	18
แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	18
ความหมายและหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	26
แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	27
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	27
บทบาทของครูผู้สอนเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	29
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI).....	31
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	35
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
บทบาทของครูในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	44
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	47
ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	48

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	51
เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	54
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	54
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน.....	55
การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	57
แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	63
องค์ประกอบที่จำเป็นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	64
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	66
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	69
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	69
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	70
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	82
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	82
สมมติฐานการวิจัย.....	82
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	82
สรุปผลการวิจัย.....	84
การอภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	89
บรรณานุกรม.....	91

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก	102
ภาคผนวก ข.....	104
ภาคผนวก ค.....	138
ภาคผนวก ง.....	151
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	153



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวชี้วัดชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 การวัด.....	12
2 การให้คะแนนแบบรวมเกณฑ์ของข้อสอบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย.....	60
3 แบบแผนการวิจัย.....	77
4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน.....	80
5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัด การเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยง ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน.....	81
6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน.....	139
7 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด.....	140
8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์.....	142
9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด.....	143
10 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด.....	144
11 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด.....	145
12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน.....	147

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

- | | | |
|----|---|-----|
| 13 | คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน
โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับ
ชีวิตประจำวัน..... | 149 |
|----|---|-----|



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 คะแนนผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	2
2 โมเดลการสร้างพลังการเรียนรู้ของนักเรียน (Model of Learner's Empowerment).....	25



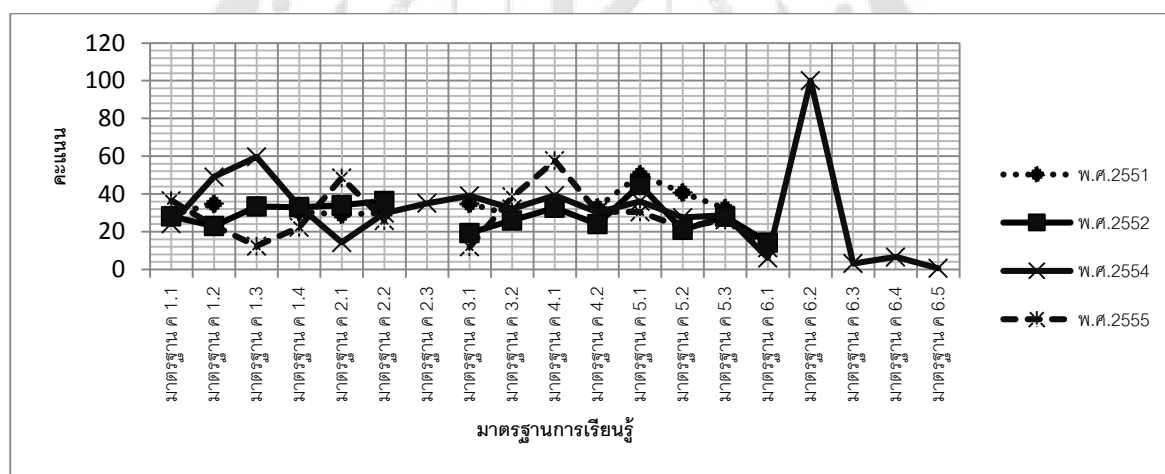
บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกในยุคปัจจุบันเป็นยุคแห่งการแข่งขันและมุ่งพัฒนาศักยภาพของประเทศ ดังนั้น จุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษาทุกระบบ คือการเตรียมนักเรียนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีศักยภาพ และมีความสามารถในการแข่งขันได้ในอนาคต การวัดผลทางการศึกษาจึงต้องมุ่งให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในชีวิตจริง สามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2551: ก) คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ ที่จะสามารถเตรียมพร้อมเข้าสู่ยุคแห่งการแข่งขันได้ในอนาคต โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) และโครงการ TIMSS (Trend in International Mathematics and Science Study) เป็นโครงการประเมินผลในระดับนานาชาติที่สำคัญ เพื่อเตรียมการให้นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐาน ซึ่งทั้งสองโครงการนี้ได้ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล มีระเบียบการคิด ทำให้คนเกิดความคิดสร้างสรรค์จนเกิดวิทยาการก้าวหน้าไปในศาสตร์สาขาต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ มีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1) โครงการ PISA นั้นไม่เน้นประเมินความรู้ที่นักเรียนเรียนอยู่ในห้องเรียน ณ ปัจจุบัน แต่ต้องการสำรวจว่านักเรียนมีสมรรถนะที่จะใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงได้ดีเพียงใด PISA เรียกความรู้และทักษะนั้นว่าความรู้เรื่อง (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2551: 2) ซึ่งนิยามของการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ในโครงการนี้ คือการใช้ความรู้คณิตศาสตร์และความเข้าใจเพื่อช่วยให้เข้าใจประเด็นหรือความจำเป็นต่างๆ อย่างมีความหมายและทำให้ภารกิจนั้นๆ สำเร็จ PISA จึงมีความชัดเจนที่ต้องการให้นักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในแวดวงของการดำเนินชีวิต และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการสถานการณ์ต่างๆ ได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2552: 4) นอกจาก PISA จะเป็นโครงการที่ให้ความสำคัญกับคณิตศาสตร์แล้ว โครงการ TIMSS ยังเป็นอีกหนึ่งโครงการที่ให้ความสำคัญกับวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่ง TIMSS ได้ทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อที่จะนำผลการประเมินมาใช้ในการพิจารณากำหนดแนวทางและนโยบายเกี่ยวกับการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ของประเทศให้ได้มาตรฐานและทัดเทียม

นานาชาติ (เกตุวดี กัมพลศิริ; และ ปรีชาญ เดชศรี. 2552: 1) ถือได้ว่าผลการประเมินทั้งของ PISA และ TIMSS นี้เป็นนาฬิกาปลุกให้ประเทศที่กำลังพัฒนาได้ตระลึกรู้ว่าจะไม่มีต้นทุนกำลังคน (Human Capital) เหลือโลกตะวันออกอย่างที่เคยเป็นมาอีกต่อไปแล้ว ในโลกที่การแข่งขันเป็นไปอย่างเข้มข้น ประเทศจำเป็นต้องทำงานอย่างหนัก เพื่อคงไว้ซึ่งคนที่มีความรู้และทักษะที่โลกยุคใหม่ต้องการ ประเทศไทยเองก็มีข้อมูลที่เป็นนาฬิกาปลุกมาตลอดทุกครั้ง (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2553: 7) สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติได้ทำการประเมินผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน หรือ O-NET (Ordinary National Education Testing) ที่ประเมินคุณภาพการศึกษาด้าน ความรู้ ความสามารถ และการวัดมาตรฐานวิชาการ และวิชาชีพของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่พุทธศักราช 2551–2555 (ยกเว้นพุทธศักราช 2553) พบว่า ผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ทุกระดับ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม (สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. 2556: ออนไลน์) และเมื่อนำคะแนนแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาพิจารณา สามารถเขียนกราฟแสดงคะแนนผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในแต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 คะแนนผลการทดสอบการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานของระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากภาพประกอบ 1 พบว่า แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้ส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาเป็นรายละเอียดการเรียนรู้พบว่า สารที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค.2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการ มาตรฐาน ค.2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และสารที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นั้นมีคะแนนเฉลี่ยต่ำมาก ผู้วิจัยจึงได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้น โดยการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารที่ 2 การวัด ว่าปัญหาใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนนั้นนักเรียนยังมีปัญหาในการเลือกใช้หน่วยและการคาดคะเนการวัดเกี่ยวกับความยาว

และพื้นที่ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ และการนำความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหา นั้นมาจากการจำมากกว่าความเข้าใจซึ่งส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ (ปรวี อ่อนสอาด. 2556: 68-70; วิมล อยู่พิพัฒน์. 2551: 74; สุนันทา บ้านกล้วย. 2556: 79; เสาวนีย์ ประมูลมรphy. 2550: 57-58) และจากการที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 10 คน เกี่ยวกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนถึงปัญหาการจัดการเรียนการสอน พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนครูไม่เชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับชีวิตประจำวัน จึงเป็นสาเหตุที่ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกว่าเรียนคณิตศาสตร์เพื่ออะไร ในเมื่อสิ่งที่เรียนนั้นไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้นักเรียนไม่เห็นคุณค่าหรือความสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์และไม่เกิดแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากที่กล่าวมาข้างต้นสอดคล้องกับที่สุรสาธ ฝาสุข (2546: 3) พบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สัมผัสกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเลย ทั้งที่ในปัจจุบันนักเรียนจะต้องเผชิญกับภารกิจที่ต้องใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่าการรับรู้ข่าวสารในทุกวันนี้เต็มไปด้วยสารรูปแบบต่างๆ ที่สามารถใช้ความรู้และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ทำให้ภารกิจนั้นๆ สำเร็จลุล่วง (โครงการ PISA ประเทศไทย. 2552: 1) ซึ่งเนื้อหาในเรื่องการวัดนั้นเป็นเรื่องของการวัดความยาว พื้นที่ การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ การคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนัก (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 25-34) ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการเรียนเรื่องอื่นๆ ในหลักสูตรประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น (รุ่งทิพา แยมรุ่ง. 2554: 3) ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรมุ่งเน้นความเข้าใจเกี่ยวกับการวัด จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังพบอีกว่า ครูจัดการเรียนการสอนในลักษณะนามธรรม เน้นการท่องจำโดยให้นักเรียนจดจำวิธีการแก้ปัญหาจากครู ครูไม่เข้าใจวิธีการคิดของนักเรียน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิดที่หลากหลายได้คิดตามแบบของตนเอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนไม่มีความเข้าใจในเนื้อหาและไม่สามารถหาแนวทางของตนเองในการแก้ปัญหาได้ เมื่อพบเจอปัญหาที่แตกต่างออกไป นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ใหม่ผนวกกับองค์ความรู้เก่าไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจากสภาพข้างต้นเป็นไปได้ว่าการสอนของครูเป็น การจัดการเรียนการสอนแบบทางเดียว เน้นที่เนื้อหาโดยขาดกระบวนการ นักเรียนมองเห็นคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว (จรรยา ภูอุดม. 2544: 23-24; อัมพร ม้าคอง. 2545: 1) จากที่กล่าวมานั้นทำให้ตระหนักได้ว่าในการจัดการเรียนการสอน ครูควรมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และฝึกให้นักเรียนแสดงออกทางความคิดและหาแนวทางของตนเองในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการแสดงความคิด และหาแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อที่จะสร้างความเข้าใจ นำไปสู่คำตอบ นักเรียนจะสามารถพัฒนาศักยภาพของตนเองในการเรียนได้ดีขึ้น และยังทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองในการสร้างองค์ความรู้ของตนเองในเรื่องต่อไปอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)

พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ในมาตราที่ 22 ที่กล่าวว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตราที่ 24 ที่กล่าวว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา และจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2553: ออนไลน์) นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนควรเน้นการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีและมีความเข้าใจว่าคณิตศาสตร์คือสิ่งที่มีอยู่รอบตัวมากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ซึ่งจะทำให้ นักเรียนรู้สึกสนุกและมีความสนใจ เห็นคุณค่าและประโยชน์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาวิธีการสอนต่าง ๆ พบว่าการจัดการเรียนสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction : CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนหนึ่งที่แตกต่างจากในอดีตที่ผ่านมาซึ่งมุ่งเน้นไปที่ขั้นตอน วิธีการ เพราะการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยที่ครูจะมีความรู้และความเชื่อมาจากการทำความเข้าใจความคิดของนักเรียน เพื่อที่จะสามารถออกแบบ กิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองและสามารถหาแนวทางที่หลากหลายด้วยตนเองเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป (Carpenter et al. 1989: 499-531) การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเสนอปัญหา ครูนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์ และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ครูแนะนำให้นักเรียนเข้าใจปัญหา และมีอิสระในการแก้ปัญหา 3) ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นอภิปรายคำตอบ และวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Carpenter et al. 1999: 60-85) จากขั้นตอนการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยหวังว่านักเรียนจะสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2551: 190) ที่สนับสนุนว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ เน้นการสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจภายในตัวนักเรียนเอง การที่นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจะส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น นอกจากนี้กิจกรรมในการจัดการเรียน การสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจ และความคิดเชิง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งสี่ขั้นตอนจะทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้มากขึ้นกว่าเดิม นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการค้นหาและแก้ปัญหาด้วยตนเองจนกระทั่งได้ข้อสรุป นักเรียนมี โอกาสได้คิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ ไปประยุกต์ใช้ และงานวิจัยของ กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556: 64) ที่ได้สนับสนุนว่าการจัด การเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในขั้นตอนการสอนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ทำให้สนับสนุนและพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น ในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแสดงแนวความคิดในการแก้ปัญหา และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จึงจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น ผู้วิจัยคาดว่านักเรียนจะเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อีกด้วย ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสมรรถนะสำคัญอย่างหนึ่งที่นักเรียนต้องมี (อัมพร ม้าคอง. 2553: 39) เพราะความสามารถในการแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนค้นพบความรู้ใหม่ และยังเป็นความสามารถพื้นฐานของมนุษย์ เนื่องจากในชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องเผชิญปัญหาต่างๆ มากมาย มนุษย์จึงต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อที่จะปรับตัวอยู่ในสังคมได้ (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2537: 181)

จากเหตุผลที่กล่าวในข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ที่อยู่ในสาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และมาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด โดยได้ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เนื่องจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จัดอยู่ในขั้นของ Formal Operations ของทฤษฎีพัฒนาการเชาว์ปัญญาของพียาเจต์ ที่กล่าวว่าเด็กในช่วงอายุนี้อาจเริ่มมีความคิดเป็นผู้ใหญ่ เด็กสามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ และสนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่าง (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2553: 47-48) และในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคะแนน O-Net ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้มองเห็นว่าหากเริ่มต้นสร้างการเรียนรู้ที่ดี โดยการใช้วิธีการสอนให้นักเรียนสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนสามารถทำความเข้าใจ สร้างองค์ความรู้ และสามารถสร้างวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองได้ตั้งแต่เริ่มต้นนั้น จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีในระยะยาว เนื่องจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การปลูกฝังการเรียนรู้ที่ดี จะสามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการทดสอบในระดับประเทศดีขึ้นได้อีกด้วย ผู้วิจัยจึงคาดว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะสามารถเรียนรู้เรื่องการวัดได้ดี ด้วยการใช้วิธีการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจ และสร้างแนวคิดของตนเองเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้ โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่นำสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนการสอนจะส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง และสนับสนุนให้นักเรียน

แสดงวิธีการคิดที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปที่นำไปใช้ใน การแก้ปัญหาได้จริง อีกทั้งการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นการนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหากับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) จึงน่าจะเป็นวิธีการที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนาการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อันจะเป็นประโยชน์ต่อครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหากับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 6 ห้อง รวม 276 คน ห้องเรียนละประมาณ 46 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดห้องเรียนโดยผลความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่าย

มัธยม) ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ทำการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 12 คาบ โดยเป็นการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ ทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ และจัดการเรียนการสอน 10 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- | | |
|------------------|-------------|
| 1. การวัดความยาว | จำนวน 2 คาบ |
| 2. การวัดพื้นที่ | จำนวน 4 คาบ |
| 3. การวัดปริมาตร | จำนวน 3 คาบ |
| 4. การวัดเวลา | จำนวน 1 คาบ |

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instructions: CGI) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยที่ครูจะมีความรู้และความเชื่อมาจากการทำความเข้าใจความคิดของนักเรียน เพื่อที่จะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่นำสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน แล้วนำความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ในการจัดการเรียนการสอนจะ

ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างและพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง และสนับสนุนให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปที่นำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้จริง อีกทั้งการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันจะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกที่จะเรียนในวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนคือ

1. ชี้นำเสนอปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน โดยครูนำเสนอและสร้างความสนใจในสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและนักเรียนได้มีประสบการณ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

2.2 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล หรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีมาใช้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม โดยร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม เพื่อที่จะสร้างองค์ความรู้และหาข้อสรุปของคำตอบ

2.3 ครูอำนวยความสะดวก และสังเกตพฤติกรรมการแสดงแนวความคิดของนักเรียน รับฟังวิธีการคิดและแนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียน ครูคอยชี้แนะแนวทางหรือแนะนำข้อสงสัยให้กับนักเรียน พร้อมทั้งใช้คำถามในการกระตุ้นวิธีการคิดของกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายกันด้วยเหตุผล

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากให้เวลากับนักเรียนในการระดมความคิดและร่วมกันอภิปรายถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดและเหตุผลที่ใช้

4. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำในการเปิดการอภิปราย จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันขยายแนวความคิดเพื่อสรุปประเด็นที่ชัดเจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ และความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนที่เกิดจากการได้รับความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียนการสอน และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน และจากการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การวัด ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมกับด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 645-694) ได้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือการที่นักเรียนสามารถนำความรู้ เนื้อหา ทักษะ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา เกี่ยวกับการวัดที่ครูนำเสนอ โดยที่นักเรียนจะเรียนรู้และเลือกหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อที่จะได้มาซึ่ง ขั้นตอนของวิธีการหาคำตอบและข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบอัตนัย แสดงวิธีการ แก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ และการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนการสอน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



สมมติฐานงานวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการนำเสนอตามลำดับหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
 - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และการวัดกับชีวิตประจำวัน
 - 1.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.2 ความหมายและหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.5 บทบาทของครูผู้สอนเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)
3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.2 บทบาทของครูในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.5 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 - 4.3 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 องค์ประกอบที่จำเป็นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกิดขึ้นโดยคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อพัฒนาไปสู่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัย และข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555–2559) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น ทั้งเป้าหมายในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน และกระบวนการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติในระดับเขตพื้นที่การศึกษาและสถานศึกษา พร้อมทั้งได้จัดทำสาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระในแต่ละระดับชั้น เพื่อให้เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานระดับท้องถิ่น และสถานศึกษาที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอน ซึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน 6 กลุ่มสาระดังนี้ สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ สาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต สาระที่ 4 พีชคณิต สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 1-9)

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสาระที่ 2 การวัด ซึ่งเรื่องการวัดนั้นมีขอบข่ายเนื้อหาเกี่ยวกับการวัดความยาวและระยะทาง การวัดพื้นที่ การวัดน้ำหนัก (การชั่ง) การวัดปริมาตร และความจุ (การตวงและการหาปริมาตร) มาตรฐาน ทิศ และแผนผัง การวัดเวลาและค่าของเงิน หน่วยการวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด และการใช้ความรู้เกี่ยวกับการวัดในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษา เรื่อง การวัด ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และมาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด มีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางดังนี้

ตาราง 1 ตัวชี้วัดชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสาระการเรียนรู้แกนกลางในสาระที่ 2 การวัด

ตัวชี้วัดชั้นปี	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
1. เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ในระบบเดียวกันและต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดที่เหมาะสม	1. การวัดความยาว พื้นที่ และการนำไปใช้
2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน	2. การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความยาว และพื้นที่
3. ใช้คาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม	3. การคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร น้ำหนัก และการนำไปใช้
มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ	1. การใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ในการแก้ปัญหา

ที่มา:กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551: 25-34.

1.2 ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และการวัดกับชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง คณิตศาสตร์มิได้มีความหมายเพียงตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์มีความหมายและความสำคัญกว้างมาก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีการแสดงแนวคิดอย่างมีระบบ เป็นขั้นตอน การสรุปในแต่ละขั้นตอนต้องมีการอ้างอิงเหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ทุกขั้นตอนในแต่ละเนื้อหาจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มนุษย์จึงสามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าองค์ความรู้ใหม่ๆ และคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ได้ ในการศึกษาคณิตศาสตร์นั้นนอกจากนักเรียนจะเป็นนักคิดแล้ว จำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีจินตนาการ ช่างสังเกต มีความละเอียดรอบคอบ รู้จักเลือกคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ มาใช้ได้อย่างถูกต้อง ตามลำดับก่อนหลังพร้อมทั้งการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการถ่ายทอดสิ่งที่พิสูจน์ได้แล้วออกมาอย่างมีระบบ เป็นขั้นเป็นตอนอย่างชัดเจน พอจะสรุปได้ว่าความงามของคณิตศาสตร์อยู่ที่ความมีระเบียบ ความกลมกลืนของแนวความคิดตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนรอบคอบ (วรรณิ ธรรมโชติ. 2549: 1-2) และคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่ด้วยวิธีคิด เราก็ค

สามารถนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์เป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นผู้รู้ ตลอดจนพยายามคิดสิ่งแปลกและใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่างๆ (ยุพิน พิศกุล. 2530: 2) ทั้งนี้เนื่องจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักการใหม่ๆ ทางคณิตศาสตร์อย่างขาดไม่ได้ หากจะจำแนกถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่มีต่อมนุษย์ สมชาย ชูชาติ (2542: 77-78) จำแนกออกได้ดังนี้

1. ความสำคัญในแง่ที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในชีวิตประจำวันและในการงานอาชีพ ในชีวิตประจำวันของคนทุกคนจะต้องใช้คณิตศาสตร์และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ จนบางครั้งเราไม่ทันนึกว่าเราใช้คณิตศาสตร์อยู่ อาทิเช่น ในการดูเวลา การกระยะทาง การซื้อขาย และการกำหนดรายรับรายจ่ายในครอบครัว หรือแม้แต่การเล่นกีฬา และประโยชน์ในงานอาชีพต่างๆ ในปัจจุบันเป็นที่ประจักษ์ชัดยิ่งขึ้นว่าความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการอุตสาหกรรมและธุรกิจ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่าง การประกาศรับสมัครคนงานภาคธุรกิจ และอุตสาหกรรมในหน้ากระดาษหนังสือพิมพ์ทุกวันนี้ที่จะรับผู้ที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ ในแง่ที่เป็นเครื่องมือปลูกฝังอบรมให้นักเรียนมีคุณสมบัติ นิสัย ทศนคติ และความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงออกมาอย่างมีระเบียบ ง่ายสั้น และชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา เป็นต้น

3. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่วัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนได้คิดค้นสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลัง ทั้งยังมีเรื่องให้ศึกษาค้นคว้าอีกมากโดยไม่ต้องคำนึงถึงผลที่จะเอาไปใช้ต่อไป (การศึกษาค้นคว้าในด้านคณิตศาสตร์บริสุทธิ์) ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าวิชาคณิตศาสตร์ อาจเป็นการศึกษาเพื่อชื่นชมในผลของคณิตศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์ และยังเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์เพื่อคณิตศาสตร์เองได้อีกแห่งหนึ่งด้วย

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก มนุษย์เริ่มเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์จากสภาพแวดล้อมหรือธรรมชาติแล้วนำไปสู่กฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (วรรณิ ธรรมโชติ. 2549: 1) ซึ่งการวัดเป็นเรื่องหนึ่งในวิชาคณิตศาสตร์ที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน เพราะในชีวิตประจำวันของมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับการวัดอยู่ตลอดเวลา โดยที่มนุษย์ส่วนใหญ่มักมองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยตัวเลขและการคำนวณ และมักคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก จึงทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่ดูเหมือนอยู่ห่างไกลมนุษย์ แต่แท้จริงแล้วความรู้คณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่อยู่คู่กับชีวิตมนุษย์ตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงเข้านอน มนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์ทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ทั้งโดยรู้ตัวและไม่รู้ตัว เช่น เมื่อเราต้องการทราบสัดส่วนของร่างกายตนเอง เราก็ต้องวัดส่วนต่างๆ ของร่างกายว่ามีขนาดกี่นิ้ว เมื่อเราต้องการทราบว่าวันนี้เรามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นกี่กิโลกรัม เราก็ต้องวัดน้ำหนักของตัวเองในวันนี้เทียบกับน้ำหนักเมื่อวาน เมื่อเราต้องการเดินทางไปไหน เราก็ต้องทราบว่าสถานที่แห่ง

นั้นอยู่ใกล้หรือไกลเพียงใด เพื่อจะได้กะเวลาที่ใช้ในการเดินทางให้เหมาะสม หรือในแต่ละวันคนเราควรดื่มน้ำกี่แก้วจึงจะเหมาะสมกับน้ำหนักของตนเอง สิ่งต่างๆ ที่กล่าวมาล้วนเกี่ยวข้องกับการวัดที่อยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งสิ้น

โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงการวัด คนเรามักนึกถึงแต่การวัดความยาวเพียงอย่างเดียว แท้จริงแล้วการวัดมีหลายลักษณะ ดังตัวอย่างที่กล่าวมาในข้างต้นซึ่งครอบคลุมถึงการวัดความยาว การวัดระยะ การวัดน้ำหนัก การวัดปริมาตร นอกจากนี้ยังมีการวัดอื่นๆ อีกหลายประเภท อาทิเช่น การวัดพื้นที่ การวัดอุณหภูมิ การวัดความเร็ว ค่าของเงิน มาตรการส่วน ทิศ และแผนผัง แต่ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นได้กำหนดให้เรียนไว้ดังนี้ การวัดเชิงเส้น การวัดพื้นที่ การวัดปริมาตร การวัดน้ำหนัก การวัดเวลา และค่าของเงิน การวัดเชิงเส้นช่วยให้ทราบความยาว ความสูงของวัตถุหรือระยะห่างระหว่างของสองอย่าง การวัดพื้นที่ช่วยให้ทราบขนาดบริเวณของรูปปิด ระบบหน่วยการวัดพื้นที่ที่ใช้กัน 2 ระบบ คือ ระบบหน่วยการวัดแบบเมตริก และแบบไทย การวัดปริมาตรช่วยให้ทราบขนาดของบริเวณรูปทรง ระบบหน่วยการวัดปริมาตรที่พบในหลักสูตรมี 3 ระบบ คือ ระบบหน่วยการวัดแบบเมตริก แบบอังกฤษและแบบไทย (ระบบประเพณี) นอกจากนี้การคาดคะเนก็เป็นเรื่องสำคัญที่มีประโยชน์ที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันที่ครูควรฝึกให้นักเรียน เพราะในชีวิตประจำวันของเรานั้นไม่จำเป็นต้องใช้การวัดอย่างละเอียด เพียงใช้การคาดคะเน ก็สามารถสื่อความหมายกันได้ เช่น การคาดคะเนระยะทาง การคาดคะเนเวลา การคาดคะเนปริมาตร เป็นต้น จากที่กล่าวในข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการวัดเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีประโยชน์อย่างมากต่อชีวิตมนุษย์ (รุ่งทิวา แยมรุ่ง. 2554: 1-27; อัมพร ม้าคอง. 2553: 1)

จากการศึกษาความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และการวัดกับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยพบว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแนวคิดเป็นระบบ ทำให้มนุษย์สามารถพัฒนาการคิดเพื่อใช้ในด้านต่างๆ และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ จากที่กล่าวมาในข้างต้น จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อมนุษย์อย่างมาก ผู้วิจัยจึงนำเรื่องการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเข้ามาใช้ในงานวิจัย เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่ และมองเห็นมุมมองทางคณิตศาสตร์ในมุมที่ใกล้ตัวกับนักเรียน โดยที่ครูจะนำเรื่องราวในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเจอทั้งใกล้ตัว หรือไกลตัวออกไป มาใช้เป็นสถานการณ์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำทักษะและกระบวนการในการแก้ปัญหา มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ง่ายๆ ใกล้ตัวในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่าและยอมรับประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ว่ามีอยู่จริงในชีวิตประจำวัน ไม่ใช่วิชาที่ไกลจากตัวออกไป

1.3 หลักการสอนคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

1.3.1 หลักการสอนคณิตศาสตร์

การพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้น มักมีการใช้หลักการที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน (คณิตศาสตร์) เป็นกรอบในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน อัมพร ม้าคนอง (2546: 8-10) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. สอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลาย และเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

2. สอนให้นักเรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหาคณิตศาสตร์

3. สอนโดยคำนึงว่าจะให้นักเรียนเรียนอะไร (What) และเรียนอย่างไร (How) นั่นคือต้องคำนึงถึงทั้งเนื้อหาวิชาและกระบวนการเรียน

4. สอนโดยใช้สิ่งที่ป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม หรือการทำให้สิ่งที่ป็นนามธรรมมาก ๆ เป็นนามธรรมที่ง่ายขึ้นหรือพอที่จะจินตนาการได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่สามารถหาสื่อมาอธิบายได้

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงประสบการณ์ และความรู้พื้นฐานของนักเรียน

6. สอนโดยใช้การฝึกหัดให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งการฝึกรายบุคคล ฝึกเป็นกลุ่ม การฝึกทักษะย่อยทางคณิตศาสตร์ และการฝึกทักษะรวมเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

7. สอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา สามารถให้เหตุผล เชื่อมโยง สื่อสาร และคิดอย่างสร้างสรรค์ ตลอดจนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและนำไปคิดต่อ

8. สอนให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

9. ครูควรศึกษาธรรมชาติและศักยภาพของนักเรียน เพื่อจะได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียน

10. สอนให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก และมีความสนุกสนานในการทำกิจกรรม

11. สังเกต และประเมินการเรียนรู้ และความเข้าใจของนักเรียนขณะเรียนในห้อง โดยใช้คำถามสั้นๆ หรือการพูดคุยปกติ

จากการศึกษาหลักการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยสามารถนำหลักการสอนคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการสอนที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาในงานวิจัย โดยในการจัดการเรียนการสอนนั้นครูควรสอนให้นักเรียนเกิดความคิดและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ใช้ความคิดและคำถามที่นักเรียนสงสัยเป็นประเด็นในการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุป และฝึกหัดให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าการจัดการเรียนการสอนโดยมีหลักการสอนทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3.2 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2547: 110) กล่าวว่า การสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนนับเป็นสิ่งที่ถูกเน้นและกล่าวถึงมาทุกยุคสมัย ด้วยเหตุผลที่การสอนโดยให้นักเรียนจดจำหรือท่องจำ ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดความเข้าใจอันเป็นพื้นฐานของการคิดในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ (Conceptual Understanding) ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือความหมายของสิ่งที่กำลังศึกษา ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เป็นสิ่งที่ได้มาจากการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลและเป็นระบบ จึงเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดระดับสูงและการคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

คาไมและโดมินิค (Kamii & Dominick. 1997: 51-61) กล่าวว่า การสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ จะช่วยลดปัญหาความผิดพลาดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เนื่องจากการที่นักเรียนคิดหรือคำนวณผิดพลาดส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการจดจำขั้นตอนหรือวิธีการมาใช้โดยปราศจากความเข้าใจหรือมโนทัศน์

แซซคิสและแคมเบลล์ (Zazkis & Campbell. 1996: 207-218) กล่าวว่า ถ้านักเรียนขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาย่อย นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาในระดับสูงขึ้นได้ยาก เช่น การขาดมโนทัศน์เรื่องจำนวนเฉพาะและจำนวนประกอบ จะทำให้เข้าใจมโนทัศน์ของการแยกตัวประกอบได้ยากขึ้น

จากการศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกเน้นและกล่าวถึงมาทุกยุคทุกสมัย ดังนั้นหากนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน นักเรียนจะสามารถสร้างความรู้ใหม่จากประสบการณ์และความรู้เดิมขึ้นมาได้ เนื่องจากความเข้าใจจะไปช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาให้แก่นักเรียนได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการเรียนเพื่อที่จะสามารถหาผลลัพธ์ของปัญหาได้ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมในเรื่องการจำลดจำนวนสิ่งที่ต้องจำให้น้อยลง นักเรียนจะเกิดความมั่นใจในการเรียนและเชื่อมั่นในวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์มากกว่าให้นักเรียนท่องจำจะส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

1.3.3 การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคณิตศาสตร์ ที่ดูจะเป็นสิ่งที่ทำได้ยากเมื่อเทียบกับทักษะและกระบวนการอื่นๆ ทางคณิตศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตาม การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้คณิตศาสตร์ไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ลึกลับซับซ้อน ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้มากขึ้นและมองเห็นความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่นๆ ได้ และยังทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำท่าย น่ารัก น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภทดังนี้ (ดวงเดือน อ่อนนวม. 2547: 26; อัมพร ม้าคนอง. 2547: 101)

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้กล่าวถึงความหมายของการเชื่อมโยงไว้ดังนี้

ดอสเสย์ และคณะ (อัมพร ม้าคนอง. 2553: 60 อ้างอิงจาก Dossry; et al. 2002) ได้กล่าวไว้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 84) ได้กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิด วิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ และสร้างความสัมพันธ์กับสถานการณ์ หรือปัญหาที่เกิดขึ้น จนทำให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาจากประเภทของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและจากหัวข้อการวัดกับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันในการจัดการเรียนการสอน เพราะการมีความรู้และความเข้าใจคณิตศาสตร์อย่างซาบซึ้งนั้นต้องประกอบด้วยการมีความรู้ในเนื้อหาและการนำความรู้ไปใช้ ดังนั้นการบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จะช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจน

ในแนวคิดและเกิดความลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน และจะทำให้การเรียนคณิตศาสตร์นั้นมีความหมายต่อนักเรียนมากยิ่งขึ้น (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2547: 148) ซึ่งในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันนั้น เป็นการเชื่อมโยงความรู้ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายการเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าเดินทางตามเส้นทางปกติ (อัมพร ม้าคอง. 2553: 60) ดังนั้นผู้วิจัยพอจะสรุปได้ว่าการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์จากชีวิตจริง หรือประสบการณ์ใกล้เคียงตัวมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนการสอนโดยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น (ศศิธร แม้นสงวน. 2555: 193 อ้างอิงจาก Dossey; et al. 2002: 81-83)

2. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

2.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ทางการศึกษานั้นมีมากมายที่สอดคล้องและสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้นมีดังนี้

2.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

สรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2556: 47-59) ได้กล่าวไว้ว่าเพียเจต์ เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิส ที่ได้รับปริญญาเอกทางวิทยาศาสตร์ ในสาขาสัตววิทยา ในมหาวิทยาลัย Neuchatel ประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ซึ่งต่อมาเพียเจต์ได้ทำงานกับนายแพทย์บีเน็ต (Binet) และ ซีม (Simon) มีหน้าที่ทดสอบเด็กเพื่อที่จะหาปกติฐาน (Norm) เพียเจต์ พบว่าคำตอบของเด็กน่าสนใจมาก จึงเป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจของเพียเจต์เกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา ซึ่งเพียเจต์ถือว่าเด็กทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และระหว่างระยะเวลาตั้งแต่วัยทารกจนถึงวัยรุ่นคนเราจะค่อยๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ปฏิสัมพันธ์นี้จะทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา เพียเจต์ได้แบ่งขั้นตอนพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นที่ 1 Sensorimotor (แรกเกิดถึง 2 ขวบ) เป็นขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาความคิดก่อนระยะเวลาที่เด็กอ่อนจะพูดและใช้ภาษาได้ เพียเจต์กล่าวว่าสติปัญญาความคิดของเด็กในวัยนี้แสดงออกโดยการกระทำ (Actions) เด็กสามารถแก้ปัญหาได้แม้ว่าจะไม่สามารถอธิบายได้

2. ขั้นที่ 2 Preoperational (18 เดือน–7 ขวบ) เป็นขั้นที่สติปัญญาและความคิดของเด็กในวัย 18 เดือน ถึง 7 ขวบ ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับความรู้สึกเป็นส่วนใหญ่

ไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้งแต่เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษา สามารถที่จะบอกชื่อสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเขาและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเขา สามารถที่จะเรียนรู้ถึงสัญลักษณ์และใช้สัญลักษณ์ได้ เด็กในวัยนี้มักจะเล่นสมมติ เช่น พุดกับตุ๊กตาเหมือนพุดกับคนจริงๆ เด็กวัยนี้มีความตั้งใจที่จะอย่างและยังไม่สามารถที่จะเข้าใจว่าสิ่งที่เท่ากันแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างหรือแปรสภาพหรือเปลี่ยนที่วาง ควรจะยังคงเท่ากัน และยังไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบสิ่งของมากและน้อย ยาวและสั้นได้อย่างแท้จริงและมีการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง ไม่สามารถที่จะเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ขั้นที่ 3 Concrete Operations (อายุ 7-11 ปี) พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กระหว่างอายุ 7 ปี ถึง 11 ปี นับว่าเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก เด็กวัยนี้มีสติปัญญาที่มีคุณภาพแตกต่างจากเด็กชั้น Preoperational คือสามารถที่จะอ้างอิงด้วยเหตุผลและไม่ขึ้นกับการรับรู้จากรูปร่างเท่านั้น เด็กวัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์หลายๆ อย่าง และคิดย้อนกลับ (Reversibility) ความเข้าใจเกี่ยวกับกิจกรรมและความสัมพันธ์ของตัวเลขก็เพิ่มขึ้น

4. ขั้นที่ 4 Formal Operations (12 ปี ถึงวัยรุ่นใหญ่) ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กเป็นขั้นสุดยอด คือเด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดเป็นผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่จะคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์ สามารถที่จะตั้งสมมติฐานและทฤษฎีและเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วยกับการรับรู้ไม่สำคัญเท่ากับความคิดสิ่งที่จะเป็นไปได้ เพียเจต์ได้สรุปว่าเด็กวัยนี้เป็นผู้ที่คิดเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีความจริงหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

พัฒนาการของมนุษย์จะเป็นไปตามลำดับขั้นและต่อเนื่องกัน ทฤษฎีนี้มีประโยชน์ต่อการศึกษา เนื่องจากขั้นทั้งสี่กล่าวถึงข้อเท็จจริงว่า วิธีคิด ภาษา ปฏิกริยาและพฤติกรรมของเด็กแตกต่างจากของผู้ใหญ่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นการจัดการศึกษาให้เด็กจึงต้องมีรูปแบบที่แตกต่างจากของผู้ใหญ่ และสิ่งที่มีความหมายมากที่สุดที่นักการศึกษาได้รับจากงานของเพียเจต์คือแนวคิดที่ว่าเด็กที่มีอายุน้อยๆ จะเรียนได้ดีที่สุดจากกิจกรรมที่ใช้สื่อเป็นรูปธรรม (Ginsburg & Oppen: 1969) หากแนวคิดนี้ถูกนำไปใช้ในห้องเรียน ครูจะต้องเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้และแนะนำนักเรียนมากกว่าเป็นผู้สอนโดยตรง ตามทฤษฎีของเพียเจต์ เมื่อเด็กโตขึ้นและเข้าสู่ลำดับขั้นที่โตกว่า เด็กจะต้องการเรียนรู้จากกิจกรรมลดลง เนื่องจากพัฒนาการของสติปัญญาที่ซับซ้อนและทันสมัยขึ้น แต่ไม่ได้หมายความว่าเด็กจะไม่ต้องทำกิจกรรมเลย การเรียนรู้โดยการทำกิจกรรมยังคงอยู่ในทุกลำดับขั้นของการพัฒนา นอกจากนี้เพียเจต์ยังเห็นว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาสติปัญญาทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ การให้นักเรียนได้คิด พุด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประเมินความคิดของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น เพียเจต์เรียกกระบวนการนี้ว่าการกระจายความคิด (Decentration) ซึ่งเป็นความสามารถของเด็กที่จะต้องได้รับการพัฒนาให้เป็นไปตามลำดับเพื่อพิจารณาสิ่งต่างๆ จากมุมมองของผู้อื่น ซึ่งประเด็นนี้ การศึกษาจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถนี้ (อัมพร ม้าคอง. 2546: 1-2)

จากการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์พบว่า ทฤษฎีนี้ทำให้ทราบถึงพัฒนาการทางสติปัญญาในแต่ละช่วงอายุของนักเรียน ทำให้เข้าใจพื้นฐานของนักเรียน และสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนในช่วงอายุนั้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีอายุระหว่าง 13-14 ปี จากทฤษฎีของเพียเจต์จะเห็นว่า เด็กในช่วงนี้จะเริ่มมีความคิดเป็นผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผลและสร้างแนวคิด ทฤษฎีเป็นของตนเองได้ และสามารถคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือไม่มีตัวตนได้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนสามารถมุ่งเน้นให้นักเรียนคิดและเรียนรู้โดยการทำกิจกรรม สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนซึ่งเป็นบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาสติปัญญา ให้นักเรียนได้คิด พุด อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประเมินความคิดของตนเองและผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจตนเองและผู้อื่นได้ดีขึ้น และทำความเข้าใจในการสร้างองค์ความรู้ของตนเองเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปได้

2.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

สจวร์ต ไคว้ตระกูล (2556: 212-213) ได้กล่าวไว้ว่าศาสตราจารย์บรูเนอร์ แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด นักจิตวิทยาแนวพุทธิปัญญานิยมชาวอเมริกันผู้ที่ยอมรับหลักการของเพียเจต์ และได้สร้างทฤษฎีจากผลการทดลองในชั้นเรียน ซึ่งได้ใช้หลักการพัฒนาทางเขาวงกตปัญญาของมนุษย์มาใช้ในการสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ด้วย บรูเนอร์ได้ให้ชื่อการเรียนรู้ของท่านว่า Discovery Approach หรือการเรียนรู้โดยการค้นพบ ซึ่งบรูเนอร์เชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้มีการประมวลข้อมูลข่าวสารจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสำรวจสิ่งแวดล้อมซึ่งนำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา บรูเนอร์เชื่อว่าการรับรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่เลือกหรือรับรู้ขึ้นอยู่กับความใส่ใจของนักเรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนรู้จะเกิดจากการค้นพบ เนื่องจากนักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดพฤติกรรมสำรวจสภาพสิ่งแวดล้อมและเกิดการเรียนรู้โดยการค้นพบขึ้น แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้โดยการค้นพบคือ

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง การเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลต่อการปฏิสัมพันธ์ นอกจากจะเกิดขึ้นในตัว of นักเรียนแล้วยังเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งแวดล้อมด้วย

2. นักเรียนแต่ละคนมีประสบการณ์และพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับประสบการณ์และความหมายใหม่

3. พัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาจะเห็นได้ชัดโดยที่นักเรียนสามารถรับสิ่งเร้าที่ให้เลือกหลายอย่างพร้อมๆ กัน

วิธีการที่นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือในการค้นพบความรู้ขึ้นกับขั้นพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งขั้นพัฒนาการของบรูเนอร์เกี่ยวข้องกับการคิดและสติปัญญา สจวร์ต ไคว้ตระกูล (2556: 213-214) และอัมพร ม้าคอง (2546: 3-4) ได้กล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยตรงมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. เอนแอคทีฟ (Enactive Mode) หรือระดับที่มีประสบการณ์และสัมผัสได้ (Enactive Stage) เป็นวิธีการที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการสัมผัสจับต้องด้วยมือ ผลัก ดึง รวมทั้งเด็กใช้ปากกับวัตถุสิ่งของที่อยู่รอบๆ ตัว เช่น ผู้เรียนรวมของ 4 ชิ้น กับ 5 ชิ้น ซึ่งเป็นการสัมผัสกับสิ่งที่เป็นวัตถุ และข้อสำคัญที่สุดในขั้นตอนนี้คือการกระทำของเด็กเอง

2. ไอคอนิก (Iconic Mode) หรือระดับการใช้ภาพเป็นสื่อในการมองเห็น (Iconic Stage) เมื่อเด็กสามารถที่จะสร้างจินตนาการหรือมโนภาพ (Imagery) ขึ้นในใจ เด็กวัยนี้จะใช้รูปภาพแทนของจริงโดยไม่จำเป็นต้องแตะต้องหรือสัมผัสของจริงนอกจากนี้เด็กจะสามารถรู้จักสิ่งของจากภาพแม้ว่าจะมีขนาดและสีเปลี่ยนไป เด็กที่มีอายุประมาณ 5-8 ปี จะใช้ Iconic Mode เช่น การใช้รูปภาพ ไดอะแกรม फिल्मที่เป็นสื่อทางสายตา (Visual Medium)

3. การใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Mode) หรือระดับการสร้างความสัมพันธ์และใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) วิธีการนี้นักเรียนจะใช้ในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีความสามารถที่จะเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมจึงสามารถที่จะสร้างสมมติฐาน และพิสูจน์ว่าสมมติฐานถูกหรือผิดได้ ซึ่งผู้เรียนสามารถเขียนสัญลักษณ์แทนสิ่งที่เห็นในข้อที่ 1 ได้ เช่น การเขียน $5+4=9$ เป็นสัญลักษณ์แทนในข้อที่ 1

นอกจากนี้บรูเนอร์เห็นด้วยกับเพียเจต์ว่า คนเรามีโครงสร้างสติปัญญา (Cognitive Structure) มาตั้งแต่เกิด ในวัยทารกโครงสร้างสติปัญญายังไม่ซับซ้อน เพราะยังไม่พัฒนาต่อเมื่อมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมจะทำให้โครงสร้างสติปัญญามีการขยายและซับซ้อนขึ้นหน้าที่ของโรงเรียนคือการช่วยขยายโครงสร้างสติปัญญาของนักเรียน บรูเนอร์ยังได้ให้หลักการเกี่ยวกับการสอนดังต่อไปนี้

1. กระบวนการคิดของเด็กแตกต่างกับผู้ใหญ่ เวลาเด็กทำผิดเกี่ยวกับความคิด ครูหรือผู้รับผิดชอบทางการศึกษา จะต้องมีความเข้าใจว่าเด็กแต่ละวัยมีการรู้คิดอย่างไร และกระบวนการรู้คิดของเด็กไม่เหมือนผู้ใหญ่ (Intellectual Empathy)

2. เน้นความสำคัญของนักเรียน ถือว่านักเรียนสามารถจะควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองได้ (Self-Regulation) เป็นผู้ที่ริเริ่มหรือลงมือกระทำ ฉะนั้นผู้ที่มีหน้าที่สอนและอบรมมีหน้าที่จัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้โดยการค้นพบ โดยการให้โอกาสนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม

3. ในการสอนควรจะเริ่มจากประสบการณ์ที่นักเรียนคุ้นเคยหรือประสบการณ์ที่ใกล้เคียงไปหาประสบการณ์ที่ไกลตัว เพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจ (Elkind: 1976)

จากการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ผู้วิจัยพบว่า ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ของบรูเนอร์นั้นเป็นทฤษฎีที่ได้ยอมรับแนวคิดของเพียเจต์ แต่บรูเนอร์ได้อธิบายการเรียนรู้ของตนเองไว้ว่าการเรียนรู้หมายถึงการค้นพบ ดังนั้นในการจัดการเรียนสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้นั้น ควรเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือทำ ได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่อยู่รอบๆ ตัว เพื่อให้สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่เร้าให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การสร้างแนวคิดของตนเอง เพื่อที่นักเรียนจะเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้มากขึ้น

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย

ประยูร อาษานาม (2537: 17) ได้กล่าวไว้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผลของพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้ความสนใจว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร การเรียนการสอนต้องกำหนดวัตถุประสงค์อะไรบ้าง กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวความคิดของกานเยจะเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน การจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ โดยการชี้แนะของครู การจัดกิจกรรมการเรียนตามความถนัดหรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของนักเรียน ดังนั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ควรมีระบบ จึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

กานเยได้จัดการเรียนรู้ประเภทต่างๆ ออกเป็น 8 ลำดับชั้น (8 Hierarchies) โดยกล่าวว่า ความรู้ในระดับที่สูงกว่าจะต้องอาศัยความรู้ในระดับที่ต่ำกว่า ดังนั้นในการเรียนการสอนจะต้องคำนึงเกี่ยวกับเนื้อหาที่จะต้องจัดให้เป็นลำดับขั้น ทั้งเนื้อหาและมโนทัศน์ ต่างๆ ที่จะให้เรียนต้องเริ่มจากง่าย ๆ เพื่อเป็นฐานในการที่เรียนที่ยากต่อไป ลำดับชั้นการเรียนรู้ทั้ง 8 ชนิด ได้แก่

1. การเรียนรู้โดยสัญญาณ (Signal Learning) เป็นการเรียนรู้ชนิดที่ง่ายที่สุด และอยู่ระดับต่ำที่สุด เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนไม่สามารถบังคับพฤติกรรมไม่ให้เกิดได้ เป็นการเรียนรู้โดยกระบวนการวางเงื่อนไขแบบดั้งเดิม ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากมีสิ่งเร้าและการทำซ้ำๆ มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าซึ่งเป็นไปโดยอัตโนมัติ เช่น การดึงมือกลับเมื่อถูกน้ำร้อนลวก ซึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องอารมณ์และความรู้สึก

2. การเรียนรู้แบบตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus-Response Learning) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนองแต่ต่างจากการเรียนรู้ชนิดแรกเพราะนักเรียนสามารถควบคุมพฤติกรรมได้ เป็นไปอย่างตั้งใจ เป็นพฤติกรรมที่เห็นชัดตอบสนองการเรียนรู้เนื่องจากการได้รับการเสริมแรง เช่น การฝึกให้นักเรียนแสดงออกทางพฤติกรรมโดยมีการมอบรางวัลหรือการชมเชย

3. การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับปฏิกิริยาตอบสนองติดต่อกันเป็นลูกโซ่ เป็นพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกระทำ การเคลื่อนไหว เช่น การเขียนหนังสือ การใช้กรรไกรตัดของ การเปิดหนังสืออ่าน ฯลฯ

4. การเรียนรู้โดยใช้ภาษา (Verbal Association) เป็นการเรียนรู้โดยใช้ภาษา ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ภาษาอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะคล้ายกับการเรียนในขั้นที่ 3 เช่น การที่นักเรียนเรียกตุ๊กตาว่า “ตุ๊กตา” หรือการเรียนรู้ลูกบอลว่า “ลูกบอล” และการบอกสีของลูกบอลได้

5. การเรียนรู้โดยการจำแนก (Discrimination Learning) เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถมองเห็นความแตกต่างของสิ่งของประเภทเดียวกัน สามารถจำแนกสิ่งเร้าซึ่งเป็นวัตถุหรือสิ่งของออกตามความแตกต่างในสิ่งที่เหมือนกัน ซึ่งการเรียนรู้ประเภทนี้อาจจะเป็นทางด้านการเคลื่อนไหว หรือทางด้านภาษา เช่น การที่นักเรียนเลือกลูกกุญแจที่ต้องการจากลูกกุญแจอีก

หลายลูกที่รวมกันอยู่ในพวง หรือการที่นักเรียนพูดว่า “ตุ๊กตา” แล้วนักเรียนรู้ว่าตุ๊กตามีหลายชนิด เช่น ตุ๊กตาทหาร ตุ๊กตาคนป่า ฯลฯ

6. การเรียนรู้โมโนทัศน์ (Concept Learning) คือความสามารถที่นักเรียนมองเห็นความเหมือน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการตอบสนองต่อสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่างๆ ในลักษณะเป็นกลุ่ม เป็นการเรียนรู้โมโนทัศน์ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์นั้นๆ โดยใช้สมบัติหรือลักษณะเป็นเกณฑ์ เมื่อนักเรียนสามารถจำแนกตุ๊กตาได้หลายชนิด นักเรียนต้องสามารถบอกได้ว่าตุ๊กตาแต่ละชนิดมีอะไรที่เหมือนกันบ้าง

7. การเรียนรู้หลักการ (Principle Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรวมหรือการเชื่อมโยงโมโนทัศน์ ตั้งแต่ 2 โมโนทัศน์เข้าด้วยกัน และจากการที่สามารถตั้งเป็นกฎเกณฑ์ขึ้นได้แล้วจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ กันด้วยวิธีที่คล้ายคลึงกัน เช่น สืบสวนหา เท้ากับ สิบ หรือนักเรียนเรียนรู้ว่า เด็กที่ขยันจะสอบได้ หรือการที่นักเรียนรวมโมโนทัศน์คำว่ากลมและลูกบอลเข้าด้วยกัน เมื่อนักเรียนเรียนรู้ว่าของกลมสามารถกลิ้งได้

8. การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการรวมกฎเกณฑ์หรือหลักการต่างๆ เข้าด้วยกัน และสามารถใช้ความรู้เหล่านั้นแก้ปัญหาได้ในสถานการณ์หนึ่งๆ เช่น การที่นักเรียนเรียนรู้ว่า ของกลมกลิ้งได้ (ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์) ดังนั้นเมื่อเด็กจะวางลูกบอล เด็กจะวางในที่ที่ไม่กลิ้ง (แก้ปัญหา) (ประยูร อาษานาม. 2537: 17; พรรณี ชูทัย เจนจิต. 2538: 408-410)

กานเย เชื่อว่าการเรียนรู้ทั้ง 8 ชนิดข้างต้น เกิดขึ้นในนักเรียนเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ (อัมพร ม้าคอง. 2546: 5)

1. ขั้นรับหรือจับใจความ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนตระหนักถึงสิ่งเร้าที่ตนเองประสบ ทำให้รับรู้ลักษณะของสิ่งเร้าเหล่านั้น ซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจรับรู้สิ่งเดียวกันแตกต่างกัน การเรียนรู้ในขั้นนี้จึงสามารถใช้อธิบายว่า เพราะเหตุใดผู้สอนสอนสิ่งเดียวกัน นักเรียนจึงตีความสิ่งเหล่านั้นแตกต่างกัน

2. ขั้นการได้มาซึ่งความรู้ (Acquisition Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนรับและครอบครองความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง ทักษะ โมโนทัศน์ และกฎหรือหลักการที่ตนเรียน ภายหลังจากการได้สัมผัสกับสิ่งเร้าในขั้นที่หนึ่ง

3. ขั้นการจัดเก็บความรู้ (Storage Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนจำหรือจัดเก็บสิ่งที่เรียนรู้มาเป็นความจำ ซึ่งมี 2 ชนิด คือความจำระยะสั้น และความจำระยะยาว

4. ขั้นการระลึกถึงหรือดึงความรู้มาใช้ (Retrieval Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนระลึกถึงหรือดึงข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำออกมา ซึ่งขั้นตอนนี้มีความซับซ้อนทางสมองมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ

ดังนั้นกานเยได้เน้นบทบาทครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยกระตุ้นให้เด็กทำกิจกรรมต่างๆ ถือว่าการฝึกฝนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะก่อให้เกิดการเชื่อมโยงในสิ่งที่เรียน ดังนั้นหน้าที่ครูจึงมีดังนี้ (พรรณี ชูทัย เจนจิต. 2538: 418)

1. บอกวัตถุประสงค์ในการเรียน

2. เสนอสิ่งเร้า
3. กระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจ
4. ช่วยให้เกิดกิจกรรมหรือระลึกถึงสิ่งที่เรียนไปแล้ว
5. จัดสภาพการณ์ที่จะนำไปสู่การกระทำ
6. กำหนดขั้นตอนของการเรียนรู้
7. ชี้แนะและแนะนำเด็กในการเรียน

ในขณะที่เดียวกันครูพยายามกระตุ้นให้เด็กสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไปในสิ่งที่เรียนไปแล้ว จนกระทั่งเกิดการถ่ายโยงความรู้และทักษะใหม่ไปสู่สถานการณ์อื่นๆ

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย นั้นเป็นทฤษฎีที่ได้จำแนกการเรียนรู้ไว้เป็นประเภทต่างๆ เพื่อให้ครูสามารถจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ได้ โดยเริ่มจากการเรียนที่ง่าย ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานไปสู่การเรียนที่ยากขึ้น ดังนั้นทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยจึงเป็นทฤษฎีที่มุ่งเน้นผลของพฤติกรรมการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้นั้นครูต้องกำหนดลำดับขั้นตอน วัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนอย่างชัดเจน โดยที่ให้ความสนใจไปที่นักเรียนว่าจะเรียนรู้อะไรโดยวิเคราะห์ตามพื้นฐานของนักเรียน โดยครูต้องเป็นผู้ชี้แนะ จึงถือได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเยนั้นเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนจะต้องมีการวางแผน มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนการสอน ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างองค์ความรู้เองได้

2.1.4 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

อัมพร ม้าคอง (2546: 7) ได้กล่าวไว้ว่าทฤษฎีนี้มีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญที่ตัวนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทฤษฎีนี้เน้นว่าความรู้เป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นโดยนักเรียน นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เป็นพื้นฐานการสร้างความรู้ใหม่ การเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวนักเรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก นักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนั้นแนวการสอนตามทฤษฎีนี้ จึงเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารและปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยครูคอยช่วยเหลือให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายกับผู้อื่น ครูมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ตั้งประเด็นปัญหาที่ท้าทาย และช่วยเหลือให้นักเรียนสร้างความรู้เองได้

กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีกรอบแนวคิดที่สำคัญดังนี้

1. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานของการสร้างความรู้ใหม่
3. ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น ครูและเพื่อนมีส่วนช่วยในการสร้าง

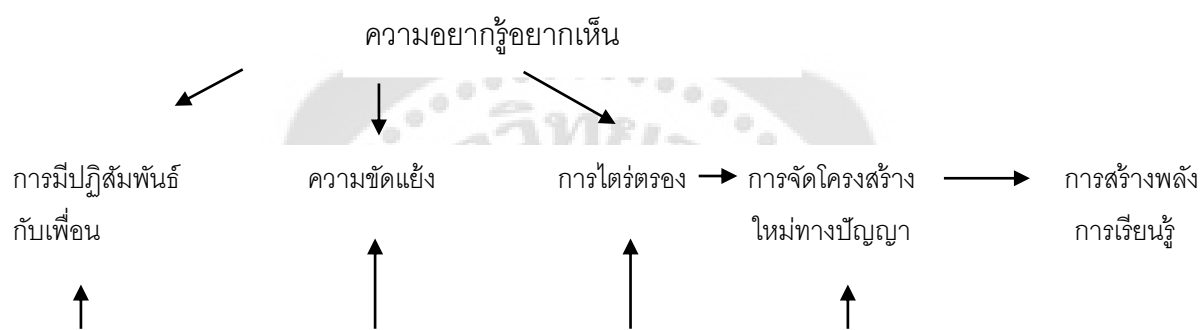
ความรู้

4. ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ ตั้งคำถามท้าทายความสามารถ กระตุ้นสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือการสร้างความรู้

5. นักเรียนเป็นผู้กระตือรือร้นในการเรียน
สมมติฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีนี้มีสมมติฐานเกี่ยวกับการสร้างความรู้ของผู้เรียน ดังนี้

1. มนุษย์สร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง การสื่อสาร และการอภิปราย ซึ่งทำให้พวกเขาสร้างประสบการณ์ในการแก้ปัญหา โดยใช้โมเดลการเพิ่มพลังการเรียนรู้ของนักเรียน (Model of Learner's Empowerment) ของแอนเดอร์ฮิลล์ ดังภาพประกอบ 3 ในการอธิบายสมมติฐานดังนี้



ภาพประกอบ 2 โมเดลการสร้างพลังการเรียนรู้ของนักเรียน (Model of Learner's Empowerment)

ที่มา: อัมพร ม้าคอง. (2546). คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้: 6.

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) และความขัดแย้ง (Conflict) เป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้นักเรียนเรียน

1.2 การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (Peer Interaction) ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict)

1.3 ความขัดแย้งทางปัญญานำมาซึ่งความไตร่ตรอง (Reflection)

1.4 การไตร่ตรองกระตุ้นให้เกิดการจัดโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

1.5 ข้อ 1.1. ถึง 1.4. เกิดเป็นวงจร โดยประสบการณ์ของนักเรียน มีผลต่อการเกิดวงจรและวงจรนี้เองที่ทำให้นักเรียนสามารถควบคุมและสร้างพลัง (Empowerment) การเรียนรู้ให้กับตนเอง

2. การสร้างความรู้ของนักเรียนแต่ละคนต่างกัน และต่างจากที่ครูคาดหวัง ครูต้องยอมรับและจัดการที่จะสนับสนุนสิ่งที่นักเรียนคิด

3. องค์ประกอบสำคัญในการสอนมีดังนี้ การรวบรวมสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นให้เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง การสร้างแรงจูงใจภายในซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความรู้ และการวิเคราะห์ความคิดนักเรียนในกระบวนการเรียนการสอน

จากการศึกษาทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่าทฤษฎีนี้เป็นทฤษฎีที่แพร่หลายอย่างมาก เพราะว่าเป็นทฤษฎีที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้ความสำคัญที่ตัวนักเรียน นักเรียนจะสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิม และประสบการณ์ที่นักเรียนพบเจอและการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก นักเรียนแต่ละคนจะมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ และคอยช่วยเหลือจนกระทั่งนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้เองได้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้เองนั้น จำเป็นต้องเข้าใจพื้นฐานของนักเรียนและครูก็จะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่ดีเพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้

2.2 ความหมายและหลักการของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

จากแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ดังที่กล่าวในข้างต้นนั้นสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction : CGI)

การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitive Guided Instruction : CGI) เป็นแนวทางการสอนที่พัฒนาโดยคาร์เพนเทอร์และคณะในปี ค.ศ.1980 ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยที่ครูจะมีความรู้และความเชื่อมาจากการทำความเข้าใจความคิดของนักเรียน เพื่อที่จะสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง และสามารถหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของการแก้ปัญหา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีหลักการดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนควรขึ้นอยู่กับพื้นฐานของความรู้ และความคิดของนักเรียน
2. การจัดการเรียนการสอนควรเชื่อมโยง มโนทัศน์ หรือทักษะ กับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ใหม่ได้ด้วยตนเอง
3. การจัดการเรียนการสอนจะสร้างและพัฒนาความคิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยเน้นความสำคัญระหว่างทักษะและการแก้ปัญหา โดยใช้การแก้ปัญหาเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. นักเรียนสามารถใช้ความรู้หาวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลายจากแนวความคิดตามศักยภาพของผู้เรียนอย่างมีเหตุผล เพื่อหาข้อสรุป
5. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้และความคิดของนักเรียน จึงจำเป็นต้องมีการประเมินวิธีคิดแก้ปัญหาของนักเรียนโดยการใช้คำถามที่เหมาะสมและฟังการตอบคำถามของนักเรียน (เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร. 2551: 65; Carpenter et al. 1989: 499-531; Fennema et al. 1993: 555-583)

2.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนการสอน การปฏิบัติของครู และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ของนักเรียน ครูจะต้องสามารถรู้วิธีการคิดของนักเรียน และต้องหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนสร้างแนวความคิดของตนเอง โดยที่ครูจะต้องวินิจฉัยเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และมีความสนใจในขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร นักเรียนในห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนแบบ การสอนแนะให้รู้คิด (CGI) จะสามารถแสดงวิธีการคิดที่หลากหลายตามศักยภาพของนักเรียน ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และร่วมอภิปรายรับฟังความคิดของผู้อื่นเพื่อหาข้อสรุปนำไปสู่วิธีการในการแก้ปัญหาที่แท้จริง โดยครูจะเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทาง และสนับสนุนให้นักเรียนแต่ละคนหาวิธีการที่ถูกต้อง ช่วยเหลือให้นักเรียนค้นพบข้อผิดพลาดของตนเอง เพื่อนำมาแก้ไขหาแนวทางที่ถูกต้อง ซึ่งครูจะไม่สอนวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียน การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ทั้งยังทำให้นักเรียนรู้สึกสนุก ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และมีแรงจูงใจการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น (เวชฤทธิ์ อังกะภักทธร. 2553: 2-4; Carpenter et al. 1989: 499-531; Fennema et al. 1993: 555-583)

2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มี 4 ขั้นตอนที่สำคัญสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ชี้นำเสนอปัญหา ครูเสนอปัญหาตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ และความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ในการเลือกปัญหา ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และที่ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ปัญหาที่เลือกควรสอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริง

ขั้นตอนที่ 2 ชี้นำวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ นักเรียนลงมือคิดแก้ปัญหา ทำความเข้าใจประเด็นต่างๆ ในปัญหา เมื่อนักเรียนเกิดความเข้าใจและชัดเจนในโจทย์ปัญหาก็เริ่มคิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดที่หลากหลายตามศักยภาพของนักเรียน ถ้าหากนักเรียนมีความยุ่งยากในการแก้ปัญหา ครูจะเป็นผู้คอยชี้แนะให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหา ครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรม และกระตุ้นการคิดของนักเรียน ตอบคำถาม รับฟัง และชี้แนะข้อสงสัยของนักเรียน จนเกิดความมั่นใจว่านักเรียนเกิดความเข้าใจ และสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ และในระหว่างการเรียนการสอนครูต้องคอยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ เช่น สื่อ อุปกรณ์ หรือ เครื่องมือต่างๆ ที่นักเรียนต้องการอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 3 ชี้นำรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหา และให้เวลานักเรียนในการคิดแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้ครูจะถามนักเรียนถึงวิธีที่นักเรียนใช้ใน

การแก้ปัญหา โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอแนวความคิด วิธีการ พร้อมเหตุผลในการแก้ปัญหาของตนเอง เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนวิธีการคิดแก้ปัญหของครูกับนักเรียน ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา พร้อมกับร่วมกันอภิปรายประเด็นต่างๆ ในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปอภิปรายคำตอบและวิธีการที่ใช้ หลังจากที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายประเด็นต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปของคำตอบและวิธีการ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปของคำตอบ และวิธีการ และความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยมีครูเป็นผู้นำในการอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อหาข้อสรุปที่แท้จริง และครูต้องประเมินผลการแก้ปัญหาดตามสภาพจริงของนักเรียน (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. 2551: 66; 2553: 4; Carpenter et al. 1999: 60-85; Hiebert et al. 1997; & Peterson et al. 1991)

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ผู้วิจัยได้พัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการวัด โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหา เป็นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ครูและนักเรียนมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

บทบาทของครู ครูนำเสนอและสร้างความสนใจในสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่นักเรียนไม่เคยพบเจอ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและนักเรียนได้มีประสบการณ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

บทบาทของนักเรียน นักเรียนรับฟังสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างละเอียดรอบคอบ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันอภิปราย

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย ครูและนักเรียนมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

บทบาทของครู หลังจากที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนแล้ว ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยประมาณกลุ่มละ 4-6 คน เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน จากนั้นครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมแสดงแนวความคิดของนักเรียน รับฟังวิธีการคิดและแนวทางในการแก้ปัญหของนักเรียน อีกทั้งครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางหรือแนะนำข้อสงสัยของนักเรียน ซึ่งการชี้แนะนั้นต้องช่วยกระตุ้นความคิดนักเรียน เช่น การโยนคำถามเพื่อช่วยกระตุ้นการคิดของนักเรียน หรือการยกตัวอย่างปัญหาที่นักเรียนเคยพบเจอเพื่อเป็นแนวทางในการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่กับองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งการสังเกตพฤติกรรม การโยนคำถาม การรับฟังวิธีการคิดและแนวทางในการแก้ปัญหานั้นจะช่วยให้อาจารย์สามารถประเมินความรู้ ความเข้าใจของ

นักเรียนได้ และครูต้องเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในเรื่องของสื่อ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ครูต้องคอยชี้แนะจนนักเรียนเกิดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหาและเกิดความแน่ใจว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้

บทบาทของนักเรียน หลังจากได้รับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลหรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีมาใช้โดยอาศัยฐานความรู้เดิมกับสถานการณ์ปัญหาที่ได้ โดยการร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อที่จะหาข้อสรุปของคำตอบ นักเรียนสามารถแสดงอิสระทางความคิดที่หลากหลายได้ตามศักยภาพของนักเรียน และถ้าหากปัญหาที่ได้นั้นยุ่งยากเกินไปในการแก้ปัญหา ก็สามารถซักถามเพื่อหาข้อชี้แนะจากครูได้ หรือแลกเปลี่ยนแนวความคิดกันเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยความเข้าใจของนักเรียนเอง

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากให้เวลากับนักเรียนในการระดมความคิดและร่วมกันอภิปรายถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอแนวความคิดวิธีการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดและเหตุผลที่ใช้

4. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำในการเปิดการอภิปราย จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อสรุปประเด็นที่ชัดเจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

2.5 บทบาทของครูเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

บทบาทของครูในชั้นเรียนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีดังต่อไปนี้

1. ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่จะทำการสอนเป็นอย่างดี และใช้หลักการนำเสนอปัญหา เพื่อแก้ปัญหาและหาข้อสรุปเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอน

2. ครูต้องเป็นผู้รับฟังที่ดี ทักษะการฟังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครู เพราะต้องใช้สื่อสารกับนักเรียนอยู่ตลอดเวลา โดยที่ครูจะต้องฟังและทำความเข้าใจความคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาต่างๆ โดยการตัดสินใจ หรือชี้แนะนั้นครูต้องมีฐานการคิดมาจากความรู้ความเข้าใจในความคิดของนักเรียนด้วย และเมื่อนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ครูควรมีความกระตือรือร้นในการใช้คำถามกระตุ้นการคิด เพื่อพัฒนาการความเข้าใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุปจากการนำเสนอปัญหา

3. บรรยากาศในห้องเรียนในการจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน โดยการเตรียมสื่อ อุปกรณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน และในการจัดการเรียนการสอนนั้นควรมุ่งประเด็นไปที่การฝึกให้นักเรียนแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา มากกว่าการแข่งขันกันที่จะหาคำตอบ

4. ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง และส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อร่วมกันอภิปราย และได้มีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนเพื่อหาข้อสรุปในการเรียนการสอน

5. ครูต้องเป็นผู้ที่มีความฉลาดปฏิกิริยาไหวพริบดี ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูจะต้องยอมรับและให้ความสนใจกับการคิดของนักเรียน รับฟังความคิดเห็นของนักเรียนในเจตคติที่ดี ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนนั้น นอกจากการรับฟังที่ดีแล้ว ไหวพริบในการจัดการเรียนการสอนก็เป็นสิ่งสำคัญ ครูต้องมีความฉับไวในการจัดระบบและในการชี้แนะแนวทางให้กับนักเรียนในการทำความเข้าใจ เพื่อให้บรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนนั้นราบรื่น การที่ครูมีความเข้าใจ และสามารถชี้แนะนักเรียนได้อย่างชัดเจนนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับครูมากขึ้น (เวชฤทธิ์ อังกะนัทพรขจร. 2553: 5; สุธารัตน์ สมรรถการ. 2556: 16; Carpenter et al. 1999: 60-85.)

จากการศึกษาบทบาทของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ครูต้องให้ความเข้าใจ และความสนใจแก่นักเรียนเป็นอย่างมาก ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น ความสนใจและความใกล้ชิดจะเป็นสิ่งที่ทำให้ครูสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการเรียนการสอน โดยที่การประเมินการเรียนการสอนนั้นจะทำความเข้าใจไปการจัดการเรียนการสอนด้วย ครูควรมีการประเมินความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนบ่อยๆ โดยการสังเกต การใช้คำถาม หรือการสัมภาษณ์บุคคล และการรับฟังการเสนอแนวความคิดและเหตุผลของนักเรียน เป็นต้น

จากการพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน โดยเป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย 3) ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลในการแก้ปัญหา ครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดและเหตุผลที่ใช้ 4) ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำในการเปิดการอภิปราย จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันขยายแนวความคิดเพื่อสรุปประเด็นที่ชัดเจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน เพื่อที่จะออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งครูและนักเรียนต่างก็ได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เพื่อหาข้อสรุป และสร้างองค์ความรู้จากความเข้าใจของนักเรียน โดยการจัดการเรียนสอนนั้น ครูจะยึดพื้นฐานจากความสามารถของนักเรียนและนำเสนอปัญหา วิธีการสอนที่เหมาะสม

และสอดคล้องกับนักเรียน อีกทั้งนักเรียนยังมีอิสระ สามารถแสดงวิธีการคิดด้วยตนเอง จนทำให้เกิดความเข้าใจ และยังส่งเสริมไปถึงความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไปอีกด้วย ผู้วิจัยหวังว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น และยังสามารถส่งผลถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้อีกด้วย

2.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) โดยได้ศึกษาจากงานวิจัยดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

คาร์เพนเทอร์ และคณะ (Carpenter et al. 1989: 499-531) ได้ทำการศึกษาผลการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นกลุ่มครูระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 คน เพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิเคราะห์ผลจากการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และครูอีกหนึ่งกลุ่มใช้วิธีการสอนโดยการสอนตามปกติ เป็นการวัดประเมินผลความสามารถในการคำนวณและการแก้ปัญหา ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถในการบวกและการลบสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลเลซซีเนอร์ และ เคปเนอร์ (Villasenor & Kepner. 1993: 62-69) ได้ทำการสำรวจการใช้การสอบแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ของโรงเรียนขนาดใหญ่ในแถบตะวันตกตอนกลาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 144 คนที่ได้รับการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) และนักเรียนจำนวน 144 คนที่ได้รับการสอนแบบปกติเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลกับนักเรียนคือ แบบทดสอบวัดความสามารถทางเลขคณิต และการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินขั้นตอนและวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาทั้งข้อสอบที่เป็นตัวเลขและโจทย์ปัญหา ผลการวิจัยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ได้คะแนนจากการวัดความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ก็ได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

งานวิจัยในประเทศไทย

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556: 60-66) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการทดสอบในช่วงก่อนและหลังการจัดการเรียน

การสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) แบ่งขั้นตอนการสอนออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน แบ่งออกเป็นสองขั้นย่อย ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล และขั้นนำเสนอ และ 3) ขั้นสรุป โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติทางการเรียน จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยนั้น เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน ดังนั้นครูควรคำนึงถึงธรรมชาติ และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนและก่อนการจัดการเรียนการสอน ครูและผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอน ควรมีความพร้อมทั้งด้านสื่อและอุปกรณ์เพื่อที่จะสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ และในการจัดการเรียนการสอนนั้นครูควรใช้สถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด และแสดงเหตุผล และนำไปสู่สถานการณ์จริง ครูจึงควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับในแต่ละขั้นตอน และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปนั้นควรทำวิจัยที่นำรูปแบบการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ไปต่อยอดกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้แก่ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการให้เหตุผล

เวชฤทธิ์ อังกะภักทธร (2551: 187-201) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดย บูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นงานวิจัยเชิงวิจัยและการพัฒนา โดยทำการทดลองก่อนและหลังจากจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้นแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นนำเสนอปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 3) ขั้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 4) ขั้นการบูรณาการแนวคิดและการเชื่อมโยงสู่ชีวิตจริง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบสังเกตพฤติกรรมเพื่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดการมีสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อม จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการให้เหตุผล มีการเชื่อมโยง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และการสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย นั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนตามแนวทางของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เองด้วยความเข้าใจ และช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ และสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ อีกทั้งครูควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะ/กระบวนการ

เช่น ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการเชื่อมโยงเป็นต้น โดยครูควรใช้สถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงเหตุผลและเชื่อมโยงไปสู่สถานการณ์ชีวิตประจำวัน และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปนั้น ครูควรมีการบูรณาการเนื้อหาอื่นๆของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับสาระการเรียนรู้อื่นๆหรือชีวิตจริงที่มีความสัมพันธ์กัน

สุรารัตน์ สมรรถการ (2556: 103-114) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นงานวิจัยวิจัยเชิงการทดลอง โดยทำการวัดผลการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ครูควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมต่างๆให้พอเหมาะ ครูต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนเป็นฝ่ายตั้งคำถาม เพื่อพัฒนาการคิด การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงของนักเรียน และข้อเสนอแนะงานวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับเนื้อหาและทักษะกระบวนการอื่นๆทางคณิตศาสตร์ และควรนำการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ไปใช้กับการสอนรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แนวจิตตปัญญาศึกษา การสอนแบบบูรณาการ เป็นต้น

ชัยวัฒน์ อู๋ปาอาจ (2551: online) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ใช้แนวการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 ที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ และศึกษาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ของทั้งสองฉบับ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ และนักเรียน

กลุ่มที่ใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาริ ธนะคำดี (2553: 117-128) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนแบบสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบ่งกลุ่ม เครื่องที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสอนแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.62/79.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.30 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.83 นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีเจตคติหลังเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .5 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป ควรทำการวิจัยที่นำกิจกรรมการเรียนการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไปใช้ในเนื้อหาอื่นๆและทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การเชื่อมโยง เป็นต้น และนำไปบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ หรือชีวิตประจำวัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้นเป็นวิธีที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะเป็นวิธีการสอนที่อยู่บนพื้นฐานความคิดของนักเรียน โดยที่ครูเป็นผู้คอยชี้แนะและให้ความสะดวกในการที่จะให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ตรวจสอบการคิดของตนเองไปในทิศทางที่ถูกต้อง และนำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้สนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยเลือกแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียวทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เนื่องจากการศึกษางานวิจัยจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถทางการเรียนดีขึ้นกว่ากลุ่มการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

3. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

กู๊ด (Carter V. Good. 1973: 7) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การได้รับความรู้ หรือ การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ และคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบให้หรือทั้งสองอย่าง และเป็นตัวชี้วัดความสามารถของนักเรียนจากการทดสอบที่ได้มาตรฐาน

ชวาล แพรัตกุล (2552: 9-19) ได้กล่าวโดยสรุปไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ของสมอง

เตือนใจ เกตุษา (2549: 102) ได้กล่าวโดยสรุปไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพสมองด้านการระลึกออกของความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ วิธีดำเนินการ และความรู้อยู่ในเนื้อเรื่อง

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525: 200) และไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกันว่า คุณลักษณะและความสามารถของบุคคล อันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน การอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผล

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และความสามารถทางสติปัญญาของบุคคลอันเกิดจากการได้รับความรู้ การพัฒนาทักษะในการเรียนการสอน และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน การอบรม และจากการสอน ซึ่งในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้มีผู้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

วิลสัน (Wilson. 1971: 645-694) ได้จำแนกพฤติกรรมทางด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ Cognitive Domain, Affective Domain สำหรับพฤติกรรมด้านความรู้และการคิด (Cognitive Domain) นั้น วิลสันได้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ

1. ความรู้ความจำการคิดคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว โจทย์แบบฝึกหัดที่เคยทำมาแล้ว ตลอดจนความสามารถในการคิดคำนวณอย่างง่าย ๆ เป็นโจทย์ที่คล้ายกับตัวอย่าง เป็นโจทย์ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนหรือต้องอาศัยการตัดสินใจ ความสามารถด้านการคำนวณนี้ ถ้านักเรียนสามารถจดจำสิ่งที่ครูสอนได้ ก็สามารถ

ตอบคำถาม ความสามารถด้านนี้ถือว่าเป็นความสามารถที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 3 ขั้นดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Specific Fact) เป็นความสามารถในการระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว ซึ่งคำถามมักจะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องนำมาใช้อย่างสม่ำเสมอ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Terminology) เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่างๆ ตามที่ได้เรียนมาแล้ว คำถามด้านความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามนี้ส่วนมากจะไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) เป็นความสามารถในการนำข้อเท็จจริงศัพท์และนิยาม ตลอดจนกระบวนการคิดคำนวณตามแบบที่เคยเรียนรู้มาแล้ว มาดำเนินการคิดคำนวณตามคำสั่งที่กำหนดให้ โจทย์ปัญหาที่วัดความสามารถขั้นนี้มักเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง คำถามจะไม่ยุ่งยากซับซ้อน คำถามมักจะถามด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ คำถามในขั้นนี้จะไม่ได้มุ่งให้นักเรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่แต่อย่างใด

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาใหม่ จนกระทั่งสามารถแปลความ ตีความ สรุปความ และขยายความได้ ความสามารถในขั้นนี้จะสูงกว่าความสามารถด้านทักษะในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ ความสามารถด้านความเข้าใจแบ่งออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ (Concept) มโนทัศน์เป็นเรื่องราวของนามธรรม จะต้องมีการรวบรวมความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่างๆ มาผสมผสานกันแล้วสรุปความหมายของสิ่งนั้นใหม่ด้วยภาษาของตนเอง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไปไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในขั้นนี้ต่างจากพฤติกรรมขั้นความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม โดยปกติมักจะนำคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์แผนใหม่ (Modern Mathematics) ใช้ในการวัดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความเข้าใจในการแปลงโจทย์ปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปล

ข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ ซึ่งมีความหมายคงเดิม เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการ ความสามารถในการแปลความนี้จะไม่รวมถึงทักษะในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากการแปลความ นั่นคือจะไม่รวมถึงวิธีการในการหาคำตอบ ทั้งนี้เพราะการแก้ปัญหาคือหาคำตอบจากโจทย์ทางคณิตศาสตร์หลังจากการแปลความแล้วจะเป็นการวัดความสามารถขั้นนำไปใช้ ความสามารถในการขั้นนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถที่ง่ายที่สุดของการวัดความเข้าใจ

2.5 ความเข้าใจในการดำเนินตามแนวของเหตุผล (Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจกับข้อเขียน ซึ่งอยู่ในรูปของคณิตศาสตร์ และบอกได้ว่าผลสรุปในแต่ละขั้นมาจากอะไร ความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์จะแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป

2.6 ความเข้าใจในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากปัญหาที่มีอยู่เพื่อให้ได้ข้อยุติหรือข้อสรุป การตีความหมายจากตัวเลขที่เป็นข้อมูลทางสถิติรวมทั้งกราฟ ข้อสอบที่จะวัดความสามารถขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในระดับอื่นๆ ก็ได้ โดยนักเรียนอ่านและตีความโจทย์นั้น

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำเอาความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาคือคล้ายคลึงกับที่เรียนมาแล้ว ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในขั้นนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ที่เหมือนกับที่นักเรียนเคยเรียนและเคยทำแบบฝึกหัดมาแล้ว ความสามารถด้านการนำไปใช้ อาจแบ่งออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Routine problem) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาคือโจทย์ที่คล้ายคลึง (แต่ไม่เหมือน) กับตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในห้องเรียนนั่นเอง นักเรียนจะต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับหลัก กฎ และรู้จักวิธีการคิดคำนวณที่นักเรียนเรียนมาแล้ว มาใช้ผสมผสานเพื่อที่จะแก้ปัญหให้ได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Comparison) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ โดยเปรียบเทียบข้อมูลที่โจทย์ให้มา 2 ชุด แล้วนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาข้อสรุปตัดสินใจ ความสามารถในการขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณด้วย

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Analyze Data) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาคือโจทย์ที่ค่อนข้างจะซับซ้อน กล่าวคือ นักเรียนจะต้องตัดสินใจว่าจะทำอะไรก่อน อะไรหลัง แล้วจึงดำเนินการคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ ซึ่งอาจต้องอาศัยการเปรียบเทียบจากที่โจทย์กำหนดมาให้ เพื่อตัดสินใจหรือหาข้อสรุป หรืออาจให้แยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) ความสามารถในการขั้นนี้จะเป็นการระลึกถึงความรู้เดิม การแปลงโจทย์ปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ตลอดจนมองเห็น

ความสัมพันธ์ของข้อมูล คำถามที่ใช้วัดความสามารถในขั้นนี้มักจะถามให้นักเรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยในชุดข้อมูล หรือปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน โจทย์ปัญหาในขั้นนี้มักจะเป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าโจทย์ดังกล่าวจะต้องเป็นโจทย์ที่ไม่ได้อยู่ในขอบข่ายของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ปัญหาโจทย์ดังกล่าวจะต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้ที่เรียนมา รวมกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา ความสามารถในขั้นนี้ถือว่าเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้ที่ตอบปัญหาขั้นนี้ได้จะต้องใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูง การวัดความสามารถในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์พลิกแพลง (Non-routine Problem) คำถามที่วัดความสามารถในขั้นนี้จะเป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่ได้อยู่ในแบบฝึกหัด ในตำรา เป็นปัญหาที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะแก้ปัญหาลักษณะนี้ได้จะต้องอาศัยประสบการณ์ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ต้องเข้าใจนิเทศน์ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่ครูเคยสอนมาแล้วเป็นอย่างดี แล้วใช้ความรู้เหล่านั้นมาผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา การแก้ปัญหาลักษณะนี้จึงต้องพยายามหาวิธีการใหม่ๆ เช่น อาจสร้างแบบการคิดคำนวณขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถหาคำตอบได้

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Discover Relationship) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยนักเรียนจะต้องจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอันจะนำไปสู่คำตอบในที่สุด ความสามารถในขั้นนี้จะต่างไปจากขั้นนำไปใช้ตรงที่นักเรียนจะต้องรวบรวมสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มาสร้างเป็นความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ จึงจะหาคำตอบได้ แทนที่จะจำความสัมพันธ์อันเดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Construct Proof) เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้ว มาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Criticize Proof) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากและซับซ้อนกว่าความสามารถในการเขียนพิสูจน์ ความสามารถขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจาก Concept หลัก กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Formulate and Validate Generalization) เป็นความสามารถที่นักเรียนต้องสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิม และต้องสมเหตุสมผลด้วย หรือการพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่พร้อมทั้งแสดงกระบวนการนั้น

บลูมและคณะ (Bloom; et al. 1971) ได้จัดการจำแนกพฤติกรรมทางการศึกษาเป็น 3 ด้าน คือ พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งสมรรถภาพทางด้านสมองหรือสติปัญญาของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ จัดอยู่ในพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถแบ่งเป็น 6 ระดับเรียงตามขั้นตอนการเกิดพฤติกรรมจากขั้นต่ำสุดไปถึงขั้นสูงสุด ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถทางสมองในการทรงไว้หรือรักษาไว้ซึ่งเรื่องราวต่างๆ ที่บุคคลได้รับรู้ไว้ในสมองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1.1 ความรู้ในเรื่องเฉพาะ (Knowledge of Specifics) เป็นสมรรถภาพทางสมองขั้นต่ำสุด ที่จะเป็พื้นฐานให้เกิดสมรรถภาพสมองขั้นสูงสุดที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมต่อไป จำแนกเป็น 2 ข้อ ดังนี้

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการบอกความหมายของคำและสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ให้คำนิยามศัพท์ทางคณิตศาสตร์ได้ เป็นต้น

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับกฎและความจริงบางอย่าง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถในการบอกกฎ สูตร ทฤษฎี และข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น สามารถบอกสูตรการหาพื้นที่สามเหลี่ยมได้ ตามที่เรียนมา

1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of Ways and Means of Dealing with Specifics) เป็นความรู้ในเรื่องของวิธีการ และการจัดระเบียบ จำแนกเป็น 5 ลักษณะดังนี้

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (Knowledge of Conventions) เป็นความสามารถในการบอกรูปแบบ การปฏิบัติ และแบบฟอร์มหรือระเบียบที่เหมาะสมในการปฏิบัติซึ่งเป็นที่ยอมรับของคนส่วนใหญ่ เช่น บอกลักษณะการแต่งกายของชาวเขาเผ่าต่างๆ เป็นต้น

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (Knowledge of Trends and Sequence) เป็นความสามารถในการบอกขั้นตอนก่อนหลัง และทิศทางการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ เรื่องราวหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น บอกได้ว่าการขั้บรถยนต์ควรทำอย่างไรก่อนหลัง เป็นต้น

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับการจัดประเภท (Knowledge of Classification and Categories) เป็นความสามารถในการจัดจำแนก จัดหมวดหมู่ ความเหมือนและความแตกต่างตามคุณลักษณะ คุณสมบัติ และหน้าที่ของสิ่งต่างๆ เรื่องราว หรือปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น สามารถจัดประเภทอาหารจำแนกตามคุณค่าอาหารได้ เป็นต้น

1.2.4 ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ (Knowledge of Criteria) เป็นความสามารถในการบอกเกณฑ์ หลักการในการตรวจสอบ และวินิจฉัยข้อเท็จจริงต่างๆ เช่น บอกได้ว่าอะไรเป็นเกณฑ์ตัดสินว่าใครผ่านหรือไม่ผ่าน เป็นต้น

1.2.5 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (Knowledge of Methodology) เป็นความสามารถในการบอกเทคนิค กระบวนการ และวิธีการสืบเสาะหาความรู้ในอันที่จะให้ได้มาของผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น บอกวิธีการแก้สมการได้ เป็นต้น

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of the universal and Abstractions in a field) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อสรุปลักษณะสามัญของสิ่งต่างๆ แบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1.3.1 ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยายหลักวิชา (Knowledge of Principles and Generalizations) เป็นความรู้ในการสรุปใจความสำคัญของเรื่องและนำหลักหรือความรู้ที่ได้ไปอภิปรายเรื่องอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันได้ เช่น บอกได้ว่าฝนตกเกิดจากอะไร เป็นต้น

1.3.2 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (Knowledge of Theories and Structure) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาหลายๆ หลักวิชา ซึ่งอยู่ในสกุลเดียวกันมาสัมพันธ์กันจนได้เป็นโครงสร้างของเนื้อความใหม่ในเรื่องเดียวกันได้ เช่น บอกคุณสมบัติร่วมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ เป็นต้น

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของเรื่อง สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเดิมออกมาเป็นภาษาของตนเองได้โดยที่ยังมีความหมายเหมือนเดิม พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาว่ามีความเข้าใจมี 3 ลักษณะดังนี้

2.1 การแปลความ (Translation) เป็นความสามารถในการถอดความหมายจากภาษาหนึ่งหรือแบบฟอร์มหนึ่งไปสู่ภาษาหนึ่งหรืออีกแบบฟอร์มหนึ่ง ซึ่งอาจแปลได้หลายลักษณะ ดังนี้

2.1.1 แปลจากภาษาสามัญเป็นภาษาเทคนิค หรือจากภาษาเทคนิคเป็นภาษาสามัญ

2.1.2 แปลจากภาษาพูดเป็นภาษาเขียน

2.1.3 แปลจากพฤติกรรม รูปภาพ ท่าทาง เป็นข้อความหรือจากข้อความ เป็นพฤติกรรม รูปภาพ ท่าทาง

2.2 การตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการสรุปความ การแปลความ มองภาพส่วนรวมมาเป็นใจความสั้นๆ อย่างได้ใจความ เช่น อ่านเรื่องแล้วตีความหมายข้อคิดที่แฝงอยู่ในเนื้อเรื่องได้ อ่านเรื่องแล้วค้นหาจุดมุ่งหมายของผู้แต่งได้ เป็นต้น

2.3 การขยายความ (Extrapolation) เป็นความสามารถในการเสริมแต่งหรือขยายแนวความคิดให้กว้างไกลไปจากข้อมูลเดิมอย่างสมเหตุสมผลซึ่งต้องอาศัยการแปลความหมาย และการตีความประกอบกันจึงจะสามารถขยายความหมายของเรื่องราวนั้นได้ เช่น อ่านเรื่องที่แต่งยังไม่จบแล้วขยายความคิดได้ว่าตอนจบน่าจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักวิชาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งอาจใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับสถานการณ์ที่เคยพบเห็นมาก่อน เช่น การนำสูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมไปใช้หาพื้นที่สามเหลี่ยมรูปใหม่ได้ เป็นต้น

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ว่าเรื่องราวหรือสิ่งนั้นๆ ประกอบด้วยอะไรบ้าง มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุเป็นผล และที่เป็นไปอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการค้นหาจุดสำคัญหรือหัวใจของเรื่อง ค้นหาสาเหตุ ผลลัพธ์ และจุดมุ่งหมายสำคัญของเรื่องต่างๆ เช่น อ่านบทความแล้วบอกได้ว่าหัวใจสำคัญของเรื่องคืออะไร ค้นหาเหตุผลของเรื่องราวที่อ่านได้ เป็นต้น

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน และการพาดพิงระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวพันกันในลักษณะใด คล้อยตามกัน หรือขัดแย้งกัน เกี่ยวข้องกัน หรือไม่เกี่ยวข้องกัน เช่น แยกข้อความที่ไม่จำเป็นในคำถามได้ เป็นต้น

4.3 วิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational principles) เป็นความสามารถในการค้นหาว่า การที่โครงสร้างและระบบของวัตถุ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่างๆ ที่รวมกันอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เพราะยึดหลักการหรือแก่นอะไรเป็นสำคัญ เช่น การที่กระตักน้ำร้อนสามารถเก็บความร้อนไว้ได้เพราะยึดหลักการใด เป็นต้น

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อเป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่งที่มีคุณลักษณะ โครงสร้างหรือหน้าที่ใหม่ที่แปลกแตกต่างไปจากเดิมแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

5.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of Unique Communication) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ข้อความโดยสื่อ หรือโดยการพูด การเขียน การวิพากษ์วิจารณ์หาข้อยุติบางประการ เช่น สามารถวาดภาพโดยอาศัยจินตนาการของตนเองได้ เป็นต้น

5.2 การสังเคราะห์แผนงาน (Production of Plan, or Proposed set of Operation) เป็นความสามารถในการกำหนดแนวทางวางแผน ออกแบบ เขียนโครงการหรือโครงการต่างๆ ล่วงหน้าขึ้นมาใหม่ให้สอดคล้องกับข้อมูลและจุดหมายที่วางไว้ เช่น เขียนโครงการวิทยาศาสตร์ได้ เป็นต้น

5.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of a set of Abstract relation) เป็นความสามารถในการนำเอานามธรรมย่อยๆ มาจัดระบบของข้อเท็จจริงหรือส่วนประกอบมาผสมผสานให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปหน่วยใหม่มีแปลกไปจากเดิม เกิดเป็นเรื่องราวใหม่เป็นทฤษฎี กฎ สมมติฐาน หรือสูตรขึ้น เช่น ให้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่มีสาเหตุและผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ เมื่อกำหนดข้อเท็จจริงหรือเงื่อนไขของเรื่องราวให้แล้วสมมติสถานการณ์ที่ขึ้นสามารถหาข้อยุติหรือข้อสรุปของเรื่องนั้นในแง่มุมต่างๆ ได้

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการพิจารณาตัดสินหรือลงสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหา และวิธีการต่างๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่วางไว้ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

6.1 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายใน (Judgment in Terms of Internal Evidence) เป็นความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งโดยใช้เนื้อหาสาระในเหตุการณ์นั้นเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน เช่น การตัดสินพฤติกรรมของนักเรียนว่ากระทำถูกต้องหรือไม่ตามระเบียบโรงเรียน เป็นต้น

6.2 ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgment in Terms of External criteria) ความสามารถในการตัดสินเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยใช้เกณฑ์ที่ไม่ได้ปรากฏตามเนื้อเรื่องหรือเหตุการณ์นั้นๆ แต่ใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นมาใหม่ซึ่งอาจเป็นเกณฑ์ตามหลักเหตุผล หรือเกณฑ์ที่สังคมหรือระเบียบประเพณีกำหนดไว้ก็ได้ เช่น การตัดสินคุณค่าของวิชาบางวิชาตามสภาพปัจจุบันว่ามีคุณค่าเพียงใดกับการเรียนในยุคปัจจุบัน เป็นต้น

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ และความสามารถทางสติปัญญาของบุคคล วิลสันและบลูมได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์นั้นจะส่งผลต่อสติปัญญา ซึ่งสำหรับบลูมนั้นได้เพิ่มในเรื่องของการสังเคราะห์และการประเมินค่าที่จะส่งผลต่อสติปัญญาอีกด้วย และสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนในอดีตนั้นส่วนใหญ่จะเป็นการมุ่งถามมุ่งวัดแต่สมรรถภาพการจำอย่างเข้มข้น คำถามจะหนาแน่นไปด้วย จำศัพท์ จำเนื้อเรื่อง จำแบบแผน จำลำดับขั้น จำประเภท จำสูตร จำกฎ จำหลักเกณฑ์ จำกระบวนการ จำวิธีการ และจำจำจำ เมื่อข้อสอบมุ่งวัดแต่ความจำทั้งนักเรียนและครู ก็จำเป็นต้องหันการเรียนการสอนมาเป็นการท่อง ฉะนั้นผลผลิตจากการศึกษา จึงได้แต่เยาวชนที่ปราดเปรื่องในเรื่องการจำ และชำนาญในการลอกแบบของเดิมอยู่ตลอดกาล กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียน ไม่เป็นทางเพาะคุณภาพสมองที่สำคัญด้านอื่นๆ ให้เจริญขึ้นได้เอง ในเมื่อการจัดการเรียนการสอนนั้นได้ระบุความมุ่งหมายเดิมของการอบรมสั่งสอนที่ประกาศกำหนดไว้ในหลักสูตรให้โรงเรียนฝึกฝน พัฒนาสมอง ให้มีความเจริญงอกงามและมีความสามารถในการด้านการตีความ ขยายความ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ประเมินค่า ฯลฯ เหล่านี้เป็นอันสิ้นหวัง ทั้งๆ ที่นักการศึกษาทุกท่านทุกสมัยต่างก็เร่งเร้า ต้องการให้นักเรียนที่เรียนไปแล้วสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ทั้งนั้น

แต่ในทางกลับกันในยุคปัจจุบันนั้น ทุกงานหน่วยงานกำลังร่ำร้องกันหนักหนาว่าต้องการคนดีมีปัญญา ที่สามารถปฏิบัติงานได้ตามความรู้ที่เรียนมา (ชวาล แพรัตกุล. 2552: 4-5) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นนอกจากการจำแล้ว ควรมุ่งเน้นทักษะ ทักษะคิดและพัฒนาสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้จำแนกพฤติกรรมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักการจำแนกพฤติกรรมของวิลสันทั้ง 4 ชั้น เพราะในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในสาระที่ 2 นั้น ผู้วิจัยคาดว่านักเรียนจะสามารถเกิดความรู้ ความจำ การคิดคำนวณ มีความเข้าใจในความรู้ หลักการทางคณิตศาสตร์ รู้จักการนำไปใช้ และสามารถวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูนำเสนอให้ได้

3.2 บทบาทของครูในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการประเมินตามสภาพจริงด้วยการวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของผู้เรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการท่องจำโดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือสถานการณ์จำลอง ได้แก่ ปัญหา สืบค้น และนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งแสดงออกทางความคิด (สสวท. 2555: 10)

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ครูจะเป็นผู้มีหน้าที่วัดและประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน ครูจึงเผชิญปัญหาเฉพาะหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาเครื่องมือทางการวัดผลชนิดต่าง ๆ มาใช้ให้มีประสิทธิภาพ ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Goslin (1967: 5-6) กล่าวว่า ครูมีบทบาทสำคัญมากในการวัดผล เพราะ

1. ครูเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างเด็กนักเรียนกับระบบการศึกษา สิ่งที่คุณครูพูดและประพฤติมีอิทธิพลอย่างสูงสำหรับการเรียนรู้และพัฒนาสมรรถภาพสมองของนักเรียน

2. ครูจะต้องเป็นผู้ดำเนินการสอบเอง

3. คะแนนที่ได้จากการสอบข้อสอบมาตรฐานของนักเรียนสามารถนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการสอนของคุณครูได้ ฉะนั้นครูจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับขบวนการทดสอบ และสามารถหาทางปรับปรุงคะแนนที่ได้จากการทดสอบของนักเรียนให้สูงขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลสะท้อนถึงการปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้น จึงเห็นได้ว่าครูมีบทบาทสำคัญในการกำหนดว่า “จะสอนอะไร” และ “จะสอบอย่างไร”

นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดหา และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในชั้น เพื่อประโยชน์ในการเลื่อนชั้น การแนะแนวการเรียนต่อการเลือกอาชีพ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะได้มาจากการทดสอบ

เตือนใจ เกตุษา (2549: 2) ได้กล่าวว่า หน้าที่สำคัญอีกประการหนึ่งของครู คือ จะต้องรู้จักวิธีวัดผล และประเมินผล เช่นการสร้างข้อสอบ การให้เกรด การดำเนินการสอบ การแปลผลคะแนนที่ได้จากการสอบ ทั้งจากแบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้ครูยังต้องมีความสามารถในการตัดสินใจว่าข้อสอบมาตรฐานฉบับใดมีคุณภาพเหมาะสมที่จะซื้อมาใช้ในโรงเรียนของตน

จากการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูในการวัดผลสัมฤทธิ์ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบนั้นเป็นหน้าที่สำคัญของครู ที่จะเปลี่ยนพฤติกรรมของนักเรียนจากไม่รู้เป็นรู้ การจัดการเรียนการสอนจะต้องเกี่ยวข้อง คำนึงถึงทัศนคติ ความสนใจ ความเจริญก้าวหน้าของนักเรียนและสามารถสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพในการวัดผลสัมฤทธิ์

เพื่อนำมาปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น ดังนั้นในการสร้างข้อสอบจำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นสูงมาใช้ประเมินผลการสอนว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ซึ่ง Ebel (1979: 22-23) ได้กล่าวว่าหน้าที่สำคัญของข้อสอบที่ใช้ทดสอบในห้องเรียน คือ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน และเพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผล หน้าที่สำคัญประการที่สอง คือ ใช้กระตุ้นการเรียนรู้และเป็นเครื่องมือแนะแนวการเรียนของนักเรียน

ผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการวัดผลสัมฤทธิ์และเป็นผู้นำผลสัมฤทธิ์ไปใช้โดยตรงคือครู ซึ่งเป็นผู้จัดการเรียนการสอนควบคู่ไปกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครูหรือผู้วัดผลจึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี โดยต้องมีคุณลักษณะสำคัญดังนี้ (สสวท. 2555: 15)

1. มีความรู้ในเนื้อหาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้องและลึกซึ้งเพียงพอที่จะพอใช้สร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ให้ได้ตรงตามสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. มีความรู้เรื่องการวัดผลสัมฤทธิ์ เข้าใจหลักการ วิธีการ และเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ สามารถเลือกใช้และสร้างเครื่องมือในรูปแบบต่างๆ ที่มีคุณภาพตรงตามระดับพฤติกรรมและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3. มีความสามารถในด้านภาษา ใช้คำศัพท์และประโยคที่ถูกต้อง ชัดเจน สื่อความหมายได้เข้าใจได้ง่าย และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน รวมทั้งสามารถวิเคราะห์วิจารณ์เครื่องมือและให้คำแนะนำได้

4. มีความเที่ยงตรงและความเป็นธรรมในการตรวจ การให้คะแนน และเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ รวมทั้งแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล และให้โอกาสในการประเมินนักเรียนอย่างเท่าเทียมกัน

ทั้งนี้ครูควรตระหนักว่าองค์ประกอบสำคัญที่สุดของคุณภาพการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ที่ความสามารถของครูเอง ซึ่งเป็นทั้งผู้ที่สร้างเครื่องมือ ผู้ที่ใช้เครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ และผู้ใช้ผลสัมฤทธิ์ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงความสำคัญของครูที่มีผลต่อการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีผลต่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยที่ครูจะต้องมีความรู้ด้านเนื้อหาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และเข้าใจหลักการวิธีการสร้างเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและทาง

บ้าน ยกเว้น การวัดทางร่างกาย, ความถนัด, และทางบุคคล-สังคม อันได้แก่ อารมณ์ และการปรับตัว เป็นต้น (ชวาล แพรัตกุล. 2552: 74)

เดียนใจ เกตุษา (2549: 11-12) ได้กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบอัตนัย (Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่มีรูปแบบของคำถามซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแสดงความรู้ และความคิดเห็นในการเขียนตอบได้อย่างอิสระ ดังนั้นแบบทดสอบอัตนัย จึงเป็นแบบทดสอบที่ผู้ตอบต้องเขียนตอบข้อความยาวๆ ในการสอบครั้งหนึ่งอาจมีคำถามเพียง 5-10 ข้อ แต่ผู้ตอบอาจจะต้องเขียนข้อละประมาณ 1-3 หน้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าถามกว้างหรือแคบเพียงใด

2. แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำตอบมาให้เลือกตอบ ข้อสอบแบบนี้มักจะมีรูปคำถามดังนี้

- ให้เลือกตอบทางใดทางหนึ่ง เช่น ถูก – ผิด, จริง – ไม่จริง
- ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดมาตอบ
- ให้จับคู่คำตอบกับคำถามที่มีความสัมพันธ์กัน
- ให้เติมคำหรือข้อความในช่องว่างให้ได้ความสมบูรณ์

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2553: 96) กล่าวว่าโดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษาในลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and Pencil Test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or Essay Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective Test or Short Answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้นๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบคือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนน และการแปลความหมายของคะแนน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 31-61) กล่าวว่าข้อสอบที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายรูปแบบ ข้อสอบแต่ละรูปแบบมีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันด้วย ในที่นี้ได้นำเสนอข้อสอบที่ใช้อย่างแพร่หลาย 5 รูปแบบ คือ

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก โดยทั่วไปจะมีตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ข้อสอบแบบเลือกตอบใช้วัดได้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด หลักการ ทฤษฎี การตัดสินใจ การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความเข้าใจธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. ข้อสอบแบบถูกผิด เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีตัวเลือกเพียงสองตัวเลือก คือ ถูกและผิด นักเรียนจะตัดสินใจว่าข้อความที่กำหนดให้ถูกหรือผิด และเลือกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น

3. ข้อสอบแบบจับคู่และแบบเปรียบเทียบ มีลักษณะคล้ายกัน เป็นข้อสอบที่มีลักษณะการนำเสนอข้อความ 2 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อให้นักเรียนพิจารณาหาความสัมพันธ์ของข้อความเหล่านั้นโดยการจับคู่หรือเปรียบเทียบ ซึ่งลักษณะข้อสอบแบบจับคู่และแบบเปรียบเทียบมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ให้เลือกจับคู่ข้อความ 2 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน โดยข้อความส่วนที่ 1 จะเป็นคำถามที่มีลักษณะเป็นคำหรือข้อความซึ่งเป็นมโนทัศน์หรือเนื้อหา เขียนเรียงในแถวตั้งไว้ด้านใดด้านหนึ่ง และข้อความส่วนที่สอง จะเป็นตัวเลือกซึ่งเป็นคำหรือข้อความที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับคำถาม เขียนเรียงในแถวตั้งไว้อีกด้านหนึ่งของหน้ากระดาษ

3.2 ข้อสอบแบบเปรียบเทียบ เป็นข้อสอบที่เน้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำหนดให้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาที่ต้องการวัด ข้อสอบลักษณะนี้ประกอบด้วยสถานการณ์ที่กำหนดไว้ให้ด้านหนึ่ง และข้อความแสดงปริมาณสองข้อความที่มีความสัมพันธ์กันไว้อีกด้านหนึ่งซึ่งความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปแบบมากกว่า เท่ากัน น้อยกว่า หรือสรุปไม่ได้

4. ข้อสอบแบบเขียนตอบจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล แก้ปัญหา และอธิบาย หรือสื่อความหมาย ด้วยการเขียนตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบมีหลายลักษณะ เช่น การเติมคำตอบลงในช่องว่าง การเขียนตอบอย่างสั้น การแสดงวิธีทำและการเขียนตอบอย่างละเอียด การสร้างข้อสอบแบบเขียนตอบจะต้องคำนึงถึงระดับและความสามารถของนักเรียน เนื้อหาสาระ พฤติกรรมที่ต้องการวัด และเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม และควรมีการบันทึกส่วนสำคัญของการสร้างข้อสอบ 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของข้อสอบประกอบด้วยสถานการณ์และคำถามที่ใช้ประเมินนักเรียน และ 2. ส่วนของแนวทางการให้คะแนน ประกอบด้วยแนวการตอบที่ถูกต้องและเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการตรวจให้คะแนน ซึ่งจะช่วยให้การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยมากขึ้น

5. ข้อสอบแบบต่อเนื่อง เป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนมีการคิดอย่างต่อเนื่องเป็นชุด โดยมีการผสมผสานข้อสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ ข้อสอบต่อเนื่องจึงมีหลายลักษณะ ในที่นี้จะแสดงไว้ 2 ลักษณะ ดังนี้

5.1 ข้อสอบแบบต่อเนื่องที่กำหนดสถานการณ์ ข้อสอบลักษณะนี้เป็นข้อสอบที่มีชุดคำถามต่อเนื่องกัน ผู้สร้างจะกำหนดสถานการณ์และคำถามที่ต้องการมาให้ โดยมีคำถามเป็นข้อย่อยๆ เพื่อทบทวนความรู้ตามลำดับของการตอบคำถามข้อนั้น หรือเพื่อให้นักเรียนคิดคำตอบในประเด็นย่อยๆอย่างต่อเนื่องก่อนตอบคำถามหลัก ข้อสอบลักษณะนี้อาจเป็นแบบเลือกตอบ แบบเขียนตอบหรือทั้งสองแบบผสมกันอยู่ด้วยกัน จึงเหมาะสำหรับการประเมินนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนหลายระดับอยู่ด้วยกัน

5.2 ข้อสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ข้อสอบลักษณะนี้มุ่งให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่กำหนดให้ แล้วใช้การคิดหาเหตุผลเพื่ออธิบายคำตอบที่เลือกนั้น เป็นข้อสอบที่เน้นกระบวนการคิดที่ต่อเนื่อง นักเรียนจะต้องทำงานตามขั้นตอนที่กำหนดให้ในข้อสอบประกอบด้วย 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 มีคำถามและตัวเลือกที่ให้นักเรียนเลือกคำตอบ หรือ เป็นตัวเลือกแบบถูกผิดก็ได้

ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลหรือให้คำอธิบายตัวเลือกจากขั้นตอนที่ 1 ซึ่งมีได้ 2 ลักษณะดังนี้

1. มีตัวเลือกให้นักเรียนเลือกคำตอบ แต่ละตัวเลือกจะเป็นการแสดงผลของคำตอบในตอนที่ 1 ทั้งนี้เหตุผลที่ใช้เป็นตัวเลือกอาจสร้างมาจากข้อผิดพลาดต่างๆที่พบจากการตอบของนักเรียน

2. มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลที่เลือกคำตอบในตอนที่ 1

จากการศึกษาเกี่ยวกับประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อย่างแพร่หลายนั้นมีอยู่ 2 ประเภทหลัก คือ แบบทดสอบปรนัย และ แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ มีตัวเลือกให้นักเรียนเลือก 4 ตัวเลือก เพื่อที่จะสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาในเวลาจำกัด

3.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 79) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงออกในรูปแบบของการกระทำจริง เช่น วิชาพลศึกษา วิชาช่าง หรือวิชาศิลปะ เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน สามารถวัดได้โดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2538: 10-14) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดผลการเรียนการสอนที่นักเรียนได้เรียนแล้ว เพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพเด็กนักเรียนให้ดีขึ้น ครูสอนเก่งขึ้น และให้การตัดสินใจที่เที่ยงตรงแน่นอนและยุติธรรมมากที่สุด ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษกับดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545: 119) กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรจัดให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังปีและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในสถานศึกษา ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของนักเรียนเป็นหลัก

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดสิ่งที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งสามารถใช้การวัดทั้งในด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) จะต้องสอดคล้องกับตัวชี้วัดและเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

3.5 ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสอบเป็นกระบวนการของการวัด อันจะได้มาซึ่งจำนวน หรือปริมาณ เพื่อจะนำไปสู่การประเมินค่า นั่นคือ การสอบการวัดเป็นเหตุ ที่จะทำให้เราได้ผล คือคะแนนของนักเรียน จะเอาคะแนนไปทำไม ก็เพื่อเอาไปตีราคาผลสัมฤทธิ์ของการศึกษา ว่าทั้งครูและนักเรียนต่างได้รับผลจากการสอนการเรียนมากน้อยปานใด สมดังความปรารถนาที่ตั้งไว้ (หลักสูตร) หรือไม่ ดังนั้น การจัดการสอบที่ดีมีคุณภาพจะมีประโยชน์ดังนี้ (ซวาล แพรัตกุล. 2552: 18-19)

1. ในด้านครูและนักเรียน การสอบวัดที่ดีสามารถช่วยให้เราทราบว่า

- 1.1 นักเรียนแต่ละคนเก่ง-อ่อน ด้านใด
- 1.2 ใครมีอัตราอากงาม เร็ว-ช้าปานใด
- 1.3 ควรจะจัดกลุ่มนักเรียนอย่างไร
- 1.4 ควรเริ่มต้นสอนจากตรงไหน
- 1.5 นักเรียนคนใดควรเอาใจใส่เป็นพิเศษ เพราะ ใกล้เคียงเกินไป
- 1.6 บอกให้นักเรียนรู้สถานะของตนเอง และหาทางแก้ไขโดยตนเอง ตาม

คำแนะนำของครู

- 1.7 ช่วยให้เราทราบว่า ใครสนใจ และมีทัศนคติ เด่น-ด้อยทางไหน
- 1.8 ใช้เป็นการกระตุ้นการเรียน
- 1.9 ช่วยให้เราทราบว่า วิธีสอนแบบไหน ให้ผลมากน้อยอย่างไร
- 1.10 ควรตัดสินใจ ได้-ตก อย่างไร
- 1.11 ควรปรับปรุงกิจกรรม และหลักสูตรอย่างไร
- 1.12 ช่วยเรารู้ว่า จะแจ้งผลการเรียนแก่ผู้ปกครองอย่างไร
- 1.13 ใช้เป็นระเบียบนสะสม

Mehrens&Lehmann (1973: 170) ได้จำแนกประโยชน์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. วัดทักษะและความรู้เฉพาะด้านของนักเรียน
2. วัดความงอกงามทางสมองของนักเรียนได้เป็นระยะๆ ตลอดปีการศึกษา
3. จัดลำดับความสามารถของนักเรียน
4. วินิจฉัยข้อบกพร่องจุดต่างๆของนักเรียนในแต่ละวิชา
5. ประเมินวิธีการสอนของครู
6. กำหนดความมีประสิทธิภาพของหลักสูตร
7. ใช้เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนมีนิสัยที่ดีในการดูหนังสือโดยการสอบบ่อยๆ
8. เป็นเครื่องจูงใจให้นักเรียนอยากเรียน

เตือนใจ เกตุษา (2549 : 5-7) ประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจสรุปได้เป็น 3 ด้านใหญ่ๆ คือ

1. ด้านการเรียนการสอน เป็นการนำผลที่ได้จากการทดสอบไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนดังนี้

1.1 ใช้จัดตำแหน่ง จากผลการสอบจะช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความสามารถ เต็ม-ด้อย ปานใด อยู่ตรงระดับไหนของกลุ่ม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแบ่งนักเรียนในชั้นให้สอดคล้องกับหลักของความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้ครูสามารถจัดแบ่งนักเรียนตามกำลังความสามารถ ให้งานทำเป็นปริมาณมากน้อยตามสัดส่วน การใช้ผลการสอบในการจัดตำแหน่งนั้น เรานำมาใช้เพื่อจุดประสงค์สำคัญ 2 ประการ คือ

1.1.1 ใช้ในการสอบคัดเลือก เนื่องจากการสอบคัดเลือกเป็นการสอบเพื่อชิงเอาตำแหน่งที่มีจำนวนน้อยกว่าผู้สมัคร ข้อสอบที่ใช้ในการสอบคัดเลือกจึงควรเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากเพราะเราต้องการคัดแต่นักเรียนที่เก่งๆ เข้ามาเรียน

1.1.2 ใช้ในการสอบจำแนก เป็นการใช้ผลการสอบเพื่อจำแนกว่าใครเก่ง-อ่อน เท่ากันปานใด ใครสอบได้หรือสอบตก ใครสอบผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่าน เช่น การทดสอบเมื่อจบแต่ละบทเรียน เป็นต้น

2. ใช้วินิจฉัย เป็นการใช้ผลการสอบเพื่อค้นหาสมมติฐานว่านักเรียนคนไหนเก่ง-อ่อนปานใดในวิชาใด เนื่องจากสาเหตุใด เพื่อครูจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขได้ถูกต้อง การนำผลการสอบไปใช้เพื่อการวินิจฉัยนั้น สามารถนำไปใช้เพื่อจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ

2.1 เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน เป็นการนำผลการสอบมาวินิจฉัยนักเรียนว่าใครเก่ง-อ่อนวิชาใด และที่เขาไม่เก่งนั้นเขาไม่เก่งในเนื้อหาใด เป็นเพราะเหตุใด ครูจะได้ทำการแก้ไขตรงจุด เช่น จากการทดสอบวิชาเลขคณิต เรื่องการลบ ข้อสอบก็ต้องถามตั้งแต่ลบตัวเต็ม ลบเลขหลักเดียว สองหลัก ลบแบบต้องยืม ลบเลขโจทย์ ฯลฯ แล้วเปรียบเทียบคะแนนว่าใครมักทำเลขผิดในตอนใดมาก ใครบกพร่องอะไรอยู่ จึงทำเลขลบไม่ค่อยได้ดี ครูก็จะช่วยเหลือได้โดย

การกลับไปสอนซ้ำตอนนั้นใหม่หรือจัดการสอนซ่อมเสริมขึ้น ก็จะเป็นการช่วยปรับปรุงการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้นได้

2.2 เพื่อใช้เป็นแนวในการจัดกิจกรรม ผลจากการทดสอบเราสามารถนำมาใช้ช่วยในการแนะกิจกรรมต่างๆ ให้นักเรียน โดยใช้เป็นแนวทางในการแบ่งกลุ่มเด็กตามระดับความสามารถที่แตกต่างกัน ครูจะได้จัดกิจกรรมให้สอดคล้องตามความเหมาะสมและความสามารถของนักเรียน

3. ใช้เปรียบเทียบ การใช้ผลการสอบเพื่อการเปรียบเทียบนั้นเพื่อจะดูว่านักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละห้องงอกงามพัฒนาขึ้นมาจากเดิมเท่าไร เป็นการเปรียบเทียบความสามารถของตนเอง เช่น จากต้นทอมเขาเรียนรู้คำศัพท์เพิ่มขึ้นก็ค่า เขามีความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นเท่าไร วิธีการที่จะทราบว่ามีพัฒนาการหรือมีอัตราการงอกงามซ้ำเร็วเท่าใดนั้น เราสามารถทำได้โดยการสอบซ้ำ หลักจากเรียนไปแล้วระยะหนึ่งโดยข้อสอบฉบับเดิม แล้วเปรียบเทียบดูว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการขึ้นลงปานใด

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2553: 23-24) ประโยชน์ของการวัดประเมินผลที่สำคัญคือมุ่งนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษา ซึ่งผลจากการประเมินจะคุ้มค่ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องจะนำไปใช้กับใคร ในกิจการใด และอย่างไรบ้างซึ่งในที่นี้จะพิจารณาประโยชน์จากการประเมินดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน

1.1 ทำให้เกิดการพัฒนาดตนเองในแนวทางที่เหมาะสมยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากผลการประเมินความสามารถของตนเอง

1.2 ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะรักษามาตรฐานไว้และช่วยให้ผลการเรียนดีขึ้นตามลำดับ

1.3 ทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะการสอบแต่ละครั้งทำให้นักเรียนต้องอ่านหนังสือทบทวนเนื้อหา มีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมทำให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

1.4 ทำให้ทราบจุดมุ่งหมายแผนการเรียนชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะก่อนสอบครูจะแจ้งจุดประสงค์ที่จะประเมินให้ทราบ

2. ประโยชน์ต่อครู

2.1 ทำให้ครูได้ทราบผลการเรียนของนักเรียนว่า เก่ง-อ่อน เพียงใด เพื่อหาทางช่วยเหลือ

2.2 ทำให้ครูทราบผลการบรรลุจุดประสงค์การเรียนของนักเรียนว่า มีนักเรียนผ่านจุดประสงค์มากน้อยเพียงใดซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าครูมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนเพียงใด เทคนิควิธีการสอนที่ครูใช้เหมาะสมเพียงใด อันจะนำไปสู่การปรับปรุงตนเองของครู

2.3 ผลการประเมินจะทำให้ครูใช้เป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนยิ่งขึ้น

2.4 ช่วยให้ครูตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบว่ามีความยากง่ายเพียงใด มีค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงเพียงใด

3. ประโยชน์ต่อการวิจัย

3.1 เครื่องมือในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยได้

3.2 ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำวิจัยต่อได้

จากการศึกษาประโยชน์ของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า การสร้างเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีความสำคัญมาก เพราะการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการพัฒนานักเรียน ครู และโรงเรียนให้มีพัฒนาการที่ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะทราบและพิจารณาตนเองในการเรียนได้โดยจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลให้นักเรียนพัฒนาตนเองให้ดีขึ้นเพื่อการเรียน ครูก็จะสามารถทราบพัฒนาการของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน และสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอนได้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน อีกทั้งโรงเรียนยังสามารถนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษาได้อีกด้วย

3.6 งานวิจัยเกี่ยวกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยได้ศึกษาจากงานวิจัยดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

แอ็บโพลด์ (Appold. 2006: Online) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่มีอิทธิพล ผลกระทบของครูด้านความเข้าใจรูปแบบขบวนการสื่อสารต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยในการศึกษาได้ทำการศึกษาความเข้าใจของครูต่อรูปแบบขบวนการสื่อสาร ที่มีผลกระทบต่อนัยสำคัญตามคะแนนที่เพิ่มขึ้นด้านวิชาการในระดับเกรด 3,4 และ 5 โดยใช้เครื่องมือในการวัดเป็นแบบการประเมิน NWEA (Northwest Evaluation Association's) ด้วยคอมพิวเตอร์ ปรับแบบการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์, การอ่าน และการใช้ภาษา ผลการศึกษาพบว่า ความเข้าใจรูปแบบขบวนการสื่อสารไม่เพียงพอที่จะให้เกิดความน่าเชื่อถือ จากค่านัยสำคัญของความก้าวหน้าทางวิชาการของนักเรียน ความสนใจของครูต่อรูปแบบการสื่อสาร อาจจะไม่ได้ใช้อย่างเต็มที่ หรือไม่สอดคล้องกัน

ฟินน์ และคนอื่น (Finn; et al. 2003: 74-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลการวิจัยพบว่าสิ่งสำคัญที่สุดในการจัดการเรียนการสอน คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมาคือ พฤติกรรมการสอนของครู ที่จะมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

งานวิจัยในประเทศ

ปรวี อ่อนสะอาด (2556: 66-72) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการวัด โดยในแต่ละเนื้อหาของบทเรียน แต่ละแผนจะมีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) 2) การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนตามปกติ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการวัด แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยในการทดสอบ จะทำการทดสอบทั้งก่อนจัดการเรียนการสอนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน และนำคะแนนของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบ วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนา เจียมบุญ (2540: 55-57) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือประกอบการสอนแบบ TEAMS – GAMES – TOURNAMENTS กับการสอนตามคู่มือ แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือวิธีการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบย่อยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ แบบสอบถามวัดเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิด 5 ตัวเลือกในการทำแบบสอบถาม ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ TGT นั้นสูงกว่าการสอนตามคู่มือการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทางการเรียนแบบ TGT สูงกว่าการสอนตามคู่มือการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศราวุธ จอมนำ (2557: 89-91) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคุณลักษณะใฝ่รู้ของนักเรียน เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบประเมินความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณ แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก และแบบประเมินคุณลักษณะไฝรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 6 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคุณลักษณะไฝเรียนรู้นักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556: 60-66) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการชั่งและการตวง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติทางการเรียน โดยการวัดผลการทดสอบในช่วงก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน โดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรารัตน์ สมรรถการ (2556: 103-114) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นงานวิจัยเชิงการทดลอง โดยที่ใช้งานวิจัยคือแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ได้ทำการวัดผลการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่เน้นนักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นกว่าเดิม ซึ่งในงานวิจัยนั้นวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนสอนนั้นวิธีการจัดการเรียนการสอนก็มีส่วนสำคัญในการที่จะช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น โดยที่แต่ละขั้นตอนการสอนจะช่วยส่งเสริมทักษะ และกระบวนการต่างๆ ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนได้ ดังนั้นในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น แบบทดสอบที่เหมาะสมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพราะในการทดสอบ

แต่แต่ละครั้งมักจะมีเวลาจำกัด และแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกเป็นแบบทดสอบที่สามารถสร้างได้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาของการจัดการเรียนการสอนทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 77) กล่าวว่าไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการประยุกต์ความรู้ ขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธี และยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์มักเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน และต้องใช้การคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดเชื่อมโยง คิดเชิงตรรกะ เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีศักยภาพมากที่สุด

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NTCM. 2000: 52) กล่าวว่าไว้ว่าความสามารถของการแก้ปัญหาคือ การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบของนักเรียน คือต้องนำความรู้ที่มีอยู่มาใช้ในการกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ การแก้ปัญหาไม่ใช่แค่การได้มาซึ่งคำตอบ แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบอีกด้วย

อัมพร ม้าคะนอง (2553: 39-40) กล่าวว่าไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจกับปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้ พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่ บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลอง หรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง และมีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

จากการศึกษาความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมาจากการนำความรู้ ทักษะ กระบวนการและ

ความเข้าใจมาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่จะได้มาซึ่งคำตอบ ซึ่งการแก้ปัญหานั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ครูลิค และเรย์ (Krulik & Reys. 1980: 3-4) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหว่าเป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill) เมื่อการแก้ปัญหามองจัดเป็นทักษะพื้นฐาน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับลักษณะเฉพาะของโจทย์ปัญหา แบบของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหามากมาย ที่ควรใช้ จุดเน้นอยู่ที่สาระสำคัญของการแก้ปัญหานั้นที่ทุกคนต้องเรียนรู้และการเลือกปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหานั้น

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 18) ได้กล่าวว่าความหมายของการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่รวมกับข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการคำตอบของปัญหา

โพลยา (Polya. 1980: 1) กล่าวว่าวิธีการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์เป็นการหาแนวทางที่จะหาวิธีการที่จะนำไปสู่สิ่งที่ไม่รู้ในปัญหา หรือการจัดสิ่งที่ยุ่งยากออกไป เป็นการหาวิธีการที่ต้องการความสำเร็จในการแก้ไขกับอุปสรรคที่เผชิญเพื่อที่จะให้ได้ข้อสรุปและคำตอบที่ชัดเจน

สมเดช บุญประจักษ์ (2543: 1) ได้กล่าวว่าวิธีการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหามองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์ พบว่าการแก้ปัญหานั้นหมายถึงการหาวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหามองทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์คือการที่นักเรียนสามารถนำความรู้เนื้อหา ทักษะ และความเข้าใจไปประยุกต์ใช้กับปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยที่นักเรียนจะเรียนรู้และเลือกหาวิธีการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อสรุปของปัญหาหรือสถานการณ์

4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ความสามารถในการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ดังนี้

กาเย (Gagne, R. M. 1985: 186-187) ได้กล่าวไว้ว่าสาระสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) หมายถึงความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอด และหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์จะเป็นความรู้ที่นักเรียนเคยเรียนมาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) หมายถึงข้อมูลที่อยู่ในสมองเกี่ยวกับการแก้ปัญหามองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ ข้อมูลได้แก่ คำศัพท์ และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่างๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) หมายถึงความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาและลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating the Answer) หมายถึงความสามารถในการตรวจย้อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 82) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านต่าง ๆ สังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียน โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถในการแก้ปัญหานั้น มีพฤติกรรมที่แสดงออกดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาโดยระบุประเด็นปัญหา กำหนดตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

2. สร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ที่เป็นไปได้

3. ดำเนินการวางแผนและลงมือแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

5. ตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา

6. ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

7. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย (NTCM. 1989: 209) ได้ระบุไว้ว่า ความสามารถของนักเรียนในการใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้นั้น นักเรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. สร้างโจทย์ปัญหาได้ หมายถึงความสามารถที่นักเรียนสามารถสร้างโจทย์ปัญหาจากสถานการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ โจทย์ปัญหานั้นใช้ความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องหรือไม่

2. ใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา การใช้วิธีการที่หลากหลายเป็นสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการใช้สมองของตนเองในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาได้แก่นักเรียนเรียนรู้ได้ว่าปัญหาหนึ่งสามารถมีวิธีการแก้ที่หลากหลาย และบางวิธีเหมาะกับปัญหาหนึ่ง

3. แก้ปัญหาได้ ในการแก้ปัญหานั้นนักเรียนต้องมียอดความรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถเลือกใช้ข้อมูลและความเกี่ยวข้องของข้อมูลตลอดจนหาวิธีการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบ

4. ตรวจสอบผลลัพธ์และแปลผลได้ เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการพิจารณาตรวจสอบว่าผลลัพธ์นั้นถูกต้องและมีเหตุผลน่าเชื่อถือหรือไม่ในกระบวนการแก้ปัญหา

5. สร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้ เป็นการประเมินว่านักเรียนมีความสามารถในการเห็นรูปแบบ (Pattern) จากการแก้ปัญหา และแบบรูปที่นักเรียนค้นพบจะเป็นแนวทางในการสร้างผลเฉลยในรูปทั่วไปได้

อัมพร ม้าคนอง (2553: 39-40) ได้กล่าวไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะรวมถึงความสามารถดังต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีปัญหากับปัญหาใหม่
6. บุรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์และวางแผนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่คำตอบและข้อสรุปที่ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบ ขั้นตอนและความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

4.3 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้มีผู้กล่าวถึงไว้ดังนี้

นพพร แหยมแสง (2555: 236-244) ได้กล่าวไว้ว่าความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาของนักเรียนอาจวัดผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะและกลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้ปัญหา ในขณะที่เดียวกันอาจประเมินเจตคติและความเชื่อเกี่ยวกับการแก้ปัญหาซึ่งส่งผลต่อความมุ่งมั่นในการแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิคดังต่อไปนี้

1. การสังเกตและการถามคำถาม โดยที่การสังเกตและการถามคำถามใน ขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาจะเป็นข้อมูลที่มีค่าในการรวบรวมข้อมูลด้านความสามารถ เจตคติ และความเชื่อ ครูสามารถสังเกตการณ์ทำงานของแต่ละกลุ่มหรืออาจสัมภาษณ์นักเรียนรายบุคคล การสังเกตและถามคำถามสามารถกระทำได้ทั้งแบบที่เป็นทางการและแบบที่ไม่เป็นทางการ

2. การใช้การประเมินตนเอง มีเป้าหมายอื่นๆ ที่สามารถประเมินจากข้อมูล การประเมินตนเองของนักเรียน เช่น ในเรื่องความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ แบบแผนการคิด และอื่นๆ เทคนิคอันหนึ่งสำหรับรวบรวมข้อมูลการประเมินจากนักเรียนคือรายงานของนักเรียน นักเรียนถูกถามให้เขียนหรืออัดเทปรายงานประสบการณ์การแก้ปัญหา ปกติจะตอบคำถามไปตามลำดับคำถามที่เตรียมไว้ รายงานเช่นนี้สามารถใช้ประเมินทั้งความสามารถและเจตคติ

3. การให้คะแนน เป็นการให้คะแนนจากการเขียนแสดงการแก้ปัญหาของ นักเรียน

4. การใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบและเติมคำตอบให้สมบูรณ์

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2547: 138-139) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดผลความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ควรวัดจากวิธีการหลากหลาย เช่น การสังเกตการณ์แก้ปัญหาของ นักเรียนเป็นรายบุคคล การแก้ปัญหาจากการทำงานเป็นกลุ่ม การอภิปรายประเด็นความคิดเกี่ยวกับ กระบวนการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ผลการแก้ปัญหาจากการทำโจทย์แบบฝึกหัด การทำข้อสอบ วิธีการดังกล่าวอาจพัฒนาจากการให้ผลย้อนกลับในรูปข้อวิจารณ์หรือข้อสังเกตจากการทำงาน หรือ การให้ระดับคะแนนที่พิจารณาทั้งคำตอบและวิธีการหาคำตอบ

สิริพร ทิพย์คง (2544: 111-114) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน นอกจากการใช้แบบทดสอบเลือกตอบ ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบ ที่มีทั้งเลือกตอบแบบเติมคำตอบและแบบแสดงวิธีการทำ ตลอดจนใช้การสัมภาษณ์ และการใช้ คำถาม สามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้อย่างหลากหลาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 127) ได้กล่าวไว้ว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีรายการประเมินที่แสดงถึงขั้นตอนของการแก้ปัญหา และจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดเพียงพอที่จะใช้ประเมินผล นักเรียน นอกจากนี้ควรมีการบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาย้อนกลับ โดยการตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ ตลอดจนขยาย ผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไป

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าการวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นมียุทธวิธีที่หลากหลาย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำ การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัย ให้นักเรียนเติม คำตอบและแสดงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา จำนวน 4 ข้อ และการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

4.3.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในข้างต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ซึ่งมีผู้กล่าวถึงข้อสอบแบบอัตนัยไว้ดังนี้

ชวลิต ชูกำแพง (2550: 94) ได้กล่าวไว้ว่าข้อสอบอัตนัยจะเขียนคำถามโดยกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาในรูปใดรูปหนึ่ง เพื่อให้ผู้ตอบได้แสดงความรู้ ความเข้าใจ ความคิดเห็นได้อย่างไม่จำกัด คำตอบของข้อสอบอัตนัยมีลักษณะและปริมาณไม่แน่นอน การตอบข้อสอบอัตนัยจึงต้องจัดระเบียบคำตอบภายในเวลาที่กำหนดให้ ใช้สำนวนภาษาและแบบฉบับของตนเองเขียนตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 44) ได้กล่าวไว้ว่าข้อสอบแบบเขียนตอบจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล แก้ปัญหา และอธิบายสื่อความหมาย ด้วยการเขียนตอบ ข้อสอบแบบเขียนตอบมีหลายลักษณะ เช่น การเติมคำตอบในช่องว่าง การเขียนตอบอย่างสั้น การแสดงวิธีทำและการเขียนตอบอย่างละเอียด

สมชาย วรภิรมย์สกุล (2554: 177) ได้กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้นักเรียนได้คิดคำตอบด้วยตนเองโดยการเขียนบรรยาย อธิบาย แสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ วิเคราะห์พฤติกรรม สถานการณ์หรือปรากฏการณ์ จากความรู้และประสบการณ์ของตนเอง โดยที่ลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นเพียงการกำหนดโจทย์ปัญหาหรือคำถามที่เป็นสถานการณ์ให้เท่านั้น

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้ข้อสอบอัตนัยนั้น เป็นแบบทดสอบที่จะทำให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการคิดแก้ปัญหาได้ โดยมาจากความรู้และประสบการณ์ของตนเองอย่างอิสระ ทำให้การแสดงวิธีการทำหรือการอธิบายมีความหลากหลาย ดังนั้นในการตรวจข้อสอบแบบอัตนัยได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

เดือนใจ เกตุษา (2549: 254) ได้กล่าวไว้ว่าวิธีการตรวจให้คะแนนคำถามแบบอัตนัยที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันนี้มี 2 วิธี คือ

1. การตรวจโดยวิธีเทียบเกณฑ์ (Analytical Method หรือ Point Method) โดยวิธีการเทียบเกณฑ์นั้น ครูจะต้องกำหนดแนวการตอบไว้ก่อนโดยแยกแนวคำตอบออกเป็นตอนย่อยๆ ตามความสำคัญ ฉะนั้นในการตรวจให้คะแนนโดยวิธีนี้ ผู้ตรวจจะต้องกำหนดรายละเอียดของคำตอบไว้ก่อนที่จะทำการตรวจ ในการตรวจให้คะแนนผู้ตรวจจะนำเอากระดาษคำตอบมาเทียบกับเกณฑ์ หรือแนวคำตอบที่กำหนดไว้ว่าตอบได้ใกล้เคียงแนวคำตอบเพียงใด แล้วจึงให้คะแนนเป็นรายบุคคล ในการกำหนดแนวคำตอบนั้นครูควรทำไว้พร้อมๆ กับการเขียนข้อคำถามเลย ไม่ควรจะทำกำหนดแนวการตอบเมื่อเริ่มตรวจให้คะแนน

2. การตรวจโดยวิธีจัดอันดับคุณภาพ (Global Scoring หรือ Rating Method) โดยวิธีจัดอันดับคุณภาพนั้น ผู้ตรวจจะอ่านกระดาษคำตอบของผู้เข้าสอบทุกคนเสียก่อนทีละข้อ แล้วจึงนำคำตอบนั้นมาจัดเป็นกลุ่มๆ ตามความสามารถ เช่น กลุ่มดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ หรือใช้ไม่ได้ แล้วจึงตรวจดูคุณภาพของคำตอบในแต่ละกลุ่มอีกที เช่น ในกลุ่มที่ตอบดีมากนั้น ต้องพิจารณากันอีกทีว่า ใครตอบดีกว่ากันให้เรียงอันดับของกระดาษคำตอบให้ติดต่อกันไปแล้วจึงให้คะแนน ใครอยู่อันดับแรกก็ได้คะแนนสูงสุดลดน้อยลงไปเป็นลำดับ การตรวจแบบนี้จะทำให้คะแนนมีความเชื่อมั่นมากยิ่งขึ้น

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2538: 30) ได้กล่าวไว้ว่าการตรวจให้คะแนนควรตรวจให้คะแนนทีละข้อจนหมดทุกคน จึงตรวจข้อใหม่ ในการตรวจแต่ละข้อควรได้อ่านคำตอบของนักเรียนทุกคนผ่านไปเพียวหนึ่งก่อนแล้วจึงจัดกระดาษคำตอบเป็นกลุ่มใหญ่ๆ แบ่งเป็น 5 กลุ่มคือ ดีมาก ดี ปานกลาง อ่อน ยังใช้ไม่ได้ การแบ่งกลุ่มแบ่งตามเหตุผลของคำตอบ อ่านคำตอบในแต่ละกลุ่มอย่างละเอียด แล้วจึงจัดคุณภาพคำตอบตั้งแต่ดีที่สุดจนถึงแย่ที่สุดในแต่ละกลุ่ม นำกระดาษคำตอบทุกกลุ่มมารวมกัน โดยเรียงลำดับที่ติดต่อกันตามคุณภาพที่ประเมินไว้ แปลงลำดับเป็นคะแนน ให้ความเป็นปรนัยในการตรวจข้อสอบ ตัดอคติออกให้หมด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อสอบแบบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย การแสดงวิธีการแก้ปัญหาจะแตกต่างกัน จะให้คะแนนเท่ากันทุกวิธีหรือให้คะแนนแต่ละวิธีไม่เท่ากันก็ได้ ในกรณีที่การแก้ปัญหาของแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน อาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่แตกต่างกันได้ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมตามระดับความชัดเจนของวิธีทำและความถูกต้องของคำตอบ หรือแบบเกณฑ์ย่อยที่กำหนดระดับคะแนนของคำตอบแต่ละประเด็นย่อย ซึ่งการให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบายพิจารณาจากการตอบในภาพรวม เช่นอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 ดังนี้

ตาราง 2 การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของข้อสอบแสดงวิธีทำหรือเขียนอธิบาย

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3	แสดงวิธีทำได้ถูกต้องสมบูรณ์ และคำตอบถูกต้อง
2	แสดงวิธีทำได้ถูกต้องสมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้สรุปคำตอบ
1	แสดงวิธีทำถูกต้องบางส่วน แต่ยังไม่สมบูรณ์ และหาคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ได้สรุปคำตอบ

สมชาย วรภิเษมสกุล (2554: 187-190) ได้กล่าวไว้ว่าการพิจารณาให้คะแนนข้อสอบอัตนัยโดยคะแนนแบบรูบริค (Rubric Score) หรือเกณฑ์ระดับความสามารถเป็นสิ่งที่ครูและนักเรียนตกลงร่วมกันว่าจะใช้ในการประเมินกิจกรรมหรืองานต่างๆ ที่นักเรียนปฏิบัติเป็นข้อตกลงที่นักเรียนทราบว่าเป็นเป้าหมายของการปฏิบัติงาน ซึ่งในการให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Score) มีรูปแบบมาตรฐานประเมินค่า 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic Scoring) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาจากภาพรวมของผลงาน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญที่ระบุถึงผลงานที่คาดหวังมาจัดทำรายการ ระบุคำอธิบายที่ใช้บรรยายลักษณะของเกณฑ์แต่ละรายการอย่างต่อเนื่องเป็นภาพรวมที่แสดงให้เห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนในแต่ละระดับ ที่นำไปใช้ในการประเมินผลสรุป (Summative Evaluation)

2. การให้คะแนนแบบแยกส่วน (Analytic Scoring) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาแต่ละองค์ประกอบของงานที่มีลักษณะการตอบหรือพฤติกรรมต่างๆ ที่แต่ละองค์ประกอบจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยมีคำอธิบายถึงลักษณะการตอบหรือพฤติกรรมที่ให้คะแนนแต่ละระดับให้ชัดเจนที่จะนำไปใช้ในการประเมินผลย่อย

3. การให้คะแนนแบบองค์รวมแล้วจำแนกรายละเอียด (Annotated Scoring) เป็นการกำหนดคะแนนในภาพรวมก่อนแล้วค่อยระบุจุดแข็งและจุดอ่อนสนับสนุนการให้คะแนนแบบองค์รวม

จากการศึกษาการตรวจสอบแบบอัตนัยพบว่ามีวิธีการในการตรวจสอบที่หลากหลาย แต่ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการกำหนดเกณฑ์ระดับความสามารถ (Rubric Score) ซึ่งในการแก้ปัญหานั้นแต่ละวิธีมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน เกณฑ์การให้คะแนนย่อมแตกต่างกันด้วยโดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามระดับความชัดเจนของวิธีการและคำตอบที่ถูกต้อง

4.3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกระหว่างการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การทำกิจกรรม และการทำงานร่วมกันกับผู้อื่น เป็นสิ่งที่สื่อถึงความคิด ความสามารถ และคุณลักษณะของนักเรียน เช่น พฤติกรรมที่แสดงความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สื่อถึงความสนใจใฝ่รู้ของนักเรียน พฤติกรรมที่นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มสื่อถึงความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งพฤติกรรมของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหลากหลาย ดังตัวอย่างต่อไปนี้ (สสวท. 2555: 195)

1. กระตือรือร้นที่จะสืบเสาะหาความรู้
2. ตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากทฤษฎีบทที่มีความสมเหตุสมผล
3. หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างสมเหตุสมผล
4. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของข้อมูลต่างๆ

5. กระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เช่น เกม หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

6. ประยุกต์ใช้ทักษะต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือทำภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

7. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

8. วางแผนการแก้ปัญหาหรือการทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเป็นระบบชัดเจน

9. ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาและชวนช่วยหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่หลากหลาย

10. ใช้ความเพียรพยายามในการค้นหาคำตอบ

11. หาเหตุผลและหลักฐานที่หลากหลายเพื่อสนับสนุนคำอธิบาย

12. รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบก่อนการลงข้อสรุป

13. รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและวิเคราะห์หาเหตุผล

14. มีความละเอียดรอบคอบในการรวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอก่อนการตัดสินใจ

15. สามารถนำเสนอความรู้ที่ตนเองมีต่อผู้อื่นได้อย่างสมเหตุสมผลและยอมรับการโต้แย้งของผู้อื่น

16. ตรวจสอบข้อมูลโดยการค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อยืนยันข้อสรุปของตนเอง

17. ยอมรับในคำอธิบายที่มีหลักฐานหรือข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ

18. กระตือรือร้นที่จะแสดงหาคำตอบที่สมบูรณ์ ครบถ้วน และถูกต้อง

19. กระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

20. อภิปรายและซักถามเพื่อให้ได้คำตอบที่ขยายแนวคิดเดิมของตนเอง

21. ชวนช่วย ศึกษาหาความรู้ เพื่อนำเทคโนโลยีหรือสื่อต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือขยายแนวคิดของคำตอบไปสู่รูปทั่วไป

22. ใช้กระบวนการย้อนกลับเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้น พร้อมทั้งนำเสนอได้อย่างเป็นระบบ

23. พยายามเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ให้สัมพันธ์กับมโนทัศน์เรื่องอื่นหรือสัมพันธ์กับวิชาอื่น

24. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการสร้างหรือประดิษฐ์ชิ้นงานทางคณิตศาสตร์ที่มีความแปลกใหม่

25. สร้างผลงานทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน

26. ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของโจทย์ สถานการณ์หรือปัญหาที่ซับซ้อน

ตัวอย่างพฤติกรรมข้างต้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สามารถใช้ประเมินระดับความคิด ความสามารถ และคุณลักษณะของนักเรียนได้ นักเรียนอาจมีพฤติกรรมอื่นๆ ได้อีก ตามบริบทของการเรียนรู้และกิจกรรมที่ครูมอบให้นักเรียนทำ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ในการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะเป็นการสังเกตถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนได้แก่ การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้รับ การเลือกวิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ และนักเรียนสามารถหาข้อสรุปของสถานการณ์นั้นได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง

4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4.4.1 แนวทางที่ครูใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

คณะกรรมการการศึกษาแห่งแคลิฟอร์เนีย (California State Department of Education. 1995: 14) ได้ให้ข้อแนะนำครูในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ระบุพฤติกรรมในการแก้ปัญหาให้ชัดเจน
2. จัดบรรยากาศภายในชั้นเรียนให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา
4. มีความเข้าใจว่าแต่ละปัญหามียุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีการแก้ปัญหานั้นต้องการหาวิธีใหม่ๆ นำเสนอปัญหาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง และเป็นปัญหาที่ช่วยเพิ่มประสบการณ์ที่จะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ได้

บาร์ดี้ (Baroody. 1993: 2-3) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์เชื่อมโยงแนวคิดพัฒนาทักษะและสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาในโลกในชีวิตจริง และใช้ปัญหาในการแนะนำทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปราย การใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา
2. การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหานั้น โดยทั่วไปเป็นการสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหา โดยปกติแล้วมักจะใช้รูปแบบการแก้ปัญหของโพลยา 4 ขั้นตอน
3. การจัดการเรียนการสอนมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริง และสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสามารถประยุกต์และฝึกใช้ขั้นตอนและทักษะที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่างๆ ก่อน แล้วจึงเสนอตัวอย่างปัญหา นักเรียนได้รับการฝึก

ขั้นตอนย่อยๆ ก่อนที่จะแก้ปัญหา แนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลาย

จากการศึกษาแนวทางที่ครูใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า การจัดการเรียนการสอนที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงแนวคิดที่พัฒนาและสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับโลกในชีวิตจริง ใช้ปัญหาในการแนะนำการทำความเข้าใจเนื้อหา และให้นักเรียนอภิปรายหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์นั้นๆ

4.4.2 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NTCM. 1991: 57) ได้เสนอเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและมองเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิด และความรู้สึกรักของนักเรียน
2. ให้อเวลาในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานทั้งส่วนบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลองใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้าง

ข้อจำกัด

5. ให้นักเรียนได้ให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าการส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจความคิด และระดมความคิดทั้งในแบบบุคคลหรือการทำงานเป็นกลุ่มจะทำให้ นักเรียนสามารถมองเห็นแนวความคิดของตนเอง และพบวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4.5 องค์ประกอบที่จำเป็นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบที่จำเป็นของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ไคลด์ (Clyde. 1967: 112) กล่าวว่าองค์ประกอบที่ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนคือ วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้ นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ความสามารถในการอ่าน และสติปัญญา

ยุพิน พิพิธกุล (2544: 140) องค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานความรู้ของนักเรียนในการเตรียมแก้ปัญหา ดังนี้

1. นักเรียนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างถ่องแท้
2. นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในมโนทัศน์อย่างถูกต้อง
3. นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการอ่าน การตีความขยายความ
4. นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการแปลข้อความ เป็นสัญลักษณ์ หรือ

แผนภาพ

5. นักเรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เก่ากับข้อมูลที่มีอยู่ใหม่

6. นักเรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถในการจัดข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอนวิเคราะห์หารูปแบบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 31-32) กล่าวว่าองค์ประกอบที่สำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับตัวผู้แก้ปัญหา
 - 1.1 ความรู้ความคิดและประสบการณ์
 - 1.2 ระดับสติปัญญาและความสามารถ
 - 1.3 การรับรู้และการสังเคราะห์ความคิด
 - 1.4 ทักษะและความรู้พื้นฐานต่างๆ เช่น ทักษะการอ่าน การดำเนินการ และทักษะทางคณิตศาสตร์
 - 1.5 ความรู้สึก ความต้องการที่จะแก้ปัญหา ความเชื่อ และเจตคติต่อการแก้ปัญหา
 - 1.6 ความยืดหยุ่นและความมั่นใจในตนเองต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 77) ได้กล่าวไว้ว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่มาไขแปลความ ตีความ หรือวิเคราะห์ เพื่อทำความเข้าใจในปัญหา รวมถึงการเลือกใช้เทคนิคหรือกลวิธีที่จะช่วยทำให้ปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบ

2. ความรู้พื้นฐาน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่ เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนคิดและหาวิธีแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานดี จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายและมีประสิทธิภาพ

3. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา มักจะสามารถระลึกถึงขั้นตอนและวิธีการแก้ปัญหา รวมถึงกลวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายทำให้สามารถตัดสินใจเลือกวิธีใช้แก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพได้อย่างรวดเร็ว

4. เจตคติต่อการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา จะมีความพยายามและความอดทนในการแก้ปัญหา ซึ่งในการกระบวนการแก้ปัญหานั้น ไม่ว่าจะได้คำตอบหรือไม่ นักเรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาประสบการณ์จากการคิดและการทำงานเพื่อแก้ปัญหา

ออซูเบล (Ausubel. 1968: 538) กล่าวว่าในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้นต้องใช้องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สถิติปัญญา และองค์ประกอบทางความคิด เช่น ความยืดหยุ่นทางการคิด ความตั้งใจ การรวบรวมความคิด เป็นต้น

ไฮเมอร์ และทรูบลัด (Hiemer; & Trueblood. 1977: 30-32) กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. ความสามารถในการรวบรวมความรู้รอบตัว
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ตั้งจุดมุ่งหมายไว้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหาย
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบที่จำเป็นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่จำเป็นต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา
3. สถิติปัญญาและประสบการณ์ในการแก้ปัญหา

4.6 งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้ศึกษาจากงานวิจัยดังนี้

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิน (Xin. 2003: 4276-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบวิธีการสอนคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหา โดยเน้นให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งศึกษาวิธีการสอนทั้งสองแบบคือ วิธีการสอนแบบ SBI (Explicit Schema – Based Problem Solving Instructional Strategy) และวิธีการสอนแบบ TI (Traditional General Heuristic Instructional Strategy) ว่าทั้งสองแบบมีความแตกต่างอย่างไร จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลที่ได้พบว่า ทั้งสองวิธี มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน ซึ่งโครงสร้างการสอนของทั้งสองวิธีนี้คล้ายกันซึ่งการสอนจะเน้นให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา

มูราสกี (Muraski. 1979: 4104-A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนอ่านทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนอ่านทางคณิตศาสตร์จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอ่านทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทูกอว์ (Tougaw. 1994: 2934-A) ได้ทำการศึกษาผลจากการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาที่เป็นแบบเปิดกว้างในการสอนคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหา และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งในการแก้ปัญหาแบบเปิดกว้างผู้วิจัยได้หมายถึง การสร้างข้อคาดเดา การสืบค้น การค้นพบ การอภิปราย การพิสูจน์ และการหารูปทั่วไปในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดและเจตคติในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จากการทดลองพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบเปิดกว้างในการสอนคณิตศาสตร์นั้น ทำให้นักเรียนมีเจตคติทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น

งานวิจัยในประเทศ

ชมพูนุช วณสันเทียะ (2552: 180-198) ได้ทำการศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชลพร เมียนเพชร (2556: 137-162) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ซึ่งในงานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้แบบฝึกและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน 4 ด้านคือ ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา ความสามารถในการวางแผนปัญหา ความสามารถในการดำเนินการตามแผน และความสามารถในการตรวจสอบ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนร้อยละ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนภายหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนร้อยละ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่อง อัตราส่วนร้อยละ อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันท์ ฉิมวัย (2543: 54-63) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนแบบปฏิบัติการ เรื่องของทฤษฎีพีทาโกรัสและวงกลม แผนการสอนตามคู่มือครู เรื่องของทฤษฎีพีทาโกรัสและวงกลม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับที่ได้รับการสอนตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรชร ภูบุญเดิม (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน (Representation) ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนหลังการสอนการแก้โจทย์สมการโดยใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคและวิธีการสอนต่างๆ ซึ่งล้วนส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ซึ่งครูจะต้องเลือกวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย และสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ และวัดความสามารถในการแก้ปัญหด้วยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้แบบทดสอบอัตนัยในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 6 ห้อง รวม 276 คน ห้องเรียนละประมาณ 46 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ทำการจับฉลากมา 1 ห้องเรียนจากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 12 คาบ เป็นการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ หลังการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ และการจัดการเรียนการสอน 10 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. การวัดความยาว	จำนวน 2 คาบ
2. การวัดพื้นที่	จำนวน 4 คาบ
3. การวัดปริมาตรและน้ำหนัก	จำนวน 3 คาบ
4. การวัดเวลา	จำนวน 1 คาบ

2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและตรวจสอบคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

1.2 วิเคราะห์รายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการ รูปแบบ แนวการจัดการเรียนการสอน และขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

1.4 ศึกษาความหมาย ความสำคัญ และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.5 กำหนดรูปแบบแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบด้วย

1.5.1 ชื่อสาระการเรียนรู้

1.5.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.5.3 ตัวชี้วัด

1.5.4 สาระสำคัญ

1.5.5 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.5.6 สาระการเรียนรู้

1.5.7 การบูรณาการ

1.5.8 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน 4 ขั้นตอนคือ

1. ชี้นำเสนอปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียน ครูนำเสนอและสร้างความสนใจในสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ และนักเรียนได้มีประสบการณ์ที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อย ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน ครูชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย

2.2 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูล หรือวิธีการที่จะนำข้อมูลที่มีมาใช้โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิม โดยร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม เพื่อที่จะสร้างองค์ความรู้ และหาข้อสรุปของคำตอบ

2.3 ครูอำนวยความสะดวก และสังเกตพฤติกรรมการแสดงแนวความคิดของนักเรียน รับฟังวิธีการคิดและแนวทางในการแก้ปัญหาของนักเรียน ครูคอยชี้แนะแนวทางหรือแนะนำข้อสงสัยให้กับนักเรียน พร้อมทั้งใช้คำถามในการกระตุ้นวิธีการคิดของกลุ่มต่างๆ เพื่อให้เกิดการอภิปรายกันด้วยเหตุผล

3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา หลังจากให้เวลากับนักเรียนในการระดมความคิดและร่วมกันอภิปรายถึงแนวความคิดในการแก้ปัญหา นักเรียนในกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมานำเสนอแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาพร้อมเหตุผลในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดและเหตุผลที่ใช้

4. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายหาข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ถูกต้อง โดยครูเป็นผู้ใช้คำถามนำในการเปิดการอภิปราย จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันขยายแนวคิดเพื่อสรุปประเด็นที่ชัดเจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้

1.5.7 สื่อการเรียนรู้ และแหล่งการเรียนรู้

1.5.8 การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1.5.9 บันทึกหลังการสอน

1.6 จัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การวัด จากตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลางเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท

1.7 เขียนแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางตามหน่วยการเรียนรู้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่เขียนขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทให้พิจารณาแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่านพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย (รายละเอียด ภาคผนวก ก หน้า 103)

1.9 นำแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.10 ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จำนวน 10 คาบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยทำการสอนด้วยตัวเอง

2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 วิเคราะห์รายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.4 นำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา

2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมากกว่าที่ใช้จริง 20 ข้อ

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียด ภาคผนวก ก หน้า 103) ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความถูกต้องทางด้านภาษา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อคำถาม (Index of Consistency: IOC) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ (IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ผลการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นรายข้อ มีข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 33 ข้อ และ 0.67 จำนวน 7 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอนี้เพิ่มเติมที่ได้รับมาปรับปรุงให้แบบทดสอบมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 32 คน ซึ่งได้เรียนเรื่อง การวัดมาแล้ว (ซึ่งโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จะเรียนเรื่อง การวัด หลังโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วไป)

2.9 นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

2.10 นำคะแนนมาวิเคราะห์ ตามขั้นตอนดังนี้

2.10.1 ทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหา ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.22-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25-0.50 แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-

ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 143)

2.11 จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบดังนี้

3.1 ศึกษาหนังสือกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินผล วิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด

3.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubic Assessment) ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 58) (รายละเอียด ภาคผนวก ข หน้า 138)

3.4 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.5 นำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของเนื้อหา

3.6 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมากกว่าที่ใช้จริง 4 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubic Assessment) เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

3.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อและเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิก (Rubic Assessment) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ (รายละเอียด ภาคผนวก ก หน้า 103) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะให้คะแนนตามเกณฑ์ ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นรายข้อ (IOC) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ผลการตรวจสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นรายข้อมีข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 7 ข้อ และ 0.67 จำนวน 1 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่ได้รับมาปรับปรุงแบบทดสอบให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 32 คน ซึ่งได้เรียนเรื่อง การวัดมาแล้ว (ซึ่งโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จะเรียนเรื่อง การวัดหลังโรงเรียนของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานทั่วไป)

3.10 นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิค (Rubric Assessment) ที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (รายละเอียด ภาคผนวก ข หน้า 103)

3.11 เมื่อตรวจให้คะแนนแล้วนำมาวิเคราะห์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.11.1 ทำการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีและซาเบอร์ส โดยเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 4 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.52-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37-0.54 แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) โดยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นของเท่ากับ 0.74 (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 145)

3.12 นำคะแนนจากแบบทดสอบที่คัดเลือกมาจำนวน 4 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Rubic Assessment) โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คน ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน เพื่อพิจารณาเกณฑ์และผลการตรวจให้คะแนน ได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.93 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้ (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 146)

3.13 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขไปทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนการจัดการเรียนการสอน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างใช้เวลา 1 คาบ

3.2 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเอง และใช้แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาการสอน 10 คาบ

3.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับที่ใช้สอบก่อนการจัดการเรียนการสอน โดยใช้เวลา 1 คาบ

3.4 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นำผลคะแนนจากการตรวจสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 198-199)

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T_1 แทน การสอบก่อนทำการทดลอง

T_2 แทน การสอบหลังทำการทดลอง

X แทน การจัดกระทำกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample)

2. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติสำหรับวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

1.1.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

1.1.3 ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 215)

1.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)

1.2.2 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D)

1.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach) โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

1.2.4 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment Coefficient Correlation) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 210)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.2 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

2.2.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สูตร t-test dependent samples

2.2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สูตร t-test dependent samples



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน
p	แทน ค่านัยสำคัญของการทดสอบ
*	แทน ความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample) ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	n	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	43	7.42	3.07	8.52	.0000*
หลังเรียน	43	10.12	3.58		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานงานวิจัยข้อ 1

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample) ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	n	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 16 คะแนน)	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	43	2.74	4.15	10.65	.0000**
หลังเรียน	43	6.19	3.89		

* มีนัยสำคัญทางสถิติ .01

จากตาราง 5 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานงานวิจัยข้อ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญและผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 6 ห้อง รวม 276 คน ห้องเรียนละประมาณ 46 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดห้องเรียนโดยผลความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ทำการจับฉลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 43 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล 12 คาบ เป็นการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ หลังการจัดการเรียนการสอน 1 คาบ และการจัดการเรียนการสอน 10 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ และตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) รวม 10 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนการสอน โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คาบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอน (Pre-test)
2. ดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จำนวน 10 คาบ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง
3. เมื่อดำเนินการทดลองจัดการเรียนการสอนครบ 10 คาบ ตามแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แล้วทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนการสอน (Post-test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชุดเดียวกับที่ทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนการสอน (Pre-test)
4. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล มีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample)
2. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test dependent sample)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้น

การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การอภิปรายผล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาอย่างเป็นขั้นตอนภายใต้กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จนกระทั่งได้แผนการจัดการเรียนการสอนที่ผสมผสานระหว่างการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) กับการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งนำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัยที่ตั้งไว้ทุกข้อ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นมีความเป็นไปได้ในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ความรู้เรื่อง การวัด และสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เหตุผลหนึ่งอาจเป็นเพราะรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับความคิดของตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งลำดับขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้นแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นนำเสนอปัญหา 2. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา 3. ขั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา และ 4. ขั้นสรุป ในทุกๆ ขั้นตอนจะมีหลักการและวิธีการของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ดังนี้

1. ในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างความรู้จากความคิดความเข้าใจของตนเอง โดยผู้วิจัยจะเริ่มต้นโดยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหา ซึ่งแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่นำเสนอานั้นจะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน คำถามที่ใช้จะเป็นคำถามที่สามารถให้นักเรียนช่วยกันทำความเข้าใจ และแสดงวิธีการคิดที่หลากหลายได้

2. หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหา นักเรียนแต่ละคนจะเริ่มทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหานั้นด้วยความคิดของตนเอง จากนั้นผู้วิจัยจะให้นักเรียนได้แสดงแนวความคิดของแต่ละคนร่วมกันโดยแบ่งเป็นกลุ่มละ 4-6 คน ซึ่งในการทำเข้าใจ และแสดงแนวความคิดหรือวิธีการคิดนั้น ผู้วิจัยจะไม่บังคับให้นักเรียนตอบในแนวทางเดียวกับที่ผู้วิจัยคิดไว้ ผู้วิจัยจะคอยสังเกตพฤติกรรม รับฟังแนวความคิดและวิธีการคิดของนักเรียน พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางหรือคอยตอบข้อสงสัยของนักเรียน ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยและนักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาโดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ เช่น เรื่อง การวัดความยาว ที่นักเรียนมีความรู้เดิมเรื่อง หน่วยการวัด สามารถโยงไปสู่เรื่องระบบหน่วยการวัดความยาวและการเปลี่ยน

หน่วยการวัดความยาวได้ เป็นต้น อีกทั้งการแสดงแนวความคิดร่วมกันเป็นกลุ่มนั้นจะช่วยให้ นักเรียนทราบว่าแนวความคิดของตนเองนั้นเหมือนกับเพื่อนหรือไม่ และถูกต้องหรือไม่ ซึ่งแนวความคิดของคนอื่นในกลุ่มอาจมีความสมเหตุสมผลที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจ และองค์ความรู้ได้จนสามารถหาวิธีการในการแก้สถานการณ์ปัญหานั้นได้ด้วยตนเอง

3. หลังจากผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงแนวความคิดของตนเอง จะมีโอกาสเป็นไปได้ที่แต่ละกลุ่มนั้นจะมีวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือวิธีการคิดที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยจะให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอคำตอบและวิธีการที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา ซึ่งในแต่ละสถานการณ์ปัญหาอาจมีวิธีแก้ที่หลากหลายขึ้นอยู่กับเหตุผลที่นำมาสนับสนุนคำตอบนั้นๆ นักเรียนในห้องเรียนก็จะสามารถรับฟังวิธีการคิดหรือแนวความคิดที่แตกต่างออกไปจากกลุ่มของตนเอง

4. หลังจากนักเรียนทุกคนได้รับฟังแนวความคิดหรือวิธีการคิด นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำความเข้าใจและเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับตนเองในการแก้สถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งยังสามารถสร้างองค์ความรู้จากความเข้าใจของตนเอง โดยครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปประเด็นที่ชัดเจนเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากการจัดการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้นปรากฏผลในด้านต่างๆ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากความเข้าใจของนักเรียนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของจรรยา ภูอุดม (2544: 113) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนซึ่งเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้มีความเข้าใจเนื้อหาและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ พร้อมทั้งสถานการณ์ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันจะช่วยให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเรียนรู้ น่าสนใจ และไม่ถูกมองว่าเป็นอะไรที่ลึกลับซับซ้อน ห่างไกลจากการดำเนินชีวิต (ดวงเดือน อ่อนนวม. 2547: 26; อัมพร ม้าคะนอง. 2547: 101) อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด เกิดความลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน และการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีความหมายต่อนักเรียนมากยิ่งขึ้น (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2547: 148)

การจัดการเรียนการสอนในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา นั้น นักเรียนมีอิสระที่สามารถแสดงแนวความคิดหรือวิธีการคิดของตนเองออกมา พร้อมทั้งได้รับฟัง แลกเปลี่ยนแนวความคิดร่วมกันในกลุ่มย่อย และได้คำชี้แนะจากผู้วิจัยนำมาใช้ในการสร้างความเข้าใจ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) ที่ให้ความสำคัญกับตัวนักเรียน นักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีที่ต่างกัน การจัดการเรียนการสอนที่ครูคอยช่วยเหลือให้

นักเรียนนำความรู้ออกมาใช้ และไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการอภิปรายร่วมกับผู้อื่น จะเกิดเป็นความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นโดยนักเรียน (อัมพร ม้าคนอง. 2546: 7) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิพัทธา ชัยกิจ (2551: 98) พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ เกิดจากการเชื่อมโยงโครงสร้างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล โดยครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง กระตุ้น และสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ช่วยส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสตีล (Steele. 1996: 4309-A) ที่พบว่าการเรียนรู้โดยสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนจะทำให้ศักยภาพทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นและคิดอย่างมีเหตุผลมากขึ้น

อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของกุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ (2556: 60-66) และสุรารัตน์ สมรรถการ (2556: 103-114) พบว่าการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ว่าการรับรู้ของมนุษย์ เป็นสิ่งที่เลือกหรือสิ่งที่รับรู้ขึ้นอยู่กับความใส่ใจของนักเรียนที่มีต่อสิ่งนั้นๆ การเรียนรู้จะเกิดการค้นพบ ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การค้นพบการแก้ปัญหา (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2556: 212-213) การจัดการเรียนการสอนในชั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหานั้น ไม่ได้ปิดกั้นแนวความคิดของนักเรียน นักเรียนสามารถแสดงแนวความคิดและวิธีการคิดของตนเองต่อเพื่อนๆ ในกลุ่มย่อย ซึ่งในการแลกเปลี่ยนแนวความคิดระหว่างกันจะช่วยให้เกิดการพัฒนาตนเอง เข้าใจตนเอง เข้าใจผู้อื่นได้ จนนำไปสู่การเกิดกระบวนการแก้ปัญหา (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558: 219) โดยนักเรียนจะสามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหานั้นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สามารถวางแผน อภิปรายหาแนวทางหรือวิธีคิดที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีที่จะใช้นั้นอาจมีได้หลากหลายวิธี นักเรียนจะสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสม มีความสมเหตุสมผลในการที่จะนำมาใช้ในการหาคำตอบ พฤติกรรมเหล่านี้เป็นความสามารถที่ช่วยให้นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้ (NTCM. 1989: 209) ซึ่งในช่วงของกระบวนการแก้ปัญหานักเรียนสามารถนำองค์ความรู้เดิมมาใช้เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา จนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ของตนเองได้

การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในชั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา นอกจากนักเรียนจะได้รับฟังและแลกเปลี่ยนวิธีการคิดเฉพาะกลุ่มย่อยแล้ว นักเรียนสามารถรับฟังแนวความคิดหรือวิธีการคิดแก้ปัญหาจากเพื่อนทั้งชั้นเรียน โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้คอยชี้แนะ และกระตุ้นเพื่อนำไปสู่ขั้นสรุป การหาข้อสรุปขององค์ความรู้ที่จะได้จากการทำกิจกรรม

ร่วมกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้จากการทำความเข้าใจที่ผ่านมานักเรียนจะเกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง จากการรับฟังวิธีการคิดต่างๆ และเลือกวิธีการคิดที่เหมาะสมกับตัวเองที่จะนำมาใช้ในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของชัยวัฒน์ อุษยาอาจ (2551: online) พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมขณะนักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและสร้างกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีกว่าก่อนการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นวิธีคิดหรือวิธีทำ และขั้นคำตอบหรือข้อสรุป ในการทดสอบก่อนการจัดการเรียนการสอนนั้นนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหา วางแผนแก้ปัญหา หรือหาวิธีคิดในการแก้ปัญหาได้ แต่หลังจากการจัดการเรียนการสอนเมื่อได้ทำการทดสอบหลังเรียนพบว่า นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา วางแผน และแสดงกระบวนการคิดแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น และจากภาพรวมจากการสังเกตพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ในขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา แต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนบางคนที่สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว การแลกเปลี่ยนแนวความคิดหรือวิธีการคิดร่วมกันนั้น นักเรียนที่สามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้อย่างรวดเร็วจะช่วยให้คำแนะนำนักเรียนคนอื่นๆ ให้สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาจากการรับฟังแนวความคิดหรือวิธีการคิด และรับฟังการชี้แนะร่วมกันของนักเรียนและผู้วิจัย จนกระทั่งสามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนแต่ละคนมีความเข้าใจก็จะสามารถนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การวางแผน อภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวความคิดหรือวิธีการคิดในการแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละคนจะเสนอวิธีการคิดที่แตกต่างกัน
 2. ร่วมกันเลือกวิธีการที่สมเหตุสมผลในการแก้ปัญหา และเหมาะสมพร้อมทั้งสอดคล้องกับความเข้าใจของตนเอง เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นตอนนี้อาจมีการถกเถียงระหว่างกันของนักเรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการที่เหมาะสม ผู้วิจัยจะเป็นผู้คอยชี้แนะว่าในการเลือกหาวิธีการแก้ปัญหานั้น จะเห็นได้ว่าจากสถานการณ์ปัญหานั้นมีวิธีการคิดที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี นักเรียนสามารถเลือกวิธีการคิดที่เหมาะสมกับตนเองในการนำมาใช้แก้ปัญหาได้
 3. จากการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา นำไปสู่การวิเคราะห์ วางแผนหาแนวความคิดหรือวิธีการคิดจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากความเข้าใจของตนเอง
- จากที่กล่าวมาในข้างต้นจึงทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันไปใช้

1. การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความเข้าใจของนักเรียน โดยครูจะมีความรู้และความเชื่อมาจากการทำความเข้าใจความคิดของนักเรียน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรทำความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียนในห้อง สามารถพูดคุยและทำความเข้าใจกับนักเรียนในห้องได้ การทำความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียนนั้นอาจเกิดจากการสังเกตพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

2. การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันนั้นจะสำเร็จลุล่วงดี ควรเกิดจากการให้ความร่วมมือของทั้งสองฝ่ายระหว่างครูและนักเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิดนั้นเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนที่หลากหลายซึ่งขึ้นอยู่กับความคิดของนักเรียน ดังนั้นในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนนักเรียนควรให้ความร่วมมือ แสดงความคิดเห็น หรือตั้งข้อคำถามในการทำกิจกรรมเพื่อที่จะส่งผลให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ อีกทั้งนักเรียนที่ไม่เคยได้รับการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้น ต้องใช้เวลาในการปรับตัว เวลาที่ใช้ในการปรับตัวประมาณ 1-2 คาบ ซึ่งเวลาจะช่วยให้นักเรียนปรับตัวจากความเคยชินกับการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมและสามารถทำความเข้าใจกับขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI)

3. ในห้องเรียนห้องหนึ่งนักเรียนแต่ละคนจะมีความสนใจที่แตกต่างกัน การจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันนั้น สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรเป็นสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้อย่างหลากหลายเป็นการดึงดูดความสนใจและท้าทายนักเรียน

4. การเตรียมตัวในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันนั้น ครูควรทำความเข้าใจขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน และในแต่ละคาบเรียนครูควรเตรียมกิจกรรมสำรองไว้สำหรับนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพราะการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) นั้นเกิดจากการที่ครูทำความเข้าใจพื้นฐานของนักเรียน โดยครูจะเป็นผู้คอยชี้แนะใช้คำถามกระตุ้นการคิดของนักเรียน ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละคาบ อาจจะมีเหตุการณ์ต่างๆ เกิดขึ้นได้ เช่น กรณีที่ 1 นักเรียนเคยได้ยินหรือสามารถแก้สถานการณ์ปัญหานั้นได้อย่างรวดเร็ว และกรณีที่ 2 นักเรียนไม่สามารถตอบคำถาม หรือถามข้อสงสัยเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ครูนำเสนอให้ได้ ในที่นี้ครูควรเตรียม

กิจกรรมสำรองไว้ทุกครั้งเพื่อจะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูได้ และกิจกรรมที่เตรียมไว้นั้นควรมีความน่าสนใจ สามารถดึงดูดให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นในการเรียนรู้ได้

5. ในการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ครูต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และมีไหวพริบดีดีในการพูดคุย ตั้งคำถาม และให้คำชี้แนะแนวทางการคิดแก่นักเรียนได้

6. ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันนั้นมีหลายขั้นตอนดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนครูควรจัดการเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละชั้นเรียน และมีไหวพริบในการควบคุมชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในงานวิจัยควรมีการนำเสนอแนวทางหรือวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับเนื้อหาอื่นๆ ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ควรมีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หรือศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผล การสื่อสาร หรือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI)



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- เกตุวดี กัมพลาศิริ; และ ปรีชาญ เดชศรี. (2552). การศึกษาแนวโน้มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นานาชาติ (*Trends in International Mathematics study 2007*). กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2557, จาก http://www.once.go.th/once_web/page.php?mod=Category&categoryID=CAT0000011
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งและการตวงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(ประถมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). ตัวอย่างการประเมินผลวิทยาศาสตร์นานาชาติ :PISA และ TIMSS. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท).
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). ตัวอย่างการประเมินผลนานาชาติ PISA : คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท).
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชมพูนุช วนสันเทียะ. (2552). การศึกษาความคิดรวบยอดและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชวินิตบางเขน โดยใช้วิธีการสอนแบบโยนิโสมนสิการร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: พี บาลานซ์ดีไซน์แอนปรินติ้ง.
- ชัยวัฒน์ อุษปาอาจ. (2551). ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชลพร เมียนเพชร. (2556). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียโดยใช้ภาพการ์ตูน เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพร่ตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เดือนตุลา.
- ดวงเดือน อ่อนนวม. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- เตือนใจ เกตุษา. (2549). การสร้างแบบทดสอบ 1: แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นิพัทธา ชัยกิจ. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นพพร แหยมแสง. (2555). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บงกชรัตน์ สมาน. (2551). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบอริยสัจ 4 ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ปรีชา เนาว์เป็นผล. (2537). “หน่วยที่ 12 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์” ประมวลสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- _____. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประยูร อาษานาม. (2537). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา หลักการและแนวปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประกายพรึก.
- ปรวี อ่อนสะอาด. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (วิชาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2553). หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: บริษัทแฮ็ค ออฟ เคอร์มิส จำกัด.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัทตันอ้อ แกรมี จำกัด.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2538). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทการพิมพ์.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุ่งทิวา แยมรุ่ง. (2554). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- รัตนา บุญเจียม. (2540). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือประกอบการเรียน TEAM-GAMES-TOURNAMENTS กับการสอนตามคู่มือ. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.
- เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงโดยบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล กับ สิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2553). การสอนแนะให้รู้คิด (Cognitively Guided Instructions: CGI) รูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. วารสารศึกษาศาสตร์. 21(1): 1-11.
- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณิ ธรรมโชติ. (2549). หลักการคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- วาริ ธนะคำดี. (2553). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ค.บ. (หลักสูตรและการสอน): บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ.
- ศราวุธ จอมนำ. (2557). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่มีผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ศศิธร แมนสงวน. (2555). พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2556). ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบ O-NET ช่วงชั้นที่ 3 (ม.3). สืบค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2556, http://www.niets.or.th/index.php/research_th/view/8
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: บริษัท 3-คิว มิเดีย จำกัด.
- _____. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด.
- สุนันทา บ้านกล้วย. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันท์ จิมวัย. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาการศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย ชูชาติ. (2542,กันยายน). ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์. วารสารบัณฑิตศึกษา. 3(3): 77.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2554). การสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์. อุดรธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (คณิตศาสตร์). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2543). เอกสารประกอบการอบรมครู และเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง การแก้ปัญหา. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2556). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สิริทิพย์ ทิพย์คง. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่องการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์.
- สุรสาธิต ฝาสุข. (2546). การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวนีย์ ประมูลทรัพย์. (2550). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการวัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรรัตน์ สมรรถการ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีการเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- อเนก จันทจรูญ. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ชุดการสอน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2545). รายงานวิจัย เรื่อง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนิสิตวิชาเอกคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2546). คณิตศาสตร์:การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2547). ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทการพิมพ์.
- _____. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาเพื่อการพัฒนา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรชร ภูบุญเดิม. (2550). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ตัวแทน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Appold, Barbara E. (2006). *A case study of the impact of teachers with awareness of the Process Communication Model on Student Achievement*. Dissertation Abstract June 4, 2010, From: <http://vnweb.proquest.com>

- Ausubel, David P. (1986). *Education Psychology: A cognitive View*. New York: Holt Rinehart and Winston, Inc.
- Baroody, A. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8: Helping Children Think Mathematically*. New York: Merrill.
- Bloom, B.S. and Other. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*.
- Carpenter, T.P. et al. (1989). *Using knowledge of children's thinking in classroom teaching: An experimental study*. American Educational research Journal. 26(4):499-531.
- _____. (1999). *Children's Mathematics: Cognitive guided Instruction*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Carter V. Good. (1973). *Dictionnary of Education*. America: United States of America.
- California State Department of Education. (1995). *Mathematics Framework for California Public School. Kindergarten Through Grade Twelve*. Sacramento: California.
- Clyde, Corle G. (1967). *Teaching Mathematics in the Elementaru School*. New York: Ronald Press.
- Dossey, J., et al. (2002). *Mathematics methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom: A Contemporary Approach to Teaching Grade 7-12*. Pacific Grove, CA: Brooks/cole.
- Ebel, R.L. (1979). *Essentials of Educational Measurement*. Prentice-hall.
- Elkind. (1976). *Recent Research on cognitive Development in Adolescence*. In S. Dragasin, G.H. Elder (eds.), *Adolescence in the Life Cycle*. Washington, D.C.: Hemisphere Publishing.
- Fennema, E. et al. (1993). *Using children's Knowledge in Instruction*. American Educational research Journal. 27(4): 556-583.
- Finn. Kelly F. (2003 June). *Assertiveness Level of Occupational Therapists*. Dixxertation Abstracts International. 58(2): 809.
- Gagne, R.M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. 4th ed. Newyork: Holt, Rinehart & Winston.
- Goslin, D.A. (1967). *Teachers and Testing*. New York: Russell Sage Foundation.
- Ginsburg,H; & Oppper,S. (1969). *Piaget's Theory of Intellectual Development*. Englewood Cliffs,N.J.: Prentice-Hall.

- Heimer, Ralph T.; & Trueblood, Cecil R. (1977). *Strategies for teaching Children Mathematics*. Washington D.C.: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Hiebert, J.C. et al. (1997). *Making Sense: Teaching and Learning Mathematics with Understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Kamaii, C., & Dominick, A. (1997). *To teach or not to teach algorithms*. Journal of mathematical Behavior, 16(1), 51-61.
- Krulik, Stephen & Reys, Robert E. (1980). *Problem Solving in School Mathematics*. Reston, Virginia: NTCM.
- Mehrens, William A. & Lehmann, Irvin J. (1973). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York: Holt Rinehart and Winston, Inc.
- Muraski, Sue Virginia. (1979, January). *A Study of Effects of Explicit Reading Instruction On Reading Performance in Mathematics and on Problem Solving Ability of Sixth Grade*. Dissertation Abstracts International. 39(7): 4104-A.
- National Council of Teacher of Mathematics [NTCM]. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NTCM.
- _____. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- National Council of Teacher of Mathematics [NTCM]. (1991). *Professional Standards for National Council of Teacher of Mathematics [NTCM]*.
- Polya, George. (1980). "On Solving Mathematic Problem in High School", *Problem Solving in School Mathematics 1980 Yearbook*. Virginia: NTCM.
- Peter son; et al. (1991). *North Central Regional Education*. Laboratory: online.
- Steele, D.F. (1996). "A Constructivist Approach to Mathematics Teaching and Learning by A Fourth-Grade Teacher" in *Dissertation Abstracts International*. 56(11). 4309-A. Michigan: Bell Howell.
- Togaw. Paul Willium. (1994, February). *A Study of the Effect of using an open Approach to Teaching Mathematics upon the Mathematics Problem-Solving Behaviors of Second School Student*. Dissertation Abstracts International. 54(8): 2534-A.
- Villasenor, A; & Kapner, S.H. (1993). *Arithmetic from a problem – Solving perspective: Anurban implementation*. Journal for Research in Mathematics Education. 24(1): 62- 69.
- Wilson, Jame W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: U.S.A. McGraw-Hill.

- Xin, Yan Ping. (2003, June). *A comparison of the Instruction Approaches on Mathematics word Problem Solving By Stydent with Learing Problem*. Dissertation Abstracts International. 63(12): 4276-A.
- ZaZkis, R. & Campbell, S. (1996). *Prime decomposition: Understanding uniqueness*. Journal of Mathematical Behavior, 15: 207-218.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้น การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

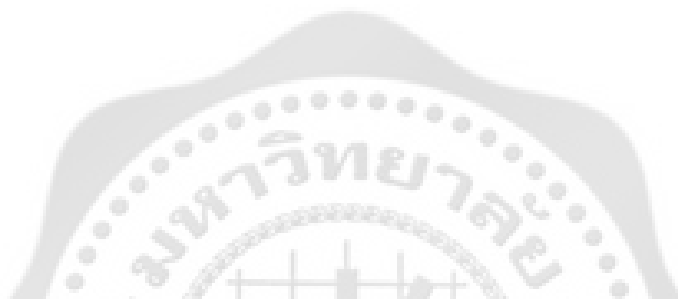
1. ดร. ขวัญ เพียชัย อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. ผศ. ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ (ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์)
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
3. อาจารย์กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

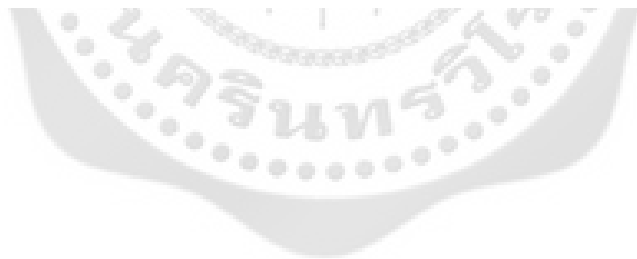
1. ผศ. ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ
(ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์)
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
2. อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรนะ อาจารย์ประจำวิชาเอกวิทยาการจัดการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์สุรินทร์ บุญพัฒน์นาภรณ์ หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ (ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์)
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
5. เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน



การจัดหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การวัด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เวลา 10 ชั่วโมง

มาตรฐาน และตัวชี้วัดชั้นปี

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	ค 2.1 ม. 2/1 เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ในระบบเดียวกันและต่างระบบ และ เลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม ค 2.1 ม. 2/2 คาดคะเน เวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียงและ อธิบายวิธีใช้ในการคาดคะเน ค 2.1 ม. 2/3 ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด ในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม
มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	ค 2.2 ม. 2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและ พื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ
มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการ แก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ค 6.1 ม. 2/2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการ ทาง ค นิ ต ศ า ส ต ร์ และ เท ค โ น ล อ ยี ใน การแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
1.การวัดความยาว (1)	การวัดความยาวช่วยให้ทราบความยาว ความสูงของวัตถุหรือระยะทาง ระยะห่างระหว่างของสองอย่าง นักเรียนสามารถทราบความยาวโดยใช้เครื่องมือในการวัดความยาวและมีหน่วยการวัดในการบอกความยาวในชีวิตประจำวันเราไม่สามารถนำเครื่องมือในการวัดไปได้ทุกที่ การคาดคะเนความยาว ความสูงและระยะทางจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่ควรฝึกทักษะการคาดคะเนให้นักเรียน	ค 2.1 ม. 2/1 ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : 1. นักเรียนสามารถวัดความยาวในหน่วยความยาวระบบเดียวกันหรือต่างระบบกันได้ถูกต้อง 2. นักเรียนสามารถคาดคะเนความยาวและระยะทางได้อย่างใกล้เคียง และสามารถอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -	ใบงาน	1 คาบ
2.การวัดความยาว (2)	การวัดความยาวช่วยให้ทราบความยาว ความสูงของวัตถุหรือระยะทาง ระยะห่างระหว่างของสองอย่าง โดยมีหน่วยการวัดในการบอกความยาวซึ่งในชีวิตประจำวันเราสามารถนำ	ค 2.2 ม. 2/1 ค 6.1 ม. 6/2	ด้านความรู้ (K) : 1. เมื่อกำหนดสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	ความรู้เรื่องการวัดความยาวไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ในการสอนการวัด ความยาวควรให้นักเรียนรู้จักวิธีการ เปลี่ยนหน่วยการวัดในระบบ เดียวกันและต่างระบบกันให้แก่ นักเรียน		ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		
3. การวัดพื้นที่ (1)	การวัดพื้นที่ช่วยให้ทราบขนาดของ บริเวณของรูปปิด โดยมีหน่วย การวัดพื้นที่บอกขนาดบริเวณของ รูปปิด ระบบหน่วยการวัดพื้นที่ที่ใช้ กันคือ ระบบเมตริก ระบบอังกฤษ และมาตราไทย นอกจากนี้การ คาดคะเนพื้นที่ก็เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ ในชีวิตประจำวัน ครูจึงควรฝึกทักษะ การคาดคะเนพื้นที่ให้นักเรียน	ค 2.1 ม. 2/1 ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : 1. เมื่อนำเสนอขนาดของบริเวณของรูป ปิด นักเรียนสามารถเปรียบเทียบหน่วย การวัดพื้นที่ในระบบเดียวกันและต่าง ระบบได้ และเลือกหน่วยที่ใช้ในการวัดได้ อย่างเหมาะสม 2. เมื่อนำเสนอสถานการณ์ต่างๆ ใน ชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถคาดคะเน พื้นที่ได้อย่างใกล้เคียง พร้อมทั้งอธิบาย วิธีที่ใช้ในการคาดคะเน และเลือกหน่วยที่ ใช้ในการวัดได้อย่างเหมาะสม	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
			ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		
4. การวัดพื้นที่ (2)	การวัดพื้นที่ช่วยให้ทราบขนาดของบริเวณของรูปเรขาคณิตต่างๆ เช่น รูปสี่เหลี่ยมต่างๆ นักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ ก็ต่อเมื่อนักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของความยาวด้าน เส้นทแยงมุม ความสูง ฐาน เป็นต้น	ค 2.2 ม. 2/1 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -	ใบงาน	1 คาบ
5. การวัด พื้นที่ (3)	การวัดพื้นที่ช่วยให้ทราบขนาดของบริเวณของรูปเรขาคณิตต่างๆ เช่น รูปสามเหลี่ยมต่างๆ นักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	ค 2.2 ม. 2/1 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	ต่าง ๆ ก็ต่อเมื่อนักเรียนเข้าใจ ความสัมพันธ์ของความยาวด้าน ความสูง ฐาน เป็นต้น		ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P) : นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		
6.การวัดพื้นที่ (4	การวัดพื้นที่ช่วยให้ทราบขนาดของ บริเวณของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ เช่น รูปวงกลม และรูปวงแหวน นักเรียน จะสามารถหาพื้นที่ของรูปวงกลม และรูปวงแหวน ก็ต่อเมื่อนักเรียน เข้าใจความสัมพันธ์ของรูปวงกลม และรูปวงแหวน เส้นผ่าศูนย์กลาง รัศมี เป็นต้น	ค 2.2 ม. 2/1 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดสถานการณ์ ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถ ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่าง เหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -	ใบงาน	1 คาบ
7.การวัดปริมาตร และน้ำหนัก (1)	การวัดปริมาตรช่วยให้ทราบขนาด ของบริเวณของรูปทรง และน้ำหนัก คือปริมาณของแรงดึงดูดของโลกที่มี ต่อวัตถุ ในการสอนวัดปริมาตรและ	ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดสิ่งของ วัตถุ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถคาดคะเนปริมาตร และ	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	นำหน้าสามารถสร้างความเข้าใจก็ต่อเมื่อการวัดปริมาตรนั้นเราสามารถสังเกตและคาดคะเนด้วยสายตาวามีขนาดบริเวณเท่ากันหรือต่างกัน และนำหน้าไม่สามารถสังเกตด้วยสายตาต้องใช้การสัมผัสเพื่อที่จะได้ทราบความหนาแน่นของวัตถุว่าวัตถุที่กำหนดให้สิ่งไหนมีความหนาแน่นมากกว่า น้อยกว่า หรือมีความหนาแน่นเท่ากัน		นำหน้าได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีที่อธิบายใช้ในการคาดคะเนได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		
8.การวัดปริมาตรและน้ำหนัก (2)	การวัดปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นการหาปริมาตรโดยใช้หน่วยในการวัดเป็นลูกบาศก์เมตร หรือ หน่วย³ และตามหน่วยของความยาวที่ใช้ในสถานการณ์นั้นๆ	ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดรูปภาพวัตถุ สิ่งของ หรือสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถคาดคะเนปริมาตรได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีที่ใช้ในการคาดคะเนได้ ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P) : นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
			เหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		
9. การวัดปริมาตร และน้ำหนัก (3)	การวัดปริมาตรและน้ำหนัก ระบบ หน่วยในการวัดปริมาตรและน้ำหนัก ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 ระบบ คือ ระบบหน่วยการวัดแบบเมตริก แบบ อังกฤษ และแบบไทย (ระบบ ประเพณี) และในชีวิตประจำวัน การวัดปริมาตรและน้ำหนักเป็นสิ่งที่ มีประโยชน์ ในการสอนควรฝึก ทักษะการคาดคะเนปริมาตรและ น้ำหนักแก่นักเรียนด้วย	ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดรูปภาพ วัตถุ สิ่งของ หรือสถานการณ์ต่างๆ ใน ชีวิตประจำวันนักเรียนสามารถคาดคะเน ปริมาตรและน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีที่ใช้ในการคาดคะเนได้ ด้านทักษะ/ กระบวนการ (P) : นักเรียนมี ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -	ใบงาน	1 คาบ
10.การวัดเวลา	การวัดเวลาเป็นสิ่งที่พบเจอใน ชีวิตประจำวันในทุกๆวัน มนุษย์สมัย โบราณเริ่มรู้จักการวัดเวลาโดย การสังเกตปรากฏการณ์ทาง ธรรมชาติ ต่อมาจึงได้ปฏิทินและ	ค 2.1 ม. 2/2 ค 2.1 ม. 2/3 ค 6.1 ม. 2/2	ด้านความรู้ (K) : เมื่อกำหนดสถานการณ์ ต่างๆในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถ คาดคะเนเวลาได้อย่างใกล้เคียง และ อธิบายวิธีที่ใช้ในการคาดคะเนได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนมี	ใบงาน	1 คาบ

แผนการจัด การเรียนรู้	สาระสำคัญของความรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	หลักฐาน การเรียนรู้	เวลา (คาบ)
	พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการบอกเวลา ได้แก่ ปฏิทินและนาฬิกา โดยมี หน่วยการวัดเวลาบอกเวลา นอกจากนี้การวัดเวลาเป็นสิ่งที่ มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การฝึก การคาดคะเนเวลาให้นักเรียน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถคาดคะเน เวลาในสถานการณ์ต่างๆ และนำ ความรู้เรื่องการวัดเวลาไปใช้ สถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม		ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่าง เหมาะสม ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) : -		

แผนการจัดการเรียนการสอนที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2558

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ การวัด

ชื่อหัวเรื่อง การวัดความยาว

เวลา 2 คาบ

1. ชื่อสาระการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัด

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ตัวชี้วัด

ค 2.1 ม. 2/1 เปรียบเทียบหน่วยความยาว หน่วยพื้นที่ในระบบเดียวกันและต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม

ค 2.1 ม. 2/2 คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง และอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเน

ค 2.1 ม. 2/3 ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 2.2 ม. 2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

ค 6.1 ม. 2/2 ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. สาระสำคัญ

การวัดความยาวช่วยให้ทราบความยาว ความสูงของวัตถุหรือระยะทาง ระยะห่างระหว่างของสองอย่าง นักเรียนสามารถทราบความยาวโดยใช้เครื่องมือในการวัดความยาวและมีหน่วยการวัดในการบอกความยาว ในชีวิตประจำวันเราไม่สามารถนำเครื่องมือในการวัดไปได้ทุกที่ การคาดคะเนความยาว ความสูงและระยะทางจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่ควรฝึกทักษะการคาดคะเนและการเลือกใช้หน่วยการวัดที่เหมาะสมให้นักเรียน

5. จุดประสงค์การเรียนรู้

5.1. ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบหน่วยการวัดในระบบเดียวกันและต่างระบบกันได้
- นักเรียนเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม
- นักเรียนสามารถคาดคะเนความยาว และระยะทางได้อย่างใกล้เคียง และสามารถอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้
- นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

5.2. ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

- นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

5.3. ด้านคุณลักษณะ (A)

-

6. สาระการเรียนรู้/เนื้อหา

- 6.1. การเปรียบเทียบหน่วยการวัดความยาวในระบบเดียวกันและต่างระบบ
- 6.2. การคาดคะเนความยาว
- 6.3. การวัดความยาว

7. การบูรณาการ

- บูรณาการกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สัดส่วนของร่างกาย และสัดส่วนทองคำ

8. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเสนอปัญหา

8.1. ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องสัดส่วนของร่างกาย ให้นักเรียนลองทายว่า ส่วนไหนในร่างกายที่ยาวเท่ากัน หรือส่วนไหนของร่างกายที่มีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของสัดส่วนนั้น และให้นักเรียนร่วมกันบอกสัดส่วนต่างๆ พร้อมทั้งถามคำถาม

นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า

จำนวนของฝ่ามือหารด้วยจำนวนของฝ่ามือเท่ากับ 1.618

ความสูงของนักเรียนหารด้วยความสูงจากพื้นถึงสะดือเท่ากับ 1.618

8.2. ครูเป็นผู้ใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น จากการสังเกตรูปภาพแบบจำลอง การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์ ของสถาปนิก Le Corbusier และภาพสัดส่วนทองของศิลปะและใบหน้า ในใบงานที่ 4.1 นักเรียนสังเกตว่าจะมีวิธีในการหาคำตอบอย่างไรบ้าง ใครมีวิธีการอย่างอื่นอีกหรือไม่ สัดส่วนในร่างกายเรามีส่วนไหนที่เป็นสัดส่วนทองคำบ้าง ครูอภิปรายจนนักเรียนในชั้นเรียน สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ข้างต้นได้

8.3. ครูอธิบายว่าในการวัดค่า 1.618 นั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกคน บางคนอาจมีค่าที่ใกล้เคียง หรือห่างไกลไปจากสัดส่วนนี้ นอกจากนี้ยังมีสัดส่วนอื่นที่มีค่าเท่ากับ 1.618 เช่น ความยาวจากหัวไหล่ถึงปลายนิ้วมือหารด้วยความยาวจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอกก็เท่ากับ 1.618 ยังมีส่วนไหนของร่างกายอีกที่เป็นเช่นนี้ และคาดคะเนดูว่าส่วนไหนของร่างกายอีกบ้างที่มีค่าเท่ากับ 1.618 และให้นักเรียนเลือกหน่วยที่ใช้ในการวัดด้วยตนเอง ซึ่งจากการสนทนาในข้างต้นสัดส่วนที่มีค่าเท่ากับ 1.618 เรียกว่าสัดส่วนทองคำ

ขั้นวิเคราะห์ข้อมูลและแก้ปัญหา

8.4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-6 คน ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบ สัดส่วนร่างกายของสมาชิกในกลุ่มว่าสัดส่วนไหนของร่างกายที่หารแล้วได้ค่าประมาณ 1.618 หรือ สัดส่วนใดในร่างกายที่มีค่าใกล้เคียง 1.618 ศึกษาใบงานที่ 4.1 หากนักเรียนมีข้อสงสัยครูอธิบายเพิ่มเติม

8.5. ครูเตรียมเครื่องมือได้แก่ สายวัด ในการวัดสัดส่วนให้แก่ นักเรียน ซึ่งแต่ละกลุ่ม สามารถเลือกหน่วยที่ใช้ในการวัดด้วยตนเอง และบันทึกผลการวัดพร้อมทั้งออกแบบบันทึกการวัดลงในกระดาษ A4

8.6. การอภิปรายร่วมกันนั้นนักเรียนสามารถนำพื้นฐานความรู้เก่ามาใช้ในการร่วมกันอภิปราย และในช่วงที่นักเรียนทำกิจกรรมครูจะคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พร้อมทั้งคอยรับฟังแนวคิดของนักเรียนแต่ละกลุ่มและให้คำแนะนำ และใช้คำถามในการกระตุ้นการคิดของนักเรียน เช่น นักเรียนลองสังเกตการวัดสัดส่วนในช่วงแรก ๆ ว่าสัดส่วนไหนบ้างที่หารแล้วมีค่าประมาณ 1.618 พร้อมทั้งคาดคะเนสัดส่วนอื่นจากการวัดสัดส่วนในช่วงแรก เป็นต้น

ชั้นรายงานคำตอบและวิธีการแก้ปัญหา

8.7. หลังจากที่นักเรียนทำการหาสัดส่วนของร่างกายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูเลือกนักเรียน 2-3 กลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนอภิปรายให้เพื่อนฟังว่าสัดส่วนใดบ้างที่มีค่าเท่ากับ 1.618 และเลือกใช้หน่วยการวัดอะไร เพราะเหตุใด ในการอภิปรายของแต่ละกลุ่มนั้นครูและนักเรียนร่วมกันถามเพื่อให้ตัวแทนกลุ่ม หรือกลุ่มที่นำเสนอได้แสดงแนวคิดหรือเหตุผลที่ใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสมบูรณ์ที่สุด โดยครูใช้คำถาม เช่น ในสายวัดมีหน่วยการวัดอะไรบ้าง ทำไมในการวัดต้องใช้หน่วยเดียวกัน ในการวัดเราสามารถใช้อย่างไรทั้งสองหน่วยพร้อมกันได้หรือไม่ หากการวัดหน่วยต่างกันนักเรียนจะอย่างไร เป็นต้น ส่วนกลุ่มที่เหลือครูจะเปิดโอกาสให้เสนอ เหตุผลที่แตกต่างออกไปจากเพื่อน

ชั้นสรุป

8.8. ครูและนักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับองค์ความรู้ โดยครูจะใช้คำถามในการเปิดอภิปราย เช่น จากการทำกิจกรรมและการอภิปรายของแต่ละกลุ่ม นักเรียนได้อะไรบ้างจากการทำกิจกรรมนี้ แต่ละกลุ่มที่ออกมาเสนอ มีแนวคิดที่เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร กิจกรรมดังกล่าวเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง เป็นต้น จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันขยายแนวความคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตประจำวัน

8.9. สรุปประเด็นจากการทำกิจกรรมสัดส่วนทองคำได้ว่า สัดส่วนทองคำเป็นสัดส่วนตามธรรมชาติที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้วว่าเป็นสัดส่วนที่สวยงามที่สุดในโลกและสมบูรณ์ที่สุด จากการทำกิจกรรมเราจะพบว่าในร่างกายของมนุษย์มีสัดส่วนทองคำอยู่ คนที่สัดส่วนทองคำอาจจะไม่ใช่คนที่ผอมเพรียว เพราะว่าสรีระของแต่ละคนสร้างมาไม่เหมือนกัน แต่ทุกคนก็จะมีองค์ประกอบของความสวยงามของสัดส่วนต่างกันไป นอกจากนี้สัดส่วนทองคำยังสามารถนำไปใช้ในการสร้างสถาปัตยกรรมต่าง ๆ หรือสิ่งของต่าง ๆ บนโลกนี้ได้อีกด้วย เช่น บ้าน พระราชวัง รถ เป็นต้น ข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนทองคำนักเรียนสามารถไปหาเพิ่มเติมได้จากห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต

8.10. หลังจากนั้นครูสรุปประเด็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการวัดความยาว ว่าในการทำกิจกรรมครั้งนี้เราได้อะไรบ้าง โดยครูใช้คำถามในการอภิปราย ครูถามนักเรียนในชั้น

เรียนว่าจากการทำกิจกรรม การใช้ชีวิตประจำวันและองค์ความรู้เดิมนั้นนักเรียนรู้จักหน่วยอะไรบ้าง หลังจากนักเรียนตอบคำถามเสร็จ ครูให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของหน่วยที่นักเรียนได้นำเสนอมา (นักเรียนจะสังเกตได้ว่าแต่ละหน่วยจะแบ่งเป็นกลุ่ม) ครูถามนักเรียนต่ออีกว่ากลุ่มแต่ละกลุ่มนี้แสดงถึงอะไร

8.12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปจากการอภิปรายในข้างต้นว่าหน่วยการวัดนั้นแบ่งออกเป็นระบบต่าง ๆ ได้แก่ หน่วยการวัดในระบบเมตริก หน่วยการวัดในระบบอังกฤษ และมาตราไทย ครูอธิบายเพิ่มเติมอีกว่าแต่ละระบบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เราสามารถเปลี่ยนหน่วยการวัดทั้งในระบบเดียวกันและต่างระบบกันได้ จากการนำเสนอกิจกรรมในข้างต้นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการวัดสัดส่วนต่างๆ ในร่างกายโดยเลือกหน่วยการวัดด้วยตนเอง ถ้าหน่วยการวัดต่างกัน นักเรียนไม่สามารถเปรียบเทียบความยาวของสัดส่วนได้ หากนักเรียนสามารถทำการเปลี่ยนหน่วยการวัดในระบบต่างๆ จะทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสัดส่วนความยาวต่างๆ เช่น ส่วนสูง หรือสิ่งของต่างๆ ได้

8.13. ครูให้นักเรียนแต่ละคนเริ่มทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนในหน้าที่ 72 – 74

9. สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมที่ 4.1 การวัดความยาว
- สายวัดตัว
- กระดาษ A4
- แบบฝึกหัด

10. แหล่งการเรียนรู้

- สืบค้นจากอินเทอร์เน็ตและห้องสมุด

11. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

1. การวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านความรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
นักเรียนสามารถเปรียบเทียบหน่วยการวัดในระบบเดียวกันและต่างระบบกันได้	- สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน - ตรวจ แบบฝึกหัด 3	- แบบสังเกตพฤติกรรม การตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน - แบบฝึกหัด 3	- ผ่าน : เปรียบเทียบความยาวในหน่วยเดียวกันหรือต่างระบบกันได้ - ไม่ผ่าน : ไม่สามารถเปรียบเทียบความยาวในหน่วยเดียวกันหรือต่างระบบกันได้ - ดี : ทำได้ถูกต้องทั้ง 3 ข้อ - พอใช้ : ทำได้ 1 – 2 ข้อ - ปรับปรุง : ทำไม่ได้
นักเรียนเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม	- ตรวจใบงานที่ 4.1 สัด ส่วน ทองคำ	- ใบงานที่ 4.1 สัด ส่วน ทองคำ	- ผ่าน : นักเรียนสามารถเลือกหน่วยที่ใช้ในการวัดได้อย่างเหมาะสม - ไม่ผ่าน : นักเรียนเลือกหน่วยที่ใช้ในการวัดไม่เหมาะสม
นักเรียนสามารถคาดคะเนความยาวและระยะทางในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างใกล้เคียง และสามารถอธิบายวิธีการที่ใช้คาดคะเนได้	- ตรวจใบงานที่ 4.1 สัด ส่วน ทองคำ	- ใบงานที่ 4.1 สัด ส่วน ทองคำ	- จับคู่สัดส่วนในร่างกายและหาค่าได้ประมาณ 1.618 ได้คู่ละ 3 คะแนน - จับคู่สัดส่วนในร่างกายและหาค่าได้ประมาณ 1.5 ถึง 1.7 ได้คู่ละ 2 คะแนน - จับคู่สัดส่วนในร่างกายและหาค่าได้แต่ไม่ใกล้เคียงกับ 1.618 ได้คู่ละ 1 คะแนน

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับการวัด แก่ ปั ญ ห า ใน สถานการณ์ต่างๆ ได้	- สังเกตจากการ ทำกิจกรรมใน ชั้นเรียน - ตรวจแบบฝึก 1 และ แบบฝึก 2 - ตรวจ แบบฝึกหัดที่ 1	- แบบฝึก 1 และ แบบฝึก 2 - แบบฝึกหัดที่ 1	- ผ่าน : ทำแบบฝึก1 และแบบฝึก 2 ได้ถูกต้อง - ไม่ผ่าน : ไม่สามารถทำแบบฝึก1 และแบบฝึก2 ได้ - ดี : ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องครบถ้วนทุกข้อ - พอใช้ : ทำแบบฝึกหัดถูกต้อง 6-8 ข้อ - ปรับปรุง : ทำแบบฝึกหัดได้น้อยกว่า 6 ข้อ

2. การวัดและประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการ

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
นั ก เ รี ย น มี ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง ค นิ ต ศ า ส ต ร์ ใน สถานการณ์ต่างๆ ได้ อย่างเหมาะสม	- สังเกตจาก ก า ร ต อ บ คําถามและการ ทำกิจกรรมใน ชั้นเรียน	- แบบ สังเกต พ ฤ ตี ก ร ร ม - ความสามารถในการแก้ปัญหาใน ชั้น เรี ย น ของ นักเรียน	- มี : สามารถทำความเข้าใจกับ สถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้ง อภิปรายเพื่อหาแนวทางและ วางแผนแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ คำตอบ - ไม่มี : ไม่สามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้ง ไม่สามารถอภิปรายเพื่อหาแนวทางและวางแผนแก้ปัญหา เพื่อให้ได้คำตอบ

12. ใบความรู้

- หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน

13. ใบงาน

- ใบงานที่ 4.1 สัดส่วนทองคำ
- แบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

ใบงานที่ 4.1 อัตราส่วนทอง

เกมอัตราส่วนทอง

นักเรียนเชื่อหรือไม่ว่า

จำนวนของฝั่งตัวเมียหารด้วยจำนวนของฝั่งตัวผู้เท่ากับ 1.618

ความสูงของนักเรียนหารด้วยความสูงจากพื้นถึงสะดือเท่ากับ 1.618

ความยาวจากหัวไหล่ถึงปลายนิ้วมือหารด้วยความยาวจากปลายนิ้วมือถึงข้อศอกก็เท่ากับ 1.618 ยังมีส่วนไหนของร่างกายอีกที่เป็นเช่นนี้

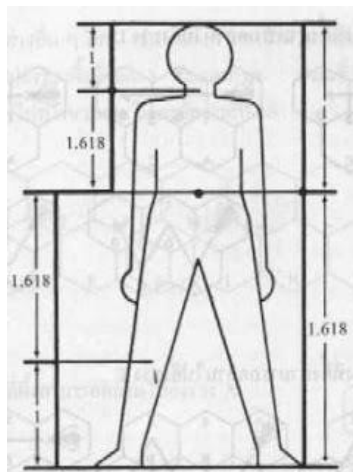
วิธีการทำกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 7 คน
2. ให้แต่ละกลุ่มตรวจสอบสัดส่วนในร่างกายของสมาชิกในกลุ่ม ว่าส่วนไหนในร่างกายที่นำมาหารแล้วได้ค่าประมาณ 1.618
3. บันทึกสัดส่วนที่ได้ในกระดาษและคำนวณหาผลหาร (นักเรียนออกแบบการบันทึก)
4. ตรวจให้คะแนน พร้อมทั้งบันทึกคะแนนที่ได้เพื่อเป็นคะแนนของกลุ่ม
5. นำเสนอหน้าชั้นเรียน

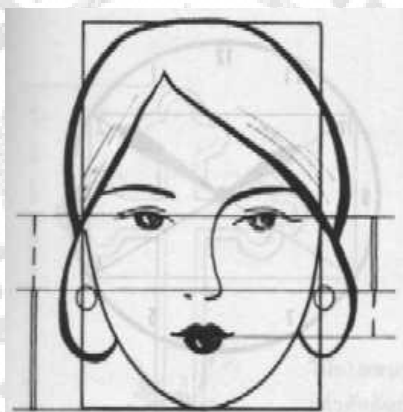
การตรวจให้คะแนน

- จับคู่สัดส่วนในร่างกาย และหาค่าอัตราส่วนทองได้ประมาณ 1.618 ได้คู่ละ 3 คะแนน
- จับคู่สัดส่วนในร่างกาย และหาค่าอัตราส่วนทองได้ประมาณ 1.5 ถึง 1.7 ได้คู่ละ 2 คะแนน
- จับคู่สัดส่วนในร่างกาย และหาค่าอัตราส่วนทองได้น้อยกว่า 1.5 และมากกว่า 1.7 ได้คู่ละ 1 คะแนน

ภาพประกอบ



แบบจำลอง การศึกษาสัดส่วนของมนุษย์ของสถาปนิก Le Corbusier



อัตราส่วนทองของศีรษะและใบหน้า

ที่มา: รุ่งทิวา แยมรุ่ง. (2553). เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา: 63.

ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด					
ตัวชี้วัด / จุดประสงค์การเรียนรู้		ระดับพฤติกรรม			
		รู้จำ (ข้อ)	เข้าใจ (ข้อ)	นำไปใช้ (ข้อ)	วิเคราะห์ (ข้อ)
ค 2.1 ม. 2/1 เปรียบเทียบหน่วย ความยาว หน่วยพื้นที่ ในระบบเดียวกันและ ต่างระบบ และเลือกใช้ หน่วยการวัดได้อย่าง เหมาะสม	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ หน่วยความยาวในระบบ เดียวกันได้และเลือกใช้หน่วย การวัดได้อย่างถูกต้อง			1	
	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ หน่วยความยาวต่างระบบกันได้ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้ อย่างถูกต้อง				1
	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ หน่วยพื้นที่ในระบบเดียวกันได้ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้ อย่างถูกต้อง			1	
	นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ หน่วยพื้นที่ต่างระบบกันได้และ เลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่าง ถูกต้อง				1
ค 2.1 ม. 2/2 คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร และน้ำหนัก ได้อย่างใกล้เคียง และ อธิบายวิธีใช้ในการ คาดคะเน	นักเรียนสามารถคาดคะเนเวลา ได้อย่างใกล้เคียง			1	1
	นักเรียนสามารถคาดคะเน ระยะทางได้อย่างใกล้เคียง			1	1
	นักเรียนสามารถคาดคะเนพื้นที่ ได้อย่างใกล้เคียง			1	1
	นักเรียนสามารถคาดคะเน ปริมาตรได้อย่างใกล้เคียง			1	1

	นักเรียนสามารถคาดคะเน น้ำหนักได้อย่างใกล้เคียง			1	1
ตัวชี้วัด / จุดประสงค์การเรียนรู้		ระดับพฤติกรรม			
		รู้จำ (ข้อ)	เข้าใจ (ข้อ)	นำไปใช้ (ข้อ)	วิเคราะห์ (ข้อ)
	นักเรียนอธิบายวิธีที่ใช้ในการ คาดคะเนได้		1		
มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด					
ค 2.2 ม. 2/1 ใช้ ความรู้เกี่ยวกับความ ยาวและพื้นที่แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่างๆ	นักเรียนสามารถใช้ความรู้ เกี่ยวกับความยาวและพื้นที่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้			4	5
รวม		0	1	11	12



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่องการวัด

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการวัด

คำชี้แจง: แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

1. สิ่งของในข้อใดต่อไปนี้ยาวที่สุด

ก. เชือกยาว 12 นิ้ว

ข. แผ่นไม้ยาว 70 หลา

ค. ท่อพลาสติกยาว 12 ฟุต

ง. ผ้ายาว 0.2 ไมล์

2. บ้านของอ้อยอยู่ห่างจากท่ารถโดยสารไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 20 ไมล์ และบ้านของกิ้งอยู่ห่างจากท่ารถโดยสารไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 30 กิโลเมตร ทุกๆ วันทั้งสองคนจะเดินจากบ้านมาพบกันที่ท่ารถโดยสารเพื่อไปโรงเรียนพร้อมกัน อยากทราบว่าระยะทางของใครไกลกว่ากันและไกลกว่าอยู่เท่าไร

ก. อ้อยเดินไกลกว่ากิ้ง 2 กิโลเมตร

ข. กิ้งเดินไกลกว่าอ้อย 2 กิโลเมตร

ค. อ้อยเดินไกลกว่ากิ้ง 2.48 ไมล์

ง. กิ้งเดินไกลกว่าอ้อย 2.48 ไมล์

3. ฉันทนาต้องการซื้อคอนโดมิเนียมที่มีราคาถูกที่สุด โดยเลือกโครงการที่มีทำเลเดียวกันไว้สามโครงการ โครงการ A มีพื้นที่ 40 ตารางเมตร ราคา 2,500,000 บาท โครงการ B มีพื้นที่ 45 ตารางเมตร ราคา 3,000,000 บาท และโครงการ C ที่มีพื้นที่ 36.8 ตารางเมตร ราคา 2,300,000 บาท ฉันทนาจะเลือกโครงการไหนที่มีราคาต่อตารางเมตรถูกที่สุดและคุ้มค่าที่สุด

ก. โครงการ A

ข. โครงการ B

ค. โครงการ C

ง. โครงการ A หรือโครงการ B

4. กาญซื้อที่ดิน 1 ไร่ 50 ตารางวา ในราคา 360,000 บาท น้ำซื้อที่ดิน 2 งาน 160 ตารางเมตร ในราคา 192,000 บาท ข้อใดอธิบายได้ถูกต้องเมื่อเทียบราคาที่ดินต่อ 1 หน่วยเท่ากัน

ก. กาญซื้อที่ดินในราคาแพงกว่าน้ำ

ข. น้ำซื้อที่ดินในราคาแพงกว่ากาญ

ค. กาญและน้ำซื้อที่ดินในราคาเท่ากัน

ง. น้ำซื้อที่ดินในราคาถูกกว่ากาญ

5. พนักงานฝึกงานในโรงงานแห่งหนึ่ง ต้องทำงานประจำอยู่ที่โรงงานวันละ 7 ชั่วโมง จนจบการฝึกงานโดยไม่มีวันหยุด โดยพนักงานเริ่มฝึกงานตั้งแต่วันที่ 2 มีนาคม 2559 ถึง 2 พฤษภาคม 2559 พนักงานจะต้องฝึกงานประมาณกี่ชั่วโมง

ก. 427 ชั่วโมง

ข. 434 ชั่วโมง

ค. 616 ชั่วโมง

ง. 644 ชั่วโมง

6. การเดินทางจากประเทศไทยไปประเทศเกาหลีโดยเครื่องบิน ใช้เวลาเดินทางประมาณ 6 ชั่วโมง 20 นาที ถ้าออกเดินทางวันที่ 12 สิงหาคม เวลา 23.30 น. จะถึงประเทศเกาหลีเวลาประมาณเท่าไร ตามเวลาท้องถิ่นของประเทศเกาหลี (กำหนดให้เวลาท้องถิ่นของประเทศเกาหลีเร็วกว่าเวลาท้องถิ่นของประเทศไทย 2 ชั่วโมง)

ก. วันที่ 13 สิงหาคม เวลา 05.30 น.

ข. วันที่ 13 สิงหาคม เวลา 05.50 น.

ค. วันที่ 13 สิงหาคม เวลา 07.30 น.

ง. วันที่ 13 สิงหาคม เวลา 07.50 น.

7. สূดาเดินรอบสนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 50 วา ยาว 70 วา วันละ 10 รอบ สূดาเดินเป็นระยะทางประมาณกี่กิโลเมตร

ก. 2 กิโลเมตร

ข. 2.4 กิโลเมตร

ค. 4 กิโลเมตร

ง. 4.8 กิโลเมตร

8. ชายคนหนึ่งต้องการเดินไปยังตึก A โดยเดินจากสถานีรถไฟฟ้าไปยังตึก A ด้วยความเร็ว 2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อีก 1 ชั่วโมงต่อมา ชายอีกคนหนึ่งออกจากรถไฟฟ้าไปยังตึก A เช่นเดียวกัน และเดินด้วยอัตราเร็ว 3 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ชายคนหลังเดินทันชายคนแรกที่ตึก Aพอดี จงหาระยะทางจากรถไฟฟ้าไปถึงตึก A เป็นระยะทางประมาณเท่าไร (ระยะทาง = ความเร็ว $\times$ เวลา)

ก. 4 กิโลเมตร

ข. 6 กิโลเมตร

ค. 8 กิโลเมตร

ง. 10 กิโลเมตร

9. ชายคนหนึ่งต้องการสร้างรั้วกั้นกาแฟรูปวงกลม โดยมีพื้นที่ 38 ตารางวา อยากทราบว่าชายคนนี้ต้องใช้เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณเท่าไรในการสร้างรั้วกั้นกาแฟ ($\pi = 3.14$)

ก. 6 เมตร

ข. 7 เมตร

ค. 12 เมตร

ง. 14 เมตร

10. ข้าวสารถุงที่หนึ่งหนัก 12.76 ปอนด์ ข้าวสารถุงที่สองหนัก 2.48 กิโลกรัม ข้าวสารถุงที่หนึ่งหนักกว่าข้าวสารถุงที่สองประมาณกี่กิโลกรัม

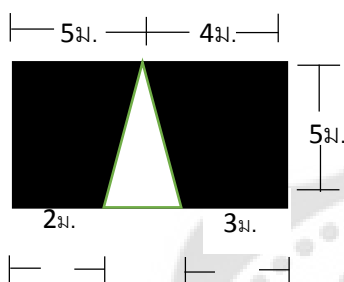
ก. 2 กิโลกรัม

ข. 2.5 กิโลกรัม

ค. 3 กิโลกรัม

ง. 3.5 กิโลกรัม

11. ชาวสวนต้องการปลูกดอกทิวลิปบนพื้นที่รูปสามเหลี่ยม ดังรูป และปลูกหญ้าในบริเวณที่เหลือ ชาวสวนจะปลูกหญ้าได้ประมาณกี่ตารางเมตร



ก 25 ตารางเมตร

ข. 30 ตารางเมตร

ค. 35 ตารางเมตร

ง. 40 ตารางเมตร

12. บ้านหลังหนึ่งมีแท็งก์น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3 ใบ ที่มีความจุน้ำดังนี้



90 ลบ.ม.



121 ลบ. ม.



132 ลบ. ม.

เจ้าของบ้านต้องการสร้างแท็งก์น้ำทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหม่ 1 ถังที่สามารถบรรจุน้ำที่อยู่ในแท็งก์ทั้งหมด เจ้าของบ้านต้องสร้างแท็งก์ใหม่ที่มีความยาวประมาณด้านละกี่เมตร จึงจะบรรจุน้ำทั้งหมดนี้ได้และประหยัดที่สุด

ก. 7 เมตร

ข. 9 เมตร

ค. 10 เมตร

ง. 11 เมตร

13. มะลิผสมพริกเกลือสำหรับกินกับผลไม้ โดยใช้น้ำตาล 2 ช้อน เกลือ 2 ช้อนชา พริกป่น 1 ช้อน โตะคิดของผสมทั้งหมดประมาณกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 45 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 55 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 75 ลูกบาศก์เซนติเมตร

14. โรงสีข้าวแห่งหนึ่งมีข้าวสาร 10 ตัน แพ็คข้าวสารใส่ถุง ถุงละ 2 กิโลกรัม และต้องส่งออกไปตามร้านค้าต่าง ๆ วันละ 100 กิโลกรัม ในแต่ละวันโรงสีข้าวจะต้องแพ็คข้าวสารส่งออกไปร้านค้าต่าง ๆ วันละกี่ถุง และต้องส่งออกข้าวสารไปร้านค้าประมาณกี่วันข้าวสารจึงจะหมดพอดี

- ก. 50 ถุง 50 วัน ข. 50 ถุง 100 วัน ค. 5,000 ถุง 50 วัน ง. 5,000 ถุง 100 วัน

15. อาคารแห่งหนึ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากสูง 5 เมตร ยาว 10 เมตร กว้าง 8 เมตร และความยาวรอบอาคารเท่ากับ 36 เมตร เราสามารถคาดคะเนพื้นที่ของพื้นอาคารได้อย่างไร

- ก. นำความกว้างคูณกับความยาว
ข. นำความยาวรอบอาคารคูณกับความสูง
ค. นำความสูงคูณกับความยาวคูณกับความกว้าง
ง. นำความกว้างคูณกับความยาว บวกด้วยความยาวรอบสนาม

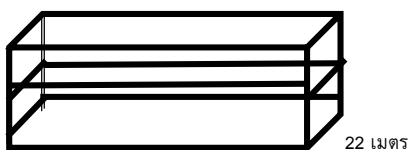
16. สระว่ายน้ำแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านยาวยาวเป็น 3 เท่าของด้านกว้าง ถ้าสระว่ายน้ำนี้มีความยาวรอบรูป 24 เมตร สระว่ายน้ำนี้จะมีด้านยาวและด้านกว้างยาวเท่าไร

- ก. 2 เมตร และ 6 เมตร ข. 3 เมตร และ 9 เมตร
ค. 5 เมตร และ 15 เมตร ง. 6 เมตร และ 18 เมตร

17. แผ่นกระดาษรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแผ่นหนึ่ง มีเส้นทแยงมุมยาว 32 เซนติเมตร และ 40 เซนติเมตร กระดาษแผ่นนี้มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

- ก. 36 ตารางเซนติเมตร ข. 144 ตารางเซนติเมตร
ค. 640 ตารางเซนติเมตร ง. 1,280 ตารางเซนติเมตร

18. ฟาร์มเลี้ยงโคนมมีพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า 242 ตารางวา มีความกว้าง 22 เมตร ต้องการล้อมรั้วด้วยลวดหนามรอบที่ดินแปลงนี้สามชั้นดังรูป จะใช้ลวดหนามยาวทั้งหมดกี่เมตร



- ก. 132 เมตร ข. 198 เมตร ค. 396 เมตร ง. 412 เมตร

19. ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 วา ต้องการขายที่ดินทั้งหมดในราคาตารางวาละ 12,000 บาท เพื่อซื้อที่ดินอีกแปลงหนึ่งในราคาตารางวาละ 15,000 บาท ชายคนนี้จะซื้อที่ดินแปลงใหม่ได้ประมาณ กี่งาน

ก. 10 งาน

ข. 12 งาน

ค. 15 งาน

ง. 20 งาน

20. ห้องทำงานหนึ่งกว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร ถ้าใช้กระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 2 เมตร ปูเต็มพื้นห้องต้องใช้กระเบื้องกี่แผ่น

ก. 30 แผ่น

ข. 50 แผ่น

ค. 100 แผ่น

ง. 150 แผ่น





แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด



ชื่อ – นามสกุล ชั้น เลขที่

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

ข้อที่ 1 สนามฟุตบอลกว้าง 21 เมตร ยาว 30 เมตร ต้องการสร้างทางเดินกว้าง 2 เมตรโดยรอบสนาม ทางเดินที่สร้างขึ้นจะมีพื้นที่เท่าใด

วิเคราะห์ปัญหาโดย

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา (ระบุวิธีแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

วิธีคิด / วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

คำตอบ / ข้อสรุป

.....

.....

ข้อที่ 2 สูด้าซื้อเค้กวันเกิดรูปวงกลมมาให้แม่ โดยสด้าต้องการปักเทียนรอบเค้กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 16 นิ้ว โดยเทียนห่างจากขอบเค้กประมาณ 1 นิ้ว และเทียนที่ปักรอบเค้กมีระยะห่างกัน 5.5 นิ้ว จะต้องใช้เทียนประมาณกี่เล่ม

วิเคราะห์ปัญหาโดย

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา (ระบุวิธีแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

วิธีคิด / วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ / ข้อสรุป

.....

.....

ข้อที่ 3 สนามหญ้ารูปวงกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 49 เมตร ถ้าต้องการปลูกหญ้าให้ทั่วทั้งสนามหญ้าต้องปลูกหญ้ากี่ตารางเมตร และจะล้อมรั้วด้วยเส้นลวดจะต้องใช้เส้นลวดที่มีความยาวเท่าไร

วิเคราะห์ปัญหาโดย

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา (ระบุวิธีแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

วิธีคิด / วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ / ข้อสรุป

.....

.....

ข้อที่ 4 แผ่นป้ายโฆษณารูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแผ่นหนึ่งมีพื้นที่ 1,200 ตารางฟุต ซึ่งมีด้านยาวเท่ากับ 20 หลา ถ้าต้องการทำกรอบหนาทุกด้าน ด้านละ 2 ฟุต ดังนั้นจะเหลือพื้นที่เป็นส่วนโฆษณาที่ตารางเมตร

วิเคราะห์ปัญหาโดย

.....

.....

.....

.....

.....

วางแผนแก้ปัญหา (ระบุวิธีแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

วิธีคิด / วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ / ข้อสรุป

.....

.....



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด

คะแนน (ระดับพฤติกรรมที่ แสดงออก)	เกณฑ์การพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียน
4 (ดีมาก)	- สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน - วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการไปใช้อย่างถูกต้อง แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
3 (ดี)	- สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน - วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา นำวิธีการไปใช้อย่างถูกต้อง แต่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาชัดเจน - ไม่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
2 (พอใช้)	- สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน - วิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาไม่ชัดเจน - ไม่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
1 (ต้องปรับปรุง)	- สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้องชัดเจน - ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง - ไม่สามารถสรุปคำตอบได้ถูกต้อง
0 (แก้ไข)	- ไม่สามารถทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง - ไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหา แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และไม่สามารถสรุปคำตอบที่ถูกต้องได้

ภาคผนวก ค

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
3. ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
5. ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
7. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
8. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่าง
คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

แผนการ จัดการเรียน การสอนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	0	+1	2	0.67
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1
13	0	+1	+1	2	0.67
14	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	0	2	0.67
16	+1	+1	0	2	0.67
17	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	+1	3	1
19	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	0	2	0.67
21	+1	+1	+1	3	1
22	+1	+1	+1	3	1
23	+1	+1	+1	3	1

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
24	+1	+1	+1	3	1
25	+1	+1	+1	3	1
26	+1	+1	+1	3	1
27	+1	+1	+1	3	1
28	+1	+1	+1	3	1
29	+1	+1	+1	3	1
30	+1	+1	+1	3	1
31	+1	+1	0	2	0.67
32	+1	+1	+1	3	1
33	0	+1	+1	2	0.67
34	+1	+1	+1	3	1
35	+1	+1	+1	3	1
36	+1	+1	+1	3	1
37	+1	+1	+1	3	1
38	+1	+1	+1	3	1
39	+1	+1	+1	3	1
40	+1	+1	+1	3	1

จากตาราง จะเห็นว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 ทุกข้อ

ตาราง 8 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์

ข้อที่	p	R	ข้อที่	p	R
1	0.68	0.38	11	0.65	0.31
2	0.69	0.28	12	0.31	0.25
3	0.71	0.43	13	0.56	0.38
4	0.53	0.31	14	0.65	0.31
5	0.59	0.43	15	0.31	0.25
6	0.72	0.31	16	0.62	0.38
7	0.59	0.43	17	0.71	0.31
8	0.68	0.37	18	0.62	0.50
9	0.22	0.31	19	0.25	0.25
10	0.75	0.25	20	0.50	0.38

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson) มีค่าเท่ากับ 0.82

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด จำนวน 8 ข้อ

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	0	2	0.67
4	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดย
พิจารณาข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.5 จึงคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่
0.67 – 1.00 จำนวน 8 ข้อ

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด จำนวน 4 ข้อ

ข้อที่	P_E	D
1	0.65	0.37
2	0.52	0.54
3	0.55	0.46
4	0.80	0.54

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.52-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.37-0.54 โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 4 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ดี และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ 0.74

ตาราง 11 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย	คะแนนจากผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2
1	7	7
2	5	5
3	6	5
4	6	6
5	5	5
6	4	4
7	5	3
8	5	5
9	2	2
10	3	4
11	7	7
12	6	6
13	7	7
14	3	2
15	6	6
16	4	4
17	4	4
18	6	6
19	3	3
20	6	6
21	6	6
22	6	6
23	6	6
24	4	5
25	4	4

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย	คะแนนจากผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2
26	6	6
27	4	5
28	6	6
29	3	3
30	4	5
31	6	6
32	2	2

ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ตามเกณฑ์การให้คะแนน โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.93

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI) ที่เน้น การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนน ผลต่าง
1	12	15	3
2	6	6	0
3	5	8	3
4	6	11	5
5	4	5	1
6	10	15	5
7	11	8	-3
8	10	10	0
9	11	13	2
10	11	15	4
11	4	5	1
12	11	17	6
13	6	7	1
14	3	9	6
15	8	7	-1
16	4	4	0
17	9	13	4
18	11	11	0
19	10	13	3
20	3	6	3
21	8	11	3
22	4	8	4
23	11	15	4
24	14	18	4
25	6	11	5
26	10	11	1

ตาราง 12 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนน ผลต่าง
27	13	15	2
28	7	12	5
29	5	7	2
30	8	14	6
31	6	9	3
32	9	13	4
33	4	5	1
34	7	12	5
35	2	6	4
36	5	7	2
37	10	10	0
38	6	9	3
39	7	9	2
40	6	9	3
41	3	8	5
42	8	12	4
43	5	6	1

ตาราง 13 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยการสอนแนะให้รู้จัก (CGI)
ที่เน้นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนน ผลต่าง
1	15	16	1
2	4	8	4
3	2	8	6
4	0	4	4
5	0	4	4
6	0	4	4
7	4	8	4
8	4	8	4
9	0	4	4
10	9	12	3
11	0	0	0
12	4	8	4
13	0	0	0
14	0	4	4
15	4	12	8
16	0	4	4
17	4	9	5
18	8	6	-2
19	2	8	6
20	0	4	4
21	0	5	5
22	2	7	5
23	16	16	0
24	8	8	0
25	0	4	4
26	2	8	6

ตาราง 13 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน Pre-test	คะแนนหลังเรียน Post-test	คะแนน ผลต่าง
27	0	5	5
28	5	10	5
29	0	4	4
30	0	4	4
31	0	0	0
32	0	4	4
33	0	0	0
34	0	4	4
35	0	4	4
36	0	3	3
37	0	3	3
38	0	5	5
39	0	4	4
40	12	12	0
41	2	4	2
42	8	12	4
43	3	9	6



ภาคผนวก ง
บรรยากาศในชั้นเรียน





ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวปวันรัตน์ วัฒนะ
วันเดือนปีเกิด	31 ธันวาคม 2532
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ที่อยู่ปัจจุบัน	19/55 หมู่ที่ 3 ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ
พ.ศ. 2554	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2558	การศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ