

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
กับการสอนตามปกติ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2556

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
กับการสอนตามปกติ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
กับการสอนตามปกติ



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
กันยายน 2556

ปรวี อ่อนสอาด. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 50 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกำหนด (Random Assignment) ระยะเวลาทดลองจำนวน 18 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized control – group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t – test for Independent Samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score) และ t – test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF MATHEMATICAL ACHIEVEMENT AND COMMUNICATION
COMPETENCY ON MEASUREMENT OF MATTHAYOMSUKSA II STUDENTS
LEARNING THROUGH TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI) AND
TRADITIONAL TEACHING METHOD



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

September 2013

Paurawee Oonsaord. (2013). *A Comparison of Mathematics Achievement and Communication Competency on Measurement of Matthayomsuksa II Students Learning Through Team Assisted Individualization (TAI) And Traditional Teaching Method*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Prof. Dr.Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to compare mathematical achievement reasoning and communication competency of Matthayomsuksa II students before and after obtaining teaching Team Assisted Individualization (TAI) and to compare them to the criterion.

The subjects of this study were 50 Matthayomsuksa II students in the first semester of the 2012 academic year at Watthongpadit School, Songpinong, Suphanburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 18 fifty minute periods. The Randomized control – group Pretest – Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the mathematics achievement test and mathematics communication competency test. The data were statistically analyzed by using t – test for independent samples of difference score and t – test for one sample.

The findings were as follows :

1. The mathematical achievement of teaching Team Assisted Individualization (TAI) was higher than students who were taught through traditional teaching method at .01 level of significance.
2. The mathematical achievement of the experimental group obtaining teaching Team Assisted Individualization (TAI) was statistically higher than the 70 percent criterion at .01 level of significance.
3. The mathematical communication competency of teaching Team Assisted Individualization (TAI) was higher than students who were taught through traditional teaching method at .01 level of significance.
4. The mathematical communication competency of the experimental group obtaining teaching Team Assisted Individualization (TAI) was statistically higher than the 70 percent criterion at .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
กับการสอนตามปกติ

ของ

ประวี อ่อนสอาด

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่..... เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ) (อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไฟโรจน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ ดร.สุนิสา สุมิรัตน์ อาจารย์ ดร.ศุภวรรณ สัจจพิบูลและอาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำชี้แนะในการจัดทำปริญญานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาในการศึกษาหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวัต พรหมเพ็ญ ศน.ยีนง ราชวงษ์ และอาจารย์สมนึก คู่เมือง ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำปรึกษา แนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทุ่งคอก ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ ครูโรงเรียนวัดทุ่งคอก และครูโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ทุกท่าน ที่ได้อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลือในการจัดเก็บข้อมูลจนสำเร็จ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดทุ่งคอกที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และนางยุพดี โชติพันธ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ ศน.สมปอง พึ่งเนตร ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอ่างทอง ที่ได้แนะนำผู้วิจัยให้รู้จักผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ อีกทั้งยังติดต่อประสานงาน และติดตามความคืบหน้าของงานที่ส่งผู้เชี่ยวชาญ และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี และนางอุไรวรรณ อ่อนสอาด ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดสามประชุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอ่างทอง ที่คอยให้คำปรึกษา คอยกระตุ้น ให้กำลังใจตลอดการทำวิจัยครั้งนี้ และยังสนับสนุนเงินทุนตลอดหลักสูตร

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และสมาชิกครอบครัวผู้เป็นกำลังใจสนับสนุนผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดาและครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ปรีวี อ่อนสอาด

สารบัญ

บทที่

	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	9
สมมติฐานของการวิจัย.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	12
ความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	12
ความหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	12
ลักษณะของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	13
หลักการของวิธีการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	16
ข้อดีของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล.....	18
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	20
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	20
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	24
สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	26
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	28
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	31
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์..	34
ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	34
ความสำคัญความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	37
ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	38
แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	42
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	44
3 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย.....	48
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	48
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	49
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	66
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	66
สมมติฐานของการวิจัย.....	66
วิธีดำเนินการวิจัย.....	66
สรุปผลการวิจัย.....	68
อภิปรายผล.....	69
ข้อเสนอแนะ.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก.....	83
ภาคผนวก ก	84
ภาคผนวก ข	91
ภาคผนวก ค	104

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก (ต่อ)	
ภาคผนวก ง	128
ภาคผนวก จ	143
ประวัติย่อผู้วิจัย	145



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	43
2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....	54
3 แบบแผนการวิจัย.....	57
4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง (สอนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ).....	63
5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	64
6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง (สอนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ).....	64
7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล(TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70).....	65
8 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด.....	85
9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 12 ข้อ.....	87
10 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 30 ข้อ.....	88
11 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด.....	90

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
12	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score).....	92
13	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score).....	95
14	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลองหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด.....	98
15	คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด.....	101

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
---	-------------------------	---



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการศึกษาเป็นปัจจัยที่สำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาบุคคลให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ รู้จักคิดและสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าต่อตนเอง สังคมและประเทศชาติ ถ้าพลเมืองของประเทศได้รับการศึกษาดี ย่อมเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพและมีความจริงจังยั่งยืนในการพัฒนา และการที่จะประสบความสำเร็จเช่นนี้ได้ ก็ต้องเกิดจากการวางรากฐานการจัดการศึกษาที่เหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติปี พ.ศ. 2542 (กรมสามัญศึกษา 2542: 17 – 23) มีแนวทางการจัดการศึกษาว่าการจัดการศึกษาจำเป็นต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคน มีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพของตนเอง ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงควรเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ที่ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 13)

สภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งยุพิน พิพิธกุล (2539: 3 – 8) ได้เคยกล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับตัวครูไว้ว่า ครูใช้วิธีการสอนแบบเก่าซึ่งเป็นแบบบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนให้นักเรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลาง ไม่คำนึงถึงนักเรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังต้องความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปัญหาเหล่านี้ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 2)

แนวทางในการปรับปรุงการจัดการกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ถือเป็นหน้าที่ของครูโดยตรง ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงระดับความสามารถและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องเริ่มจากง่ายไปยาก จากรูปธรรมไปสู่กึ่งนามธรรมและนามธรรม ใช้สื่อต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประกอบการศึกษาค้นคว้า (ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล. 2553: คำนำ) ตลอดจนผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องอาศัยกระบวนการคิด การตัดสินใจ กระบวนการทำงานกลุ่ม

การจัดกิจกรรมโดยใช้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนหรือการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันเป็นกลุ่มย่อยจึงมีความสำคัญ และสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นลักษณะการเรียนเป็นกลุ่ม โดยจัดการเรียนการสอน ครูจะเข้ามามีบทบาทน้อยที่สุด แต่ครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นเด็ก มีการตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งจากเพื่อนและครูผู้สอน (สำรวย หาญห้าว, 2550: 32)และยังเป็นการฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ใน การศึกษาเนื้อหาเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจน อันจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถทางสติปัญญา ความมีวินัยในตนเองและทักษะทางสังคมโดยรวม (ไพโรจน์ เบขุนทด, 2544: 1-2) อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง และยังสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ (Slavin, 1990: 34 – 53) ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สลาวิน (Slavin, 1990: 22 – 24) ได้พัฒนาวิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยประยุกต์เอาหลักการเรียนแบบร่วมมือเข้ารวมกับการเรียนเป็นรายบุคคล โดยเป็นรูปแบบของการเรียนเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน มีการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน ครูผู้สอนจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนในอันที่จะหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งวิธีดังกล่าวคือ Team Assisted Individualization (TAI) จุดสำคัญของการสอนแบบ TAI คือ การสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล และส่งเสริมความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม (Slavin, 1987) อีกทั้งการสอนแบบ TAI นั้นนักเรียนจะต้องทำแบบฝึกทักษะเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ มีการทำงานเป็นกลุ่ม มีการให้เพื่อช่วยเพื่อน มีการถ่ายโอนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวก็จะช่วยให้เด็กเกิดความรับผิดชอบ มีความอดทน มีความเสียสละและสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียน

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ พรชนก ช่วยสุข (2545: 104 – 105); ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และศิริพร คล่องจิตต์ (2548: 52 – 53) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI (Team Assisted Individualization) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อมาพันทิพา ทับเที่ยง (2550: 101) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) จากผลการศึกษาพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล เกิดความคงทนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ 4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มีความคงทนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันและสำรวย หาญห้าว (2550: 72) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด โดยระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (NCTM. 1989: 214) อีกทั้งยังเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการนำเสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่องการวัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสู่การวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) สามารถนำรูปแบบการสอนดังกล่าวมาพัฒนาปรับปรุงกับการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และผู้สอนจะได้มีแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารของนักเรียน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน วิชา คณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกำหนด (Random Assignment) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

กลุ่มควบคุม นักเรียน 25 คน ได้รับการสอนตามปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ จำแนกเป็น
 - 1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.2 การจัดการเรียนการสอนตามปกติ
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ พุทธศักราช 2552 เรื่อง การวัด ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. ความเป็นมาของการวัด | จำนวน 2 คาบ |
| 2. การวัดความยาว | จำนวน 4 คาบ |
| 3. การวัดพื้นที่ | จำนวน 3 คาบ |
| 4. การวัดปริมาตรและน้ำหนัก | จำนวน 3 คาบ |
| 5. การวัดเวลา | จำนวน 3 คาบ |

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 18 คาบคาบเรียนละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) 15 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) หมายถึง วิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการเรียนการสอน ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนในการหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม และมีการฝึกฝนโดยใช้แบบฝึกทักษะให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1.1 ขั้นการจัดกลุ่มนักเรียนโดยแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน คณะความสามารถ มีอัตราส่วน 1 : 2 : 1 คือ นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน โดยดูจากผลคะแนนของผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จากนั้นครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ สนทนา กระตุ้น เชื่อมโยงการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้

1.2 ขั้นนำเสนอบทเรียน โดยครูเป็นผู้นำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยอธิบายมโนหลัก ครูและนักเรียนและร่วมกันอภิปราย ชักถาม ยกตัวอย่าง

1.3 ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่เพื่อช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเช็คและการตรวจผลงาน โดยนักเรียนจะต้องทำเป็นรายบุคคลด้วยตนเองตามความสามารถในเอกสารที่แบ่งเป็นตอนๆ ในการทำแบบฝึกทักษะนักเรียนจะต้องทำให้ผ่านทุกข้อในแต่ละตอน เพื่อนช่วยเหลือในการตรวจแบบฝึกทักษะจากบัตรเฉลยในแต่ละตอน หากผ่านในตอนนั้นจึงจะสามารถทำแบบฝึกทักษะตอนต่อไปได้ และเพื่อจะช่วยอธิบายให้เกิดความเข้าใจก่อนที่จะขอความช่วยเหลือจากครู

1.4 ขั้นการทดสอบย่อย เมื่อนักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะครบทุกตอนและนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 โดยต้องผ่านเกณฑ์ 75 % หากนักเรียนทำไม่ผ่านครูจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ โดยจะเรียกนักเรียนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนเป็นกลุ่มเล็ก และกลับไปทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 2 ที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับชุดแรก เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละชั่วโมงครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุปอภิปรายเนื้อหาทั้งชั้นอีกครั้ง

1.5 ขั้นการทดสอบประจำหน่วย ครูจะทำการทดสอบเมื่อนักเรียนเรียนจบในชั่วโมงสุดท้ายของหน่วยการเรียน ซึ่งแบบทดสอบรวมจะมีเนื้อหาที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดในหน่วยนั้นๆ และในการทดสอบนักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ 75% ขึ้นไป

1.6 ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม ครูจะรวบรวมคะแนนกลุ่มซึ่งได้จากการนำเอาคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้รับจากการทำแบบทดสอบประจำเรื่องมาหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เกณฑ์การให้รางวัลแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ (Super Team) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มรองชนะเลิศ (Great Team) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยเป็นกลุ่มดี (Good Team) กลุ่มชนะเลิศก็จะได้รับรางวัล

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถของ ผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ในการเรียนรู้ วิชา คณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถวัด ออกมาเป็นคะแนนซึ่งได้มาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643 - 685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

2.1 ด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้าน ข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยามและการใช้กระบวนการในการคิดคำนวณ

2.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบ หนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

2.4 ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและ ไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้าง สูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

3. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาพูดและเขียน ใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจ กระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ ได้มาจากคะแนนผลต่างระหว่างก่อนและ หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัด ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ โดยพิจารณาจากการนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวความคิด โดยอาศัยหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย บรรยายวิธีการ แก้ปัญหา ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบรูบริค (Rubric Assessment) จากการศึกษาเอกสารของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

3.1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)

1. ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
2. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
3. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง

4. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
- 3.2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 1. ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 2. มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 3. ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 4. ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
- 3.3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 1. การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 2. การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 3. การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 4. การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

4. เกณฑ์

เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่าหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) แล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ ในที่นี้กำหนดเกณฑ์ ร้อยละ 70 การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำมาเฉลี่ยคะแนนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 แนวการปฏิบัติการวัดผลมีดังนี้

คะแนนร้อยละ 80 – 100 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75 – 79 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนร้อยละ 70 – 74 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

คะแนนร้อยละ 65 – 69 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60 – 64 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ น่าพอใจ

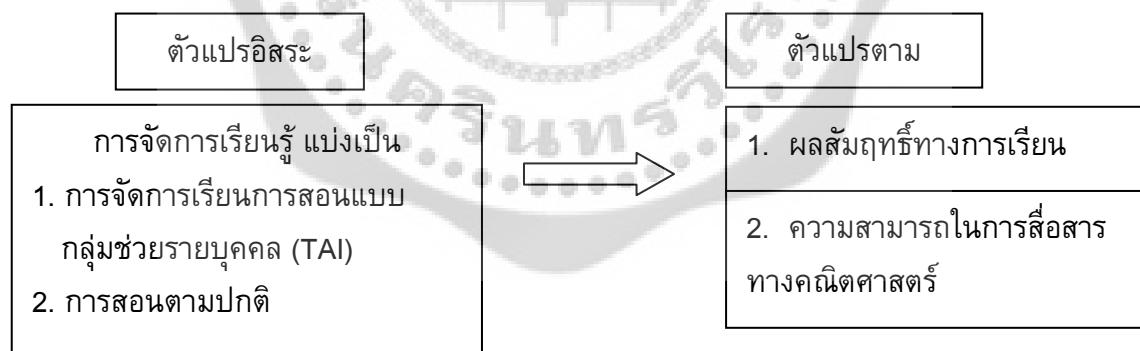
คะแนนร้อยละ 55 – 59 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนร้อยละ 50 – 54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

คะแนนร้อยละ 0 – 54 หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ของสลาวิน (Slavin) ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการเรียนการสอน ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนในการหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม และมีการฝึกฝนโดยใช้แบบฝึกทักษะให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ สามารถช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และจะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่อง การวัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่อง การวัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยและการตั้งสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ จึงได้นำเสนอองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยตามลำดับต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.1 ความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.2 ความหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.3 ลักษณะของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.4 หลักการของวิธีการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.5 ข้อดีของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
 - 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 เทคนิคการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

1.1 ความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

TAI เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัยจอห์น ฮอปกินส์ (John Hopkins University) ประเทศสหรัฐอเมริกา (Slavin. 1990: 22 – 24) โดยในช่วงทศวรรษที่ 60 ได้มีงานวิจัยที่คาดหวังว่าวิธีการสอนนักเรียนรายบุคคลและวิธีการสอนที่เกี่ยวข้อง น่าจะใช้ได้ดีในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามงานวิจัยหลายชิ้นที่ทำการประเมินผลการสอนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีแบบนี้สรุปตรงกันว่า วิธีการสอนรายบุคคลได้ผลไม่แตกต่างไปจากการสอนแบบเก่า ทั้งนี้เพราะครูใช้เวลาในการบริหารงานสอนมากเกินไป แทนที่จะใช้เวลาในการสอน การสนใจในการเรียนยังมีน้อย และนักเรียนเชื่อถือตำรามากกว่าการสอนหน้าชั้นของครู

ใน ค.ศ. 1980 ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนต่าง ๆ เพื่อหาวิธีการสอนที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการวิจัยพบปัญหาว่าในชั้นเรียนหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทำให้เกิดปัญหาสำหรับครูที่จะเลือกวิธีสอน และนักเรียนที่เรียนอ่อน จะถูกมองข้ามความสำคัญจากเพื่อนในห้องจากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงเริ่มศึกษาถึงการให้นักเรียน เรียนเป็นกลุ่มโดยยึดหลักว่า หากการเรียนการสอนมีการจัดการอย่างถูกต้อง มีการเสริมแรง และให้มีการรับผิดชอบ และช่วยเหลือกันภายในกลุ่มจะทำให้การเรียนดีขึ้น จากการศึกษาพบว่า การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) กับการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) ซึ่งวิธีนี้จะเป็นการก่อให้เกิดความช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ มีการสนับสนุนซึ่งกันและกันเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น รวมทั้งเป็นการลดการจัดการในการสอน โดยโอนให้นักเรียนเป็นคนทำเช่น การตรวจคำตอบ การบันทึกคะแนน ครูก็จะมีเวลาให้กับนักเรียนมากขึ้น ซึ่งวิธีการใหม่ที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า TAI (Team Assisted Individualization)

1.2 ความหมายของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

TAI (Team Assisted Individualization) ได้รับการพัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัย จอห์น ฮอปกินส์ (John Hopkins University) ประเทศสหรัฐอเมริกา (Slavin. 1990: 83) ซึ่งหมายถึง วิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล โดยประยุกต์เอาหลักการเรียนแบบร่วมมือเข้าร่วมกับการเรียนเป็นรายบุคคล โดยเป็นรูปแบบของการเรียนเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนในกลุ่มทำการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน มีการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน ครูผู้สอนจะให้ความสำคัญอิสระแก่นักเรียนในอันที่จะหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม

สุรพล ประยงค์พันธ์ (2530: 17) ได้กล่าวว่าการเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะมีชุดการสอนคนละชุดเพื่อศึกษาเนื้อหาเดียวกัน เมื่อนักเรียนคนหนึ่งคนใดมีปัญหาในการเรียนก็ปรึกษาหารือกับเพื่อนในกลุ่มได้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2546: ออนไลน์) ได้กล่าวว่า วิธีเรียนแบบกลุ่มช่วยเรียนรายบุคคล หมายถึง วิธีการเรียนที่แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน คณะพิเศษและความสามารถ โดยแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนเนื้อหาจากชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เมื่อมีปัญหาหรือไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนตอนใดก็สามารถปรึกษาและช่วยเหลือกันภายในกลุ่มของตนได้และจะมีการแข่งขันระหว่างกลุ่มโดยดูจากคะแนนของกลุ่มซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบรายบุคคลของสมาชิกทุกคนในกลุ่มรวมกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ TAI หมายถึง วิธีการสอนที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) และการสอนรายบุคคล (Individualized Instruction) เข้าด้วยกัน มาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถพัฒนาการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมาช่วยในการเรียนการสอน ครูเป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ และจะให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนในการหาความรู้จากเพื่อนในกลุ่ม และมีการฝึกฝนโดยใช้แบบฝึกทักษะให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ

1.3 ลักษณะของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

สลาวิน (Slavin, 1995: 102 – 104) ได้อธิบายไว้ดังต่อไปนี้

1. การจัดกลุ่ม (Team) นักเรียนจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน คณะพิเศษและความสามารถ
2. การทดสอบเพื่อการเรียนเนื้อหาที่เหมาะสม (Placement Test) ในการเริ่มต้นของการเรียน นักเรียนทุกคนจะถูกทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในการเรียนเนื้อหา
3. วัสดุหลักสูตร (Curriculum Materials) หลังจากผู้สอนสอนบทเรียนแล้วผู้เรียนจะทำงานในกลุ่มของตนเอง โดยมีสื่อหรือวัสดุหลักสูตรการสอนด้วยตนเองที่ครอบคลุมเนื้อหาซึ่งจะอยู่ในรูปของแบบฝึกทักษะโดยมีส่วนประกอบดังนี้
 - 3.1 เอกสารแนะนำบทเรียน เป็นหน้าที่อธิบายวิธีการทำแบบฝึกทักษะเป็นขั้นตอน
 - 3.2 แบบฝึกทักษะ ประกอบด้วยปัญหาซึ่งจะแบ่งเป็น 4 ตอน โดยจะเริ่มด้วยการแนะนำทักษะย่อย ๆ ที่จะนำไปสู่ความสามารถในการพัฒนาการเรียนรู้ทักษะทั้งหมด
 - 3.3 แบบทดสอบย่อย (Formative Test) เป็นแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยคำถาม 10 ข้อ
 - 3.4 แบบทดสอบประจำหน่วยการเรียน (Unit Test) มีจำนวน 15 ข้อ
 - 3.5 แผ่นคำตอบแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบย่อย ส่วนแผ่นคำตอบของแบบทดสอบรวมประจำหน่วยจะแยกออกไปต่างหาก
4. การเรียนเป็นกลุ่ม (Team Study) นักเรียนจะเริ่มฝึกทักษะตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ของหน่วยการเรียนโดยจะทำแบบฝึกทักษะภายในกลุ่มตามลำดับดังนี้

4.1 สมาชิกของแต่ละกลุ่มทำการจับคู่กันเพื่อทำการเช็คหรือตรวจสอบซึ่งกันและกัน

4.2 นักเรียนศึกษาเอกสารแนะนำบทเรียน และถามครูได้ หากเกิดความไม่เข้าใจ

4.3 นักเรียนแต่ละคนเริ่มทำแบบฝึกทักษะจากโจทย์ปัญหาที่ละขั้นตอน แล้วให้เพื่อนร่วมทีมตรวจคำตอบให้ตามบัตรเฉลยด้านหลังของแบบฝึกทักษะ ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่ผ่านในข้อใด กลุ่มจะต้องช่วยกันอธิบายหรือสอนให้เข้าใจก่อนที่จะถามครูจนกว่าจะผ่านแล้วจึงทำแบบฝึกทักษะลำดับต่อไป

4.4 เมื่อนักเรียนทั้งกลุ่มทำแบบฝึกทักษะได้ถูกต้องครบแล้ว ต่อไปครูจะให้ นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย จำนวน 10 ข้อ ผู้เรียนจะต้องทำให้ผ่าน 8 ข้อใน 10 ข้อ ถ้าไม่ผ่านผู้สอน จะต้องเข้าไปช่วยเหลือตรวจสอบปัญหาแล้วแก้ปัญหาจนกระทั่งผู้เรียนเข้าใจแล้ว จึงให้ผู้เรียนที่สอบไม่ผ่านทำแบบทดสอบย่อยอีกครั้งหนึ่ง

4.5 นักเรียนจะไปรับแบบทดสอบประจำหน่วยจากหัวหน้ากลุ่ม หัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้บันทึกคะแนนลงในแผ่นสรุปประจำกลุ่ม และนำคะแนนผลการสอบส่งให้ครูนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานของแต่ละบุคคลและของแต่ละกลุ่มต่อไป

5. คะแนนกลุ่มและความสำเร็จของกลุ่ม (Team Scores and Team Recognition) ในวันสุดท้ายของแต่ละสัปดาห์ครูจะรวบรวมคะแนนกลุ่มซึ่งได้จากการนำเอาคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้รับจากการทำแบบทดสอบประจำเรื่องมาหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม เกณฑ์การให้รางวัลแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ (Super Team) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มรองชนะเลิศ (Great Team) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยเป็นกลุ่มดี (Good Team) กลุ่มชนะเลิศก็จะได้รับใบรับรองเป็นรางวัล

6. การสอนกลุ่มย่อย (Teaching Groups) ทุก ๆ วันครูจะใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที ในการสอนกลุ่มย่อย โดยเลือกนักเรียนจากกลุ่มต่าง ๆ ที่เรียนเนื้อหาเดียวกันมารวมกันเพื่อให้คำแนะนำหรือทำการสาธิต เพื่อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องและตรงตามวัตถุประสงค์ และเพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความคิดรวบยอดที่สำคัญของการเรียนนั้น ๆ ส่วนนักเรียนคนอื่น ๆ ก็ปฏิบัติงานของตนเองไปเรื่อย ๆ

7. การทดสอบข้อเท็จจริง (Facts Tests) จะทำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 3 นาที โดยนักเรียนจะรับเอกสารเพื่อให้เตรียมตัวศึกษาที่บ้านก่อนทำการทดสอบ

8. การสอนร่วมกันทั้งชั้น (Whole – class Units) ครูจะทำการสอนสรุปบทเรียนให้กับนักเรียนทั้งห้อง โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและทักษะต่าง ๆ ของบทเรียนจากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ลักษณะการสอนแบบ TAI เป็นการสอนที่เน้นการทำกิจกรรมกลุ่มหรือการเรียนรู้เป็นกลุ่ม และรวมทั้งการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ซึ่งมีการทำแบบฝึกทักษะเป็นรายบุคคลพร้อมกับการตรวจสอบการทำแบบฝึกทักษะที่นักเรียนได้ทำมีการทำแบบทดสอบย่อยและแบบทดสอบประจำบท และมีการให้คะแนน

กลุ่มเพื่อวัดความสำเร็จของกลุ่ม พร้อมกับมีการช่วยเหลือเพื่อนภายในกลุ่มส่งเสริมความร่วมมือกันและการทำงานเป็นกลุ่ม

ทิศนา แคมมณี (2553: 267) ได้กล่าวถึงลักษณะของกระบวนการเรียนการสอนตามรูปแบบ ที.เอ.ไอ.(TAI) ไว้ว่า

1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา (home group)
2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราจะได้รับเนื้อหาสาระและศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน
3. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเรา จับคู่กันทำแบบฝึกหัด
 - 3.1 ถ้าใครทำแบบฝึกหัดได้ 75 % ขึ้นไป ให้ไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้ายได้
 - 3.2 ถ้าใครยังทำแบบฝึกหัดได้ไม่ถึง 75 % ให้ทำแบบฝึกหัดซ่อมจนกระทั่งทำได้แล้วจึงไปรับการทดสอบรวบยอดครั้งสุดท้าย
4. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแต่ละคน นำคะแนนทดสอบรวบยอดมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนกลุ่มสูงสุด กลุ่มนั้นได้รับรางวัล

จากลักษณะของการสอนแบบ TAI ข้างต้น สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นการจัดกลุ่มนักเรียนโดยแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ละครความสามารถ มีอัตราส่วน 1 : 2 : 1 คือ นักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน จากนั้นครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ สทนา กระตุ้น เชื่อมโยงการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้
2. ขั้นนำเสนอบทเรียน โดยครูเป็นผู้นำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยอธิบายมโนหลัก ครูและนักเรียนและร่วมกันอภิปราย ซักถาม ยกตัวอย่าง
3. ขั้นการศึกษากลุ่มย่อย นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่เพื่อช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการเช็ค และการตรวจผลงาน โดยนักเรียนจะต้องทำเป็นรายบุคคลด้วยตนเองตามความสามารถในเอกสารที่แบ่งเป็นตอนๆ ในการทำแบบฝึกทักษะนักเรียนจะต้องทำให้ผ่านทุกข้อในแต่ละตอน เพื่อนช่วยเหลือในการตรวจแบบฝึกทักษะจากบัตรเฉลยในแต่ละตอน หากผ่านในตอนนั้นจึงจะสามารถทำแบบฝึกทักษะตอนต่อไปได้ และเพื่อจะช่วยเหลือให้เกิดความเข้าใจก่อนที่จะขอความช่วยเหลือจากครู
4. ขั้นการทดสอบย่อย เมื่อนักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกทักษะครบทุกตอนและนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 โดยต้องผ่านเกณฑ์ 75 % หากนักเรียนทำไม่ผ่านครูจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ โดยจะเรียกนักเรียนที่ไม่เข้าใจในเนื้อหา มาเรียนเป็นกลุ่มเล็ก และกลับไปทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 2 ที่เป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับชุดแรก เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละชั่วโมงครูและนักเรียนจะร่วมกันสรุป อภิปรายเนื้อหาทั้งชั้นอีกครั้ง
5. ขั้นการทดสอบประจำหน่วย ครูจะทำการทดสอบเมื่อนักเรียนเรียนจบในชั่วโมงสุดท้ายของหน่วยการเรียน ซึ่งแบบทดสอบรวมจะมีเนื้อหาที่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดในหน่วยนั้นๆ และในการทดสอบนักเรียนต้องผ่านเกณฑ์ 75% ขึ้นไป

6. ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม ครูจะรวบรวมคะแนนกลุ่มซึ่งได้จากการนำเอาคะแนนที่สมาชิกแต่ละคนได้รับจากการทำแบบทดสอบประจำเรื่องมาหาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเกณฑ์การให้รางวัลแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นกลุ่มชนะเลิศ (Super Team) กลุ่มที่ได้คะแนนปานกลางเป็นกลุ่มรองชนะเลิศ (Great Team) และกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยเป็นกลุ่มดี (Good Team) กลุ่มชนะเลิศก็จะได้รางวัล

1.4 หลักการของวิธีการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

หลักการของวิธีการสอนแบบ TAI สลาวิน (Slavin, 1990: 83) ได้อธิบายไว้ดังนี้

1. ครูควรเป็นผู้มีบทบาทน้อยที่สุดในการจัดการและการตรวจสอบผลงาน
2. ในการสอนกลุ่มย่อย ครูไม่ควรใช้เวลาเกินกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทั้งหมด
3. ควรเป็นวิธีการเรียนที่ง่าย
4. ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน และไม่ปฏิบัติลัด
5. ควรมีการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อเวลานักเรียนมีปัญหาจะได้ให้คำแนะนำที่
6. นักเรียนควรมีสิทธิที่จะตรวจสอบหรือเปรียบเทียบงานของนักเรียนคนอื่นๆ
7. ควรเป็นวิธีการที่ง่ายทั้งต่อครูและนักเรียน นักเรียนไม่จำเป็นต้องปรึกษาครู
8. ควรจัดกลุ่มนักเรียนให้มีสถานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้นักเรียนแต่ละคนมีทัศนคติที่

ขั้นตอน

เหมาะสมได้

ได้ดี

ดีต่อการเรียนแบบนี้

สำรวจ หาญห่าว (2550: 32) ได้กล่าวถึงหลักการสอนแบบ TAI ว่า เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูสอนเป็นลักษณะการเรียนเป็นกลุ่ม โดยที่การจัดการเรียนการสอนครูจะเข้ามามีบทบาทน้อยที่สุด แต่ครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นเด็ก มีการตรวจสอบการเรียนรู้อันของนักเรียนจากทั้งเพื่อนและครูผู้สอน

จากที่ได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการของวิธีการสอนแบบ TAI สรุปได้ว่าหลักการสอนแบบ TAI เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญโดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูสอนเป็นลักษณะการเรียนเป็นกลุ่ม โดยที่การจัดการเรียนการสอนครูจะเข้ามามีบทบาทน้อยที่สุด แต่ครูผู้สอนต้องมีการกระตุ้นเด็ก มีการตรวจสอบการเรียนรู้อันของนักเรียนจากทั้งเพื่อนและครูผู้สอน

1.5 ข้อดีของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ TAI ที่ สลาวิน (Slavin, 1984: 813 – 819) สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตน
2. ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือในกลุ่มของผู้เรียน

3. สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กอ่อนในห้องเรียน
 4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อย่างดี เด็กที่เรียนช้ามีเวลาศึกษาและฝึกฝนเรื่องที่ไม่เข้าใจมากขึ้น และเด็กที่เรียนเร็วใช้เวลาศึกษาน้อยและมีเวลาไปทำอย่างอื่น เช่น ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม
 5. ช่วยให้เกิดการยอมรับในกลุ่ม โดยเด็กเก่งยอมรับเด็กอ่อน และเด็กอ่อนเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง
 6. ช่วยแบ่งเบาภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ให้ครูมีเวลาสร้างสรรค์งานสอน ปรับปรุงงานสอนมากขึ้น และมีเวลาที่จะสนับสุนน ส่งเสริม ไร่ความสนใจ หรืออภิปรายปัญหา กับนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย
 7. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม
 8. มีเสริมแรงให้เกิดขึ้นทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนใจให้แก่ผู้เรียน
 9. ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น และทราบความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา
- สลาวิน (Slavin, 1990: 34 – 53) ได้กล่าวไว้ สามารถสรุปข้อดีของ TAI ได้ดังนี้
1. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง
 2. ช่วยส่งเสริมความสามารถและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ คือเด็กที่เรียนช้ามีเวลาฝึกฝนมากขึ้น เด็กที่เรียนเร็วมีโอกาสช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนในกลุ่ม
 3. ช่วยให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เด็กอ่อนได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง
 4. ช่วยแบ่งเบาภาระครูได้บางส่วน ครูจะได้มีเวลาดูแลนักเรียนได้มากขึ้นและทั่วถึง
 5. ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม และมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น
 6. ช่วยสร้างแรงจูงใจ และความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียนอันเนื่องมาจากการเสริมแรงจากที่ศึกษาข้อดีของ TAI สรุปได้ดังนี้
1. กระตุ้นผู้เรียนให้ได้เรียนตามความสามารถของตน
 2. ส่งเสริมให้เกิดการช่วยเหลือกันในกลุ่ม
 3. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี
 4. เกิดการยอมรับกันในกลุ่ม เห็นคุณค่าซึ่งกันและกัน
 5. ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

งานวิจัยต่างประเทศ

สลาวิน และคาร์เวท (Slavin; & Karweit. 1985: 351 – 367) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการสอนคณิตศาสตร์แบบเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น เป็นกลุ่มตามความสามารถของนักเรียนและเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่มตามความสามารถและเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แคมเบอร์ และอะบรามิ (Chambers; & Abrami. 1991: 153 – 160) ได้ศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างผลงานแต่ละบุคคลกับผลงานของกลุ่ม ซึ่งศึกษากับนักเรียน จำนวน 190 คน (ระดับ 3 – 7) ผลปรากฏว่า การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มๆ ที่มีส่วนร่วมมือกันเรียนรู้ ผลงานของกลุ่มจะนำมาซึ่งความสำเร็จ และเป็นที่ยอมรับในทางการศึกษามากกว่าผลงานของคนคนเดียว

แคทเธอริน (Catherine. 1992: 59 – 62) ได้ศึกษาการสอนโดยการให้นักเรียนมีการเรียนรู้แบบร่วมมือกันภายในกลุ่มเล็ก ที่เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนเกรด 5 – 6 ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการแก้ปัญหาและมีส่วนช่วยเหลือกันเองในการเรียนรู้เนื้อหา นักเรียนในกลุ่มเก่งมีการตอบสนองที่ดีต่อการเปลี่ยนกลุ่มในการทำงาน ส่วนนักเรียนในกลุ่มอ่อนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น

มาร์ติน (Martin. 2005: Online) การศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบผลของการทำงานแบบร่วมมือ เป็นรายบุคคลของระบบการเรียนแบบบูรณาการเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติและพฤติกรรมผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา (เกรด 9 – 13) การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองกับนักเรียนในเมือง โดยการใช้ per – test หรือ post – test ในการทดสอบ วัดเจตคติที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้คอมพิวเตอร์กับบทเรียนและต่อกิจกรรมกลุ่มพฤติกรรมของกลุ่มทดลองได้รับการประเมินโดยใช้การสังเกตจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า การทำงานด้านกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนแบบร่วมมือกันและนักเรียนที่ทำงานเป็นรายบุคคลในระบบการเรียนแบบบูรณาการแสดงผลเหมือนกันกับการทดสอบความสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบ TABE (แบบทดสอบการศึกษาผู้ใหญ่ขั้นพื้นฐาน) นักเรียนที่เรียนร่วมมือกันกับระบบการเรียนแบบบูรณาการพบว่ามีค่าสำคัญเกี่ยวกับเจตคติต่อคณิตศาสตร์ดีกว่า การเรียนแบบทำงานเป็นรายบุคคล มีค่าสำคัญมากกว่ากลุ่มที่เรียนร่วมมือกัน

เฟนวิก (Fenwick. 2005: Online) เป็นการศึกษาผลกระทบวิธีการสอนโดยด้าน โครงสร้าง ความคิดสร้างสรรค์ การโต้เถียงแบบชี้แนะ เพื่อยกระดับการเรียนรู้ให้สูงขึ้นโดยเปรียบเทียบกับผลของกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ 2 แบบ คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและเจตคติต่อบัจจัยเกื้อหนุนทางสังคมด้านการโต้เถียงการร่วมมือกัน ค้นหาสิ่งที่สนับสนุนในการเรียนและค่าของการแสดงเหตุผล การประเมินค่าตนเองและแรงจูงใจ ตัวแปรต้นประกอบด้วย 2 สิ่ง คือ 1. การโต้แย้งเชิงสร้างสรรค์ด้วยความร่วมมือ 2. ค้นหาวิธีการประสานความร่วมมือกัน โดยมีคำถาม 3 ข้อคือ

1. วิธีการสอนทั้งสองแบบจะสามารถหาความก้าวหน้าทางการเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการประสานความร่วมมือ 2. กระบวนการสอนกระบวนการนี้มีผลต่อทัศนคติของเด็กในด้านวิธีการสอน เพื่อนร่วมชั้นเรียนและตัวนักเรียนเองอย่างไร 3. ความแตกต่างด้านเพศและระดับชั้นของนักเรียนมีผลต่อการเข้าร่วมวิธีการสอนเหล่านี้หรือไม่ ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า 1. ไม่มีความแตกต่างในระดับผลการเรียนแต่จะเห็นได้ชัดในเรื่องความสามารถของนักเรียน 2. การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์จะมีทักษะเชิงบวกมากกว่ากลุ่มที่มีความเห็นพ้องต้องกัน แต่ไม่มีความแตกต่างในทัศนคติต่อปัจจัยการสนับสนุนทางสังคม 3. ไม่มีความแตกต่างในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับชั้นหรือระหว่างเพศ

งานวิจัยในประเทศ

พรชนก ช่วยสุข (2445: 107) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากให้นักเรียนได้รับการสอนคณิตศาสตร์โดยชุดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) ส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณ โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ทรงชัย อักษรคิด (2546: 37) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์เรื่อง แบบรูป โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอบผ่านเกณฑ์ เรื่อง แบบรูป มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นงกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547: 52) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 หลังการทดลองโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548: 53) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ภายหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พันทิพา ทับเที่ยง (2550: 101) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรม

ทำงานกลุ่ม และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนแล้วนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มไม่แตกต่างกัน เกิดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) โดยการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นต่างๆ เป็นการใช้รูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา และระดับชั้น จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ และบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนตั้งไว้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กู๊ด (Good. 1973: 103) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับหรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษาโดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบหรืออาจารย์รวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 696) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมา ความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาอันแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการกระทำตามขั้นตอน (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้ออกมาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่สูงสุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ เป็นแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่คล้ายกับปัญหาที่เคยประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้น

นี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมี ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหา ออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและ สมมาตร (Ability to Data Recognize Patterns, Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัด กระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่ กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคย เห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่ เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวบรวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสาน กันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นสมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามที่ใช้ในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนมติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็น ความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า พฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ที่ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็น กรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

เมห์เรนและลีแมน (Mehren; & Lehmann. 1976: 73) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ทักษะ สมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนแต่ละวิชา ซึ่งสามารถวัดได้จาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสำเร็จในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่าง ๆ เช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

อัญชญา โพธิพลากร (2545: 93) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งประเมินได้จากการแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain)

สุพิศ ตระกูลสุขุขชัย (2547: 9) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือผลการเรียนก็คือ ความสำเร็จที่เกิดขึ้น ซึ่งมีส่วนเชื่อมโยงและคล้ายคลึงกับการเรียนรู้ (Learning) เนื่องจากการเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการตอบสนองที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากประสบการณ์ของบุคคล ดังนั้นเมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วย่อมเกิดผลการเรียนด้วย ซึ่งผลการเรียนที่ได้เป็นดัชนีที่สำคัญที่แสดงให้เห็นถึง ความสำเร็จ หรือความล้มเหลวของผู้เรียนได้ ทั้งนี้เพราะการวัดผลการเรียนนั้นเป็นการตรวจสอบระดับ ความสามารถหรือผลสัมฤทธิ์ (Level at accomplishment) ของบุคคลว่าเกิดจากการเรียนรู้แล้วเท่าใด มีความสามารถใด และการที่นักเรียน/นักศึกษา จะประสบความสำเร็จในการเรียนหรือไม่นั้น เป็นผล เนื่องมาจากองค์ประกอบต่าง ๆ หลายองค์ประกอบซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนในการส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรค ความสามารถในการเรียนของนักเรียน/นักศึกษาได้

หทัยกาญจน์ อินบุญมา (2547: 33) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

สำรวย หาญห้าว (2550: 50) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จด้าน ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมองหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมา จากการเรียนรู้การสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลสามารถวัดได้โดยการทดสอบ ด้วยวิธีต่าง ๆ

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 21) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับความสามารถหรือระดับผลสัมฤทธิ์ของบุคคลหลังจากการเรียนหรือการฝึกอบรม ซึ่งสามารถ แบ่งเป็น

1. ด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยามและการใช้กระบวนการในการคิดคำนวณ

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ในการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนซึ่งได้มาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 - 685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยามและการใช้กระบวนการในการคิดคำนวณ

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูลและการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แครร์รอล (Carroll. 1963: 723 – 733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียนและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

เมตด็อกซ์ (Maddox. 1963: 9) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 – 60 ขึ้นอยู่กับโอกาส และสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10 – 15

ชฎานิชฐ์ พุกเถื่อน (2536: 16 – 17) พบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นั้นมีองค์ประกอบมากมายหลายลักษณะดังต่อไปนี้

1. ด้านคุณลักษณะในการจัดระบบโรงเรียนจะประกอบด้วย ขนาดของโรงเรียน อัตราส่วนนักเรียนต่อครู อัตราส่วนนักเรียนต่อห้องเรียน เป็นต้น
2. ด้านคุณลักษณะของครูจะประกอบด้วย อายุ วุฒิครู ประสบการณ์ของครูการฝึกอบรมของครู จำนวนวันลาของครู จำนวนคาบที่สอนในหนึ่งสัปดาห์ ความเอาใจใส่ต่อหน้าที่ ทศนคติเกี่ยวกับนักเรียน เป็นต้น
3. ด้านคุณลักษณะของนักเรียน เช่น เพศ อายุ สติปัญญา การเรียนพิเศษ การได้รับความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเรียน สมาชิกในครอบครัว ความเอาใจใส่ในการเรียนทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนการสอน การขาดเรียน การเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น เป็นต้น
4. ด้านภูมิหลังทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย ขนาดครอบครัว ภาษาที่พูดในบ้าน ถิ่นที่ตั้งบ้าน การมีสื่อทางการศึกษาต่างๆ ระดับการศึกษาของบิดามารดา ฯลฯ

วิล ลีมเศรฐ์ (2537: 33) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนประกอบด้วย

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย ความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะด้านจิตวิทยา หมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน โรงเรียนและระบบการเรียนความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ
3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ว่าตนเองกระทำถูกต้องหรือไม่

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545: 72) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนมีองค์ประกอบหลายประการด้วยกัน ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบทางด้านร่างกาย ทางด้านความรัก ทางด้านวัฒนธรรม และสังคม ทางด้านความสัมพันธ์ของเพื่อน การปรับตัว ล้วนแต่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนของนักเรียนทั้งสิ้นทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะวิธีการสอนของครู

อัญชนา โพธิ์พลากร (2545: 95) กล่าวว่าองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจเจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพ

เศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือ การสอนของครูนั่นเอง

เกษม คันธตระกูล (2547: 32) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประการ โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านนักเรียน เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจเจตคติต่อการเรียน เป็นต้น รวมทั้งองค์ประกอบภายนอก เช่น วัฒนธรรมและสังคมของนักเรียนแต่สิ่งที่มีผลโดยตรงก็คือ การจัดการเรียนการสอนของครูนั่นเอง

ภักดิ์รัตน์ แสงเดือน (2553: 22) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่สิ่งที่มีอิทธิพลและทำให้เกิดผลโดยตรง คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ส่วนองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนโดยตรงนั้น ได้แก่ ความพร้อมทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคมของนักเรียน

จากองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะประกอบด้วย

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย การเจริญเติบโต สุขภาพ ข้อบกพร่องทางร่างกาย
2. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัว ระหว่างครู ระหว่างเพื่อนร่วมห้อง
3. องค์ประกอบทางด้านพัฒนาการของตนเอง สติปัญญา ความสนใจ ความเอาใจใส่
4. องค์ประกอบทางด้าน การปรับตัว ด้วยอารมณ์ ด้านสังคม

2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

เรวัตและคุปตะ (Rawat; & Cupta.1970: 7 – 9) ได้กล่าวว่า สาเหตุของการสอบตกอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือมากกว่านั้นโดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

แกนนอนและกินส์เบิร์ก (Gannon; & Ginsberg, 1985: 405-416) ได้กล่าวถึง ปัญหา การสอบตกวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่ามาจากหลายสาเหตุ ซึ่งอย่างน้อยที่สุดแบ่งได้ 2 ประการคือ

1. ปัญหาในการเรียนคณิตศาสตร์ มาจากสาเหตุดังนี้

1.1 การสอนของครู ครูมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์น้อย ไม่ค่อยสอนให้นักเรียน คิดค้นหา คำตอบ ครูไม่เข้าใจเนื้อหาหรือวิธีสอนคณิตศาสตร์ มักจะสอนตามเนื้อหาวิชาในแบบเรียนมี กิจกรรมในการเรียนน้อย ครูที่มีประสิทธิภาพและประสบความสำเร็จในการสอนมักจะเลือกใช้วิธีสอนที่ ทันสมัยหลายๆ วิธี มีความยืดหยุ่นในการสอน ปรับหลักสูตรให้เหมาะสมกับนักเรียนบางคนผู้ที่สอบตก วิชาคณิตศาสตร์นั้นไม่ได้เป็นเพราะว่าไม่มีความสามารถในการเรียนเสมอไป จุดสำคัญ คือ ครูไม่เคยสอน ให้นักเรียนเข้าใจอย่างแท้จริง

1.2 ความรู้สึก ถึงแม้วิธีสอนจะเป็นที่น่าพอใจ แต่องค์ประกอบทางความรู้สึกจะ ขัดขวางการรับรู้ของนักเรียน เช่น ไม่มีใครช่วยเหลือการเรียนคณิตศาสตร์เมื่อนักเรียนต้องการความ ช่วยเหลือ ทำให้กระวนกระวาย มีข้อบกพร่องในการเรียน สับสน เกิดความเหนื่อยยาก ในที่สุดก็ทำให้เกิด ความรู้สึกทางลบต่อการเรียนที่ต้องสูญเสียความพยายามอย่างมากแต่ก็ไม่ได้ผล

1.3 วิธีการเรียนของนักเรียน วิธีการเรียนของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแบบ แผนการสอนของครู เช่น นักเรียนอาจจะเรียนได้ดีโดยใช้วิธีสำรวจโครงสร้างของโมโนมิติ แต่ครูสอนเน้น การท่องจำ บางทีผลการสอบตกที่แท้จริงอาจมาจากสาเหตุการปิดกั้นกระบวนการเรียนที่นักเรียนถนัดก็ เป็นได้

1.4 นักเรียนได้รับความรู้มาผิดๆ เข้าใจผิด ก็เลยทำผิดๆ

1.5 ขาดความสามารถในการเรียน เพราะสติปัญญาไม่ดี นักเรียนประเภทนี้มีไม่ มากนัก

2. ปัญหาเกี่ยวกับคุณลักษณะของนักเรียน ไม่เหมือนกับปัญหาการเรียน นักเรียน พวกนี้จะไม่มีความผิดปกติในเรื่องวิธีเรียน แต่มีปัญหาเรื่องการแสดงออกมาให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรือนำไปใช้ในการทำข้อสอบ นักเรียนพวกนี้จะไม่มั่นใจในตนเอง มีความวิตกกังวล ไม่สามารถทำงานให้ เสร็จทันภายในเวลาที่กำหนดถึงแม้จะเข้าใจในเนื้อหาแล้วก็ตาม

สมควร ปานโม (2545: 37) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์และมี ผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สภาพแวดล้อมทาง ครอบครัวและวุฒิภาวะ จากสาเหตุดังกล่าวจึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะ นำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545: 74) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการ สอนคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการจัดการเรียนการสอน วิธีการของครู ตลอดจนเจตคติของนักเรียนใน การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ครูซึ่งมีหน้าที่โดยตรงจำเป็นต้องหาวิธีสอนที่หลากหลายให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดประสิทธิผลมากที่สุด

เกษม คันธตระกูล (2547: 33) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอนและการสร้างเจตคติที่ดี ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นหน้าที่โดยตรงของครูที่จะจัดหาวิธีการที่เหมาะสมนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

อรทัย ศรีอุทธา (2547: 42) กล่าวว่า สาเหตุและองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยตรง คือ การจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะจัดหาวิธีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

บุศรา อิมทรัพย์ (2551: 61) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นก็มาจากหลายปัจจัยด้วยกันทั้งจากตัวนักเรียนเอง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู จากสิ่งแวดล้อมทั้งที่โรงเรียนและที่บ้านของนักเรียน ดังนั้นในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้ครูผู้สอนจึงควรวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ ให้ครอบคลุมทุกด้านและหาแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้มาแก้ปัญหา

จากสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ปัจจัยที่อาจส่งผลมีหลายประการ ดังนี้ ได้แก่

1. สาเหตุมาจากตัวนักเรียนเอง คือ ระดับสติปัญญา พื้นฐานความรู้เดิม ความพร้อมทางด้านร่างกาย ความพร้อมทางด้านครอบครัว
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู
3. การวัดผลประเมินผลของแต่ละโรงเรียน
4. สิ่งแวดล้อมทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน

2.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 119) กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรจัดให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา ควรมุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก จุดประสงค์หลักของการวัดและประเมินผลเพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ คุณภาพของผู้เรียนที่ต้องประเมินในการวัดและประเมินผลของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์นั้น หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กำหนดให้ทำการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี โดยมีตัวชี้วัดและประเมินผล ที่ต้องนำมาพิจารณาดังนี้

1. ด้านความรู้
 ในการวัดและประเมินผลด้านความรู้ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 5
 สาระ ซึ่งได้แก่

- 1.1 จำนวนและการดำเนินการ
- 1.2 การวัด
- 1.3 เรขาคณิต
- 1.4 พีชคณิต
- 1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ

ในการวัดและประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ เป็นการวัดความสามารถของ
 นักเรียนครอบคลุมประเด็นที่ต้องประเมิน ดังนี้

- 2.1 การแก้ปัญหา
- 2.2 การให้เหตุผล
- 2.3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
- 2.4 การเชื่อมโยง
- 2.5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

การวัดและประเมินผลด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ครอบคลุมประเด็นที่ต้อง
 ประเมิน ดังนี้

- 3.1 ทำงานอย่างเป็นระบบ
- 3.2 มีระเบียบวินัย
- 3.3 มีความรอบคอบ
- 3.4 มีความรับผิดชอบ
- 3.5 มีวิจรรย์ญาณ
- 3.6 มีความเชื่อมั่นในตนเอง
- 3.7 ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ภักตร์รัตน์ แสงเดือน (2553: 23) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การวัดความรู้ที่
 นักเรียนได้เรียนไปแล้วซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในด้านทฤษฎี และการปฏิบัติจริง ซึ่งคำถามจะต้องตรงกับ
 จุดประสงค์และเนื้อหาที่จะวัด โดยในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละครั้งผู้วัดจะต้องตั้งเกณฑ์ในการ
 วัดไว้อย่างชัดเจน

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพ นั้นควรคำนึงถึงการวัดและประเมินผลที่หลากหลายและครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ เพื่อให้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการตัดสินผู้เรียนได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมในทุกด้าน

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่าง ๆ ดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2538: 171 – 172) กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance Test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้าง ซึ่งจะเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริม หรือดูความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูปรารถนา
2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปรกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้เป็นอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ นอกจากนั้นแล้วยังมีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใดหรือส่วนราชการใดนำไปใช้จะต้องดำเนินการสอบเป็นแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย

สมนึก ภัททิยธนี (2541: 73 – 98) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้าง มีหลายแบบแต่นิยมใช้กันมี 6 แบบ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay Test)
2. ข้อสอบกา ถูก-ผิด (True – False Test)
3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test)
4. ข้อสอบแบบตอบสั้น (Short Answer Test)
5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ภัทรัตน์ แสงเดือน (2553: 26) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาไป โดยลักษณะของแบบทดสอบนั้นก็จะมียุหลายแบบ แต่นิยมใช้ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบที่เป็นปรนัย คือ ให้เลือกตัวเลือกที่ได้ให้ไว้
2. แบบทดสอบที่เป็นอัตนัย คือ ให้แสดงวิธีทำหรือเติมคำตอบที่ถูกต้อง

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง ชุดคำถามที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง เพื่อวัดความรู้นักเรียนหรือดูความพร้อมในการเรียนบทเรียนใหม่ ในปัจจุบันนิยมใช้แบบทดสอบทั้งที่เป็นทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย
2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือครูผู้สอน และได้ผ่านการทดลองหาคุณภาพของแบบทดสอบ สามารถนำมาใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนได้ ในปัจจุบันนิยมใช้แบบทดสอบทั้งที่เป็นทั้งแบบปรนัยและแบบอัตนัย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ทอมสัน (Thomson, 2001: 58 – A) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบเกี่ยวกับหลักสูตรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนพีชคณิตปีที่ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวชี้วัด แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรปกติและนักเรียนอีกกลุ่มเรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง แล้วทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบและการตอบแบบอิสระ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่เรียนตามหลักสูตรปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง

เรย์และคนอื่นๆ (Reys, et al. 2003: 74 – A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก อย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้หลักสูตรเสริม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แอ็บบโพลด์(Appold, 2006: online) การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาสิ่งที่มีอิทธิพล/ผลกระทบของครูด้านความเข้าใจรูปแบบขบวนการสื่อสารต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การศึกษาครั้งนี้ออกแบบเพื่อศึกษาความเข้าใจของครูต่อรูปแบบขบวนการสื่อสาร ที่มีผลกระทบต่อค่านัยสำคัญ ตามคะแนนที่เพิ่มขึ้นด้านวิชาการในระดับเกรด 3,4 และ 5 โดยใช้เครื่องมือในการวัดเป็นแบบ

การประเมิน NWEA (Northwest Evaluation Association's) ด้วยคอมพิวเตอร์ ปรับแบบการทดสอบวิชา คณิตศาสตร์ , การอ่านและ การใช้ภาษา ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า 1. ความเข้าใจรูปแบบขบวนการ สื่อสาร ไม่พอเพียงที่จะให้เกิดความน่าเชื่อถือ จากค่านัยสำคัญของความก้าวหน้าทางวิชาการของ นักเรียน 2. ความสนใจของครูต่อรูปแบบการสื่อสาร อาจจะไม่ได้อาศัยอย่างเต็มที่ หรือไม่สอดคล้องกัน 3. ยิ่งฝึกอบรมนานในรูปแบบขบวนการสื่อสาร ดังนั้นการสนับสนุน ทบทวน และการประเมินเป็นสิ่งจำเป็น

โจนส์; โจนส์; และเวอร์เมตต์ (Jones; Jones; & Vermette. 2009: 4) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้การเรียนรู้ทางด้านอารมณ์และการเรียนรู้ทางด้านสังคมเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้น เรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การสอนทักษะทางด้านอารมณ์และทักษะทางด้าน สังคมมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ทั้งยังทำให้เจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมในชั้นเรียน และความสำเร็จของงานของนักเรียนเพิ่มมากขึ้นด้วย

ชูเออแมนน์; เดชเลอร์; และชูเมคเกอร์ (Scheuermann; Deshler; & Schumaker. 2009: 103) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ชีวิตเรียนสืบเสาะแบบรู้แจ้งที่มีต่อความสามารถของนักเรียนที่มีความ บกพร่องทางการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนดังกล่าวช่วยทำ ให้นักเรียนเข้าใจ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพิ่มสูงขึ้น คะแนนการสอบของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นและ จะคงที่หลังจากการสอน 11 สัปดาห์ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถใช้ทักษะของพวกเขาในการทำโจทย์ ปัญหาในตำราเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร คล่องจิตต์ (2548: 52 – 53) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้โจทย์ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI (Team Assisted Individualization) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการ เรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวภา อนุเพชร (2548: 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการ สอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนากการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ขอ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรม คณิตศาสตร์นั้นหนากการสูงกว่าก่อนได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนากการอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษบา ชูคำ (2550: 75-76) ได้ทำ การศึกษาผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์ แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์ แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ เชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าค่าเกณฑ์ (60%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปริญญา สองสีดา (2550: 78) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พันทิพา ทับเที่ยง (2550: 101) ได้ศึกษา เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับการจัดการ เรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) จากผลการศึกษาพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบ แบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล เกิดความคงทนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ 4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียน แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบแบ่งกลุ่มช่วยรายบุคคล มีความคงทน ในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

สำรวย หาญห้าว (2550: 72) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วง ชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI ผล การศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภัทรรัตน์ แสงเดือน (2553: 91) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจันฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักในการรู้จัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่อง หลักธรรมในพระพุทธศาสนาโดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาจันฉา มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนที่เรียนเรื่องหลักธรรมใน

พระพุทธศาสนาโดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา มีการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วรรณศิริ หลงรัก (2553: 119) ได้ศึกษาผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบทและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบทสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการสื่อสารของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้านบริบทผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อ้อมฤดี แซ่มอุบล (2553: 117) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกความคิดหกใบและเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หลังจากการจัดการเรียนรู้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหมวกหกใบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปได้ว่า การเลือกการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นต่างๆ จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมนั้นจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 513) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อนักเรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 214) กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิด และสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด โดยระบุความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยการพูด การเขียน การสาธิตและการแสดงให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมายและประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอโดยการพูด การเขียน หรือภาพต่างๆ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 181) กล่าวถึง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เพราะการสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล ความรู้และสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการนำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้

นันทน์ภัส พลเตมา (2550: 15) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มี 2 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาพูด เป็นการนำเสนอ อธิบายชี้แจงแสดงทำความเข้าใจหรือการแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยอาศัยหลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพูดสื่อสารกับบุคคลอื่น
2. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษาเขียน เป็นการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ แผนภูมิ แผนภาพ ตาราง หรือกราฟ และการใช้หลักการ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุมโดยการเขียน

ปริญญา สองสีดา (2550: 33 – 34) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน ที่เป็นตัวแทนการคิดของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

จิรากร สำเร็จ (2551: 15) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้ภาษาพูดและเขียน การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวคิดแสดง ความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 129) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การอธิบาย ชี้แจง แสดงความรู้ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้มีความเข้าใจตรงกัน รวมทั้งการแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อความหมายและการนำเสนอ

จากความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร หมายถึง การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ภาษาพูดและเขียน ใช้คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ กระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ ได้มาจากคะแนนผลต่างระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยพิจารณาจากการนำเสนอแนวคิด อธิบายแนวความคิด โดยอาศัยหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย บรรยายวิธีการแก้ปัญหา ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ แสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบรูบรีค (Rubric Assessment) จากการศึกษาเอกสารของเคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)
 - 1.1 ไม่ใช่หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)
 - 2.1 ไม่ใช่แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน
3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)
 - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
 - 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
 - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
 - 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

3.2 ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้
 สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 26) ได้เสนอแนวทางในการ
 จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า ควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม
 ร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะการพรรณนาและอธิบายแนวคิด
 ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการอ่าน การพูดและการเสนอ
 แนวคิดจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลและ
 ชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนเองทั้งการพูดและการฟัง กิจกรรม ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียน
 ได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ และทำให้เกิดความชัดเจนต่างๆ จึงเป็นกุญแจ
 สำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์

มัมมี และเซฟเพิร์ด (Mumme; & Shepherd. 1993: 7 – 9) ได้กล่าวถึงความสำคัญของ
 การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การสื่อสารช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ด้วยการ
 แสดงแนวคิด การอภิปรายและการรับฟังผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เชิงลึกและ
 ช่วยให้นักเรียนเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
2. การสื่อสารช่วยแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ด้วยการพูด
 อภิปราย ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาอย่างง่าย การเข้าใจในกฎ นิยาม และสัญลักษณ์ต่างๆ
3. การสื่อสารสามารถเพิ่มความสามารถให้นักเรียนในฐานะที่เป็นผู้เรียน นักเรียน
 ได้ฝึกฝนความสามารถและควบคุมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาด้วยตนเอง โดยการนำเสนอสิ่ง
 ที่พวกเขาคิดด้วยการพูดและการเขียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถเพิ่มขึ้น
4. การสื่อสารช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ โดยการ
 จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มให้นักเรียนได้พูดและรับฟังผู้อื่น อันเป็นการช่วยส่งเสริมการมี
 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกัน
5. การสื่อสารเป็นการช่วยเหลือให้ครูได้รู้ถึงความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดย
 ครูสามารถรับรู้ถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนได้โดยการฟังสิ่งที่พวกเขาอธิบายหรือแสดงเหตุผล
 ยุพิน พิพิธกุล (2539: 1-2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการ
 สื่อสารทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดของมนุษย์ โดยมนุษย์สร้างสัญลักษณ์ขึ้นมา
 แทนความคิด และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้ เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน ดังนั้น
 คณิตศาสตร์จึงเป็นภาษาหนึ่งที่มีภาษาเฉพาะเป็นของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ โดย
 มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด ทุกคนที่เข้าใจคณิตศาสตร์จะอ่านประโยคสัญลักษณ์ และ
 ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เข้าใจตรงกัน

นันทน์ภัส พลเตมา (2550: 20) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความเฉพาะของตัวมันเอง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดความลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับแนวคิดได้อย่างเที่ยงตรง หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสารทำให้เกิดบรรยากาศที่เหมาะสมในการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) กล่าวถึง ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียน แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นด้วย

จากความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสำคัญของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ ผู้เรียนสามารถสื่อความหมาย ความคิด ทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อสื่อความหมายให้ตรงกัน
2. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้และความคิด เกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และเกิดการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
3. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ครูได้เข้าถึงความคิดและความเข้าใจของนักเรียน

3.3 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้ ริเดเซล (Riedesel. 1990: 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียนดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่าน และการเขียนในรายวิชาอื่นโดยเฉพาะ วิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)

7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี และเซฟเพอร์ต (Mumme; & Shepherd. 1993: 7 – 11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อภิปรายและการฟังก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง การฟังจะช่วยให้ผู้เรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่นที่แตกต่างกันออกไปของผู้เรียนแม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม การสื่อสารจะสนับสนุนความรู้แก่ผู้เรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิด

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ผู้เรียน ส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและการแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการในการอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจน

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของผู้เรียนอย่างแท้จริงผู้เรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่ผู้เรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความสนุกสนานในการเรียนแก่ผู้เรียน การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของผู้เรียน

5. การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของผู้เรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดของผู้เรียนเป็นอย่างมากโดยการฟังการอธิบาย และการให้เหตุผลของผู้เรียนความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ทั้งหมด อย่างคล่องแคล่วโดยผู้เรียนจะต้องนำไปใช้และมีการฝึกปฏิบัติบ่อยๆ

ปริญญา สองสีดา (2550: 45) ได้กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ ดังนี้

1. ช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับผู้เรียนรู้
2. ช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียนรู้

จากประโยชน์ของการเรียนรู้โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ดังนี้

1. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยส่งเสริมความเข้าใจให้แก่ผู้เรียน ในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการต่าง ๆ
2. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนได้อธิบายและถ่ายทอดความคิดของตนเองออกมาให้ผู้อื่นได้เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อกัน และเป็นวิธีที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้พูดหรือเขียนแสดงความคิดเห็นในความคิดของตน
3. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้สอนได้รับรู้และเข้าถึงความคิดของผู้เรียน และเรียนรู้ในความคิดของนักเรียน

3.4 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้เสนอแนวในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลายท่าน ดังนี้

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976: 514 – 534) ได้กล่าวถึง กิจกรรมด้านทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ควรจัด มีดังนี้

1. ศัพท์ทางคณิตศาสตร์ (The Vocabulary of Mathematic) ซึ่งทำให้นักเรียนได้เข้าใจที่มาและความหมายของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือการสร้างคำศัพท์
2. การนำเสนอด้วยปากเปล่า (Oral Presentations) ได้แก่ การให้มีกิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 การสรุปรายงานในห้องเรียนหรือการรายงานสั้นๆ ที่ให้นักเรียนได้ออกมาพูดหน้าชั้นและมีคำถามถามตอบจากเพื่อนในชั้น
 - 2.2 พุดนำเสนอเมื่อได้รับฟัง หรือการอ่านหนังสือ หรือการดูภาพยนตร์ ครูมอบหมายให้นักเรียนไปอ่านหรือให้ชมภาพยนตร์เรื่องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ แล้วนำมาพูดรายงานโดยมีวัตถุประสงค์ของการพูดและการรายงาน
 - 2.3 การนำเสนอเป็นกลุ่ม เน้นการทำงานเป็นทีมของนักเรียนโดยให้เตรียมเรื่องที่สนใจที่ต้องการพูด และนำเสนอด้วยปากเปล่า
 - 2.4 เกมทางคณิตศาสตร์ อาจจะให้เล่นเกมในเวลาสั้นๆ โดยการเขียนที่ให้แสดงจินตนาการหรือกำหนดสถานการณ์มาและให้คิดแก้ปัญหาหนึ่ง
 - 2.5 รายการโทรทัศน์และวิทยุ ให้ดูรายการที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อาจจัดกิจกรรมกำหนดเวลาสั้นๆ ให้และให้มีการนำเสนอความคิดจากการดูรายการโทรทัศน์หรือวิทยุ
3. การเขียนที่ดีและเพิ่มการเขียนให้มากกว่าเดิม โดยให้สนับสนุนการเขียนของนักเรียนอาจให้นักเรียนได้มีการสรุปจากบทเรียนที่ได้เรียนมา หรือในการให้นักเรียนได้เขียนจากประสบการณ์โดยไม่จำเป็นต้องจำกัดหน้าในการเขียน

มัมมี และเชฟเพอร์ต (Mumme; & Shepherd. 1993: 9 – 11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาหรืออธิบายถึงสิ่งที่พบเห็น
2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวหรืองานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการที่มีกิจกรรมการสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมลักษณะนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์
3. การใช้คำถาม ต้องเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะคำถามปลายเปิด จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงการตอบสนองออกมา รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย
4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดและฝึกเขียนแสดงความคิดของตนเอง เพราะการเขียนสื่อสารแนวคิดมีความสำคัญ จะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย
5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน การที่นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย แต่การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม ถือเป็นส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง
6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน ควรชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสดงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สิริพร ทิพย์คง (2545: 100) กล่าวว่า เพื่อให้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ ครูควรส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
2. ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วย

ชี้แนะ

ทั้งนี้ควรฝึกความสามารถในการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีแก้ปัญหอย่างไร เขียนรูปภาพ ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสารความหมาย

ปริญญา สองสีดา (2550: 44) ได้สรุปแนวทางในการส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการพูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเรา เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว หรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญ

มากในการส่งเสริมการสื่อสาร คือ ครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 134) ได้สรุปแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และควรเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน
2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่ม
3. ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์

จากแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถทำได้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของนักเรียน
2. จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
3. ครูผู้สอนควรเป็นทั้งผู้พูดและผู้ฟัง เพื่อรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน เป็นการกระตุ้นการแสดงออก ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดรวบยอดของนักเรียน

3.5 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps. 1994: 112) แบ่งการประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematics)
 - 1.1 ไม่ใช้หรือใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ไม่เหมาะสม
 - 1.2 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเป็นบางครั้ง
 - 1.3 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสมเกือบทุกครั้ง
 - 1.4 ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม ถูกต้อง สละสลวย
2. การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Representations)
 - 2.1 ไม่ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 มีการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องและเหมาะสม
 - 2.4 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเข้าใจ ชัดเจน

3. ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)

- 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด)
- 3.2 การนำเสนอมีความชัดเจนในบางส่วน
- 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
- 3.4 การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ)

จากงานวิจัยของไค จาแคบค และเลน (Cai; Jakabcsin; & Lane. 1996: 238 – 246) ได้เสนอกฎเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค เพื่อการประเมินเกี่ยวกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับการตรวจให้คะแนนด้วยวิธีประเมินรวม (Holistics) ไว้ 5 ระดับ คือ 0 – 4 คะแนน ดังตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคเพื่อการประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ระดับ	เกณฑ์การประเมิน
4	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงความเชี่ยวชาญในการให้เหตุผลอย่างสมบูรณ์ อาจมีการยกตัวอย่างประกอบทำให้เหตุผล
3	อธิบายคำตอบให้สมบูรณ์ ชัดเจน ไม่คลุมเครือ; อาจจะมีแผนภาพประกอบที่สมบูรณ์หรือเกือบสมบูรณ์; การสื่อสารส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพ เพื่อชี้แจงผู้อ่าน (ผู้ตรวจ); แสดงการสนับสนุนการให้เหตุผลอย่างเหมาะสม แต่อาจมีช่องว่างเล็กน้อย
2	อธิบายคำตอบไม่ชัดเจน หรือมีสองนัย; แผนภาพประกอบบกพร่องหรือไม่ชัดเจน; การสื่อสารคลุมเครือหรือตีความได้ยาก; การให้เหตุผลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่มีหลักฐานสนับสนุน
1	อธิบายคำตอบอาจจะผิดหรือเข้าใจยาก; แผนภาพประกอบไม่ถูกต้องตามสถานการณ์ปัญหา หรือแผนภาพไม่ชัดเจน ตีความหมายยาก
0	การสื่อสารไม่มีประสิทธิภาพ; คำที่ใช้ไม่เกี่ยวกับปัญหาแผนภาพประกอบผิดหมด

ที่มา: Cai, Jinfa. ; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996,May). Assessing Student's Mathematication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 242.

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

โรจาส (Rojas. 1992: 52-05A) ได้ทำการศึกษาวิจัยการส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องความน่าจะเป็น โดยพัฒนานักเรียนด้านทักษะการอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มซึ่งให้นักเรียนเรียนเนื้อหาเรื่องความน่าจะเป็นและใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ผูกการสื่อสารให้แก่นักเรียนโดยการกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าโดยการใช้การเสริมแรงในการอ่านเขียนและพูด ผลปรากฏว่า การทดลองนี้ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้นในกิจกรรมการเขียน แต่ว่ากิจกรรมการอ่านนักเรียนเห็นประโยชน์เพียงเล็กน้อย โดยไม่รู้ว่าการอ่านจะมีประโยชน์อย่างไร และอะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของพวกเขา

เทอร์โลว์ (Thurlow. 1999: 2620) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติของนักเรียนระดับ 5 ระหว่างการเสนอโดยเน้นการฝึกให้เขียนบทความลงในวารสารกับการสอนตามปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน สำหรับกลุ่มทดลองนักเรียนที่มีความสามารถต่ำกว่าค่ามัธยฐานของกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่ำกว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าค่ามัธยฐานของกลุ่ม และเพศชายมีเจตคติต่ำกว่าเพศหญิง

โจฮันนิง (Johanning. 2000: 151 – 160) ได้ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น โดยส่งเสริมให้นักเรียนอ่าน เขียนและอภิปรายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยให้ความสำคัญกับการเขียนที่จะช่วยให้นักเรียนอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมไว้ใช้ในการอภิปราย อีกทั้งการเขียนของนักเรียนยังเป็นผลงานที่ครูใช้ตรวจสอบความเข้าใจได้อีกด้วย เพื่อดูว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 14 คน และนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 34 คน รวมทั้งสิ้น 48 คน ใช้เวลาในการดำเนินการเป็นเวลา 1 ปี มีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบการเขียนของนักเรียน การบันทึกเสียงขณะการอภิปรายกลุ่มและการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยการสื่อสารความคิดของตนลงบนกระดาษแล้วถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น นอกจากนี้การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่มทำให้มั่นใจได้ว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะอภิปรายร่วมกันกับครูและเพื่อน และการเขียนช่วยทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้อย่างเต็มที่จากการคิด การเขียนและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์

พอร์เตอร์ (Porter. 2009: abstract) ได้ศึกษาความสามารถในการเขียนเพื่ออธิบายความเข้าใจในการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่วิทยาลัยเซนต์แมรี โดยเน้นให้

นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการอ่าน เขียนและมีความรู้เกี่ยวกับการพิสูจน์ ซึ่งเทคนิคอย่างหนึ่งของการเรียนที่เน้นการอ่านและการเขียนนี้ คือ ให้นักเรียนเขียนอธิบายเทคนิคการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 4 หน้ากระดาษ จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในห้องเรียนที่เรียนรู้แบบนี้ สามารถเขียนการพิสูจน์แบบอุปนัยทางคณิตศาสตร์ได้ ในขณะที่นักเรียนห้องอื่นที่ไม่ได้เรียนรู้แบบนี้เขียนการพิสูจน์โดยหาข้อขัดแย้ง นับได้ว่าการให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเพื่อสื่อสารแนวคิดหรือความเข้าใจนั้นเป็นประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

โวลฟ์ (Wolf. 2009: abstract) ได้ศึกษาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้โดยเน้นทักษะการสื่อสารทั้งการพูด การอภิปรายกับผู้อื่นและการเขียน เพื่ออธิบายคำตอบในเรื่องปัญหาเศษส่วนที่ซับซ้อน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเรื่อง เศษส่วน อย่างลึกซึ้ง เมื่อเรียนรู้จบหน่วยแล้วนักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน ทั้งการพูด การอภิปรายในชั้นเรียนและการเขียน มีผลทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขในการเรียนและมีความมั่นใจเพิ่มมากขึ้น นับว่าการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นประสบผลสำเร็จอย่างยอดเยี่ยมทั้งทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 69 – 76) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 91 – 98) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 79.94

ชานนท์ ศรีผ่องงาม (2549: 76 – 80) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เรื่อง จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังจากใช้ชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ ผลการศึกษาพบว่า ความก้าวหน้าของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 81.02

นันทน์ภัส พลเตมา (2550: 114 – 115) ได้ทำการศึกษาเรื่อง รูปแบบความสัมพันธ์ โครงสร้างเชิงสาเหตุขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษา 3 กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่มี อิทธิพลทางอ้อมต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ คือ การทำงานกลุ่มและพฤติกรรม การสอน โดยมีขนาดอิทธิพล เท่ากับ .04 และ .03 ตามลำดับ โดยตัวแปรเชิงสาเหตุทั้งหมดรวมกันอธิบาย ความแปรปรวนของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 53 จึงมีข้อเสนอแนะในทาง ปฏิบัติคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูควรให้นักเรียนมีการทำงานเป็นกลุ่ม และการทำงาน กลุ่มนั้นควรเป็นการทำงานกลุ่มเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมี ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ปริญญา สองสีดา (2550: 76 – 81) ได้ศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนแลโดยรวมของ นักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรากร สำเร็จ (2551: 72) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดยเน้นเทคนิค KWDL สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ (STAD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ แตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สัญญา ภัทรการ (2552: 152) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมี ชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนได้รับ การจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรรณทิภา ทองนวล (2554: 198 – 199) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและ ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และ

ฟังก์ชัน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตโดยเน้นการใช้ตัวแทน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำแนกได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ปานกลางและต่ำ โดยพบว่า นักเรียนร้อยละ 37.50 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับสูง ซึ่งสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง ครบถ้วน ชัดเจน อีกทั้งมีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายทั้งแผนภาพ เส้นจำนวน ตารางและรูปภาพ ในการสื่อสารแนวคิดได้อย่างชัดเจน นักเรียนร้อยละ 47.92 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับปานกลาง ซึ่งสามารถพูดอธิบายโดยมีการใช้ภาษาที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และมีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทั้งแผนภาพหรือรูปภาพเพื่อสื่อสารแนวคิดบ้างบางครั้ง แต่ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร และมีส่วนน้อยอีกร้อยละ 14.58 เป็นนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดระดับต่ำ ซึ่งพูดอธิบายโดยใช้ภาษาที่ไม่ถูกต้อง หรืออธิบายได้แต่ไม่ครบถ้วน และไม่มีการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารแนวคิด

จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสรุปได้ว่า เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ อีกทั้งงานนวัตกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า สิ่งเหล่านี้สามารถช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การนำนวัตกรรมและ สื่อการเรียน มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ นั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกำหนด (Random Assignment) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

กลุ่มควบคุม นักเรียน 25 คน ได้รับการสอนตามปกติ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ พุทธศักราช 2552 เรื่อง การวัด ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- | | |
|------------------------|-------------|
| 1. ความเป็นมาของการวัด | จำนวน 2 คาบ |
| 2. การวัดความยาว | จำนวน 4 คาบ |

3. การวัดพื้นที่	จำนวน 3 คาบ
4. การวัดปริมาตรและน้ำหนัก	จำนวน 3 คาบ
5. การวัดเวลา	จำนวน 3 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 18 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) 15 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด โดยในแต่ละเนื้อหาของบทเรียนแต่ละแผนจะมีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนตามปกติ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแผนการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) จากตำราและงานวิจัยต่าง ๆ

1.4 ศึกษาหลักและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

1.5 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง การวัด เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1.6 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ แบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1) ด้านความรู้ (K)
 - 2) ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)
 - 3) ด้านคุณลักษณะ (A)
4. สาระการเรียนรู้
5. การจัดการเรียนรู้
 - 5.1 ชั้นจัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน
 - 5.2 ชั้นนำเสนอบทเรียน
 - 5.3 ชั้นศึกษากลุ่มย่อย
 - 5.4 ชั้นทดสอบกลุ่มย่อย
 - 5.5 ชั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม
6. การวัดและประเมินผล
7. แบบทดสอบย่อยรายคาบ เป็นแบบทดสอบย่อยรายคาบสำหรับนักเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ชั่วโมงละ 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2 (แบบทดสอบคู่ขนาน)
8. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ / นวัตกรรม / ภูมิปัญญาท้องถิ่น / วิทยาการภายนอก
9. บันทึกผลหลังการเรียนรู้
 - 1) ผลการสอน
 - 2) ปัญหา / อุปสรรค
 - 3) ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.8 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.9 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญ

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนตามปกติ ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมการเรียนรู้ ตามที่กำหนดไว้ในหนังสือคู่มือครุคณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ พุทธศักราช 2552 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับ วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการสอนตามปกติ

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ใช้สอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/ แหล่งการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.6 จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (ซึ่งเป็นท่านเดียวกับที่ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ภาษาที่ใช้และกิจกรรมการเรียนการสอน

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มควบคุม

2. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหา จุดประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดจากเอกสารและตำราต่าง ๆ

2.2 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำรา

2.3 วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด เพื่อกำหนดความสำคัญของเนื้อหาจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด และจำนวนข้อของแบบทดสอบ

2.4 ศึกษาหลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามแนวชวาล แพร์ตกุล. (2520: 1 – 407) และทำการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 35 ข้อ นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแบบทดสอบ

2.5 นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความเหมาะสมของภาษา และข้อเสนอแนะ จากนั้นจึงนำมาแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง โดยกำหนดระดับคะแนนความคิดเห็น ไว้ดังนี้

คะแนน +1	แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
คะแนน 0	ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
คะแนน -1	แน่ใจว่าข้อสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.6 นำแบบทดสอบที่เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ที่ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำข้อสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาคัดเลือกจากค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 30 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน และเคยเรียนเรื่อง การวัด มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูกและให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

2.9 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan, 1952: 6-52) คัดเลือกข้อที่มีความยาก(p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งได้ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.49 – 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.48

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2540: 183-184) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.11 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้ว X ลงในกระดาษคำตอบ

0. ชาวอียิปต์ได้ใช้หน่วยการวัดใด ซึ่งเป็นระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงข้อศอก ในการวัดความยาวของการสร้างพีระมิด

- | | |
|------------------|-------------------|
| ก. กิโล (kilo) | ข. เดคา (deka) |
| ค. เฮกโต (hecto) | ง. คิวบิต (cubit) |

เฉลย ข้อ ง.

00. น้ำส้มเขียวหวานกล่องหนึ่งจุได้ 1,000 มิลลิลิตร ถ้าซื้อน้ำส้มเขียวหวาน 2 โหล คิดเป็นน้ำส้มเขียวหวานกี่ลิตร

- | | |
|----------------|---------------|
| ก. 2 ลิตร | ข. 24 ลิตร |
| ค. 24,000 ลิตร | ง. 2,000 ลิตร |

เฉลย ข้อ ข.

000. ถ้าไข่ฟองหนึ่งหนัก 50 กรัม เมื่อเลือกไข่ที่มีขนาดเท่ากัน 1 โหล ไข่ทั้งหมดจะหนักมากกว่าหรือน้อยกว่า 1 กิโลกรัม และมากกว่าหรือน้อยกว่าอยู่กี่กรัม

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ก. น้อยกว่า 400 กรัม | ข. น้อยกว่า 0.4 กรัม |
| ค. มากกว่า 600 กรัม | ง. มากกว่า 0.6 กรัม |

เฉลย ข้อ ก.

3. ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษา นิยาม ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษา ลักษณะคำถามปลายเปิด การสร้างข้อคำถามแบบอัตนัยและเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 สร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยที่วัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ และสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แบบรูบริค (Rubric Assessment)

3.4 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา แล้วนำแบบทดสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับลักษณะพฤติกรรม (IOC) คัดเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) $\geq .50$ พบว่า ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq .50$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 10 ข้อ

3.5 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่อง การวัด มาแล้วจำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.6 ตรวจสอบให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนทำ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ ดังนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)	
คะแนน	ความหมาย
2	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน
1	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน
0	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความผิด ไม่มีการอธิบายเพื่อสื่อความหมาย

ตาราง 2 (ต่อ)

ด้านที่ 2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)	
คะแนน	ความหมาย
2	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน
1	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วน
0	ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาและอธิบายสรุป
ด้านที่ 3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)	
คะแนน	ความหมาย
2	การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจน
1	การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจนในบางส่วน
0	การนำเสนอไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอ

3.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทนี และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 199 – 200) คัดเลือกข้อที่มีค่าความยาก (P_E) ระหว่าง .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) .20 ขึ้นไป

3.8 คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.50 – 0.54 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33 – 0.41 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้

3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วนสายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200) โดยค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.88 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.10 นำแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

ข้อ 0. สมุดบันทึกขนาดกว้าง 7 นิ้ว และยาว 10 นิ้ว จะมีพื้นที่ประมาณกี่ตารางเซนติเมตร

รูปแบบการตอบ	การประเมินคะแนน	
	การประเมิน	คะแนนที่ได้
วิธีคิด คิดเป็นลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ โจทย์กำหนด	ด้านที่ 1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)	
โจทย์ถาม	ด้านที่ 2 การแสดงแนวความคิดทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Representation)	
ขั้นที่ 2 วิธีคิด	ด้านที่ 3 ความชัดเจนของการ นำเสนอ (Clarity of Presentation)	
ขั้นที่ 3 แสดงวิธีทำ		
ดังนั้น		

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Randomized control – group Pretest – Posttest Design (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 380) โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ซึ่งมีแผนภาพ ดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

การกำหนดเข้ากลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
(R)E	T_{1E}	X	T_{2E}
(R)C	T_{1C}	-	T_{2C}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

(R)	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Randomized Assignment)
E	แทน	กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
C	แทน	กลุ่มควบคุม (Control Group)
X	แทน	การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)
-	แทน	การสอนตามปกติ
T_{1E} , T_{1C}	แทน	การสอบก่อนการทดลอง (Pretest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
T_{2E} , T_{2C}	แทน	การสอบหลังการทดลอง (Posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนถูกต้อง
3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จำนวน 1 คาบ กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน โดยใช้เวลาสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

กลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

กลุ่มควบคุม สอนตามปกติ

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 2 คาบ กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 คาบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คาบ

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ t – test for Independent Samples

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t – test for One Sample

3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ t – test for Independent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ t – test for One Sample

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	\bar{x}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนของกลุ่มเป้าหมาย

1.2 ค่าความแปรปรวน (Variance) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 76 – 77)

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

เมื่อ	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539: 248 – 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของจุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 3 – 32) จำนวนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.3 หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนีย์และซาเบอร์ (D.R. Whitney and D.L. Saders) ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 199 – 201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970) จำนวนโดยใช้โปรแกรม B – Index 700

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 197 – 199) จำนวนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัท (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200) จำนวนโดยใช้โปรแกรม B – Index 700

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 จำนวนค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 3 โดยใช้สถิติ t – test for Independent Samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score) (Scott; & Wertheimer. 1962: 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
D_1	แทน	คะแนนผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของ กลุ่มทดลองที่ 1
D_2	แทน	คะแนนผลต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของ กลุ่มทดลองที่ 2
MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 1
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบ หลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2
S_D^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่างระหว่างการทดสอบ ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 1
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ 2
df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

3.2 คำนวณค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และข้อที่ 4 โดยใช้สูตร t – test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2550: 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; df = n - 1$$

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการทดลองและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
\bar{X}_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน
\bar{X}_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน
MD	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับ เกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัดกับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้ t – test for Independent Samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score) ปรากฏผลในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง (สอนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ)

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	25	20	6.12	15.84	9.72	2.48	39.52**
กลุ่มควบคุม	25	20	5.76	12.24	6.84		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{.01,48} = 2.68$)

จากตาราง 4 พบว่า ก่อนการทดลองนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ใกล้เคียงกัน (กลุ่มทดลอง $\bar{X}_1 = 6.12$, กลุ่มควบคุม $\bar{X}_1 = 5.76$) หลังการทดลองพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้ t – test for One Sample ปรากฏผลในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	S	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	25	20	15.84	2.15	14	4.28**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(0.01,24)} = 2.49$)

จากตาราง 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 15.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.20

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้ t – test for Independent Samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score) ปรากฏผลในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง (สอนโดยการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ)

กลุ่มตัวอย่าง	n	k	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	25	48	9.00	36.76	27.76	2.32	5.66**
กลุ่มควบคุม	25	48	15.20	29.84	14.64		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{.01,48} = 2.68$)

จากตาราง 6 พบว่า ก่อนการทดลองนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เรื่อง การวัด ใกล้เคียงกัน (กลุ่มทดลอง $\bar{X}_1 = 9.00$, กลุ่มควบคุม $\bar{X}_1 = 15.20$) หลังการทดลองพบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้ t – test for One Sample ปรากฏผลในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

การทดสอบ	n	k	\bar{X}	S	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	25	48	36.76	5.65	33.60	2.80**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t_{(0.01,24)} = 2.49$)

จากตาราง 7 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 36.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.58

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับเกณฑ์

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Cluster random sampling) แล้วแบ่งเป็น

กลุ่มทดลอง นักเรียน 25 คน ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

กลุ่มควบคุม นักเรียน 25 คน ได้รับการสอนตามปกติ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด โดยในแต่ละเนื้อหาของบทเรียน แต่ละแผนจะมีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

1.2 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนตามปกติ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด เป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนถูกต้อง

3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จำนวน 1 คาบ กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน โดยใช้เวลาสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

กลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

กลุ่มควบคุม สอนตามปกติ

5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จำนวน 2 คาบ กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 คาบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คาบ

6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ $t - test for independent samples$
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับ เกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ $t - test for One Sample$
3. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ $t - test for independent samples$
4. เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด กับ เกณฑ์ (ร้อยละ 70) โดยใช้สถิติ $t - test for One Sample$

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) กับการสอนตามปกติ เรื่อง การวัด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากผลการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยอภิปรายผลตามลำดับดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน โดยเริ่มจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนลดความสามารถซึ่งจะทำให้นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลาง ช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มอ่อนได้ มีการนำเสนอบทเรียนใหม่โดยครูเป็นผู้อธิบายเป็นหลักและร่วมกันอภิปรายซักถาม ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการศึกษาบทเรียนใหม่ และนักเรียนกลุ่มอ่อนสามารถให้เพื่อนนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มปานกลางในกลุ่มตัวเองช่วยอธิบายบทเรียนที่ตนเองไม่เข้าใจ ทำให้นักเรียนกลุ่มอ่อนยอมรับฟังและเห็นคุณค่าของเพื่อนนักเรียนกลุ่มเก่ง และนักเรียนกลุ่มเก่งยอมรับนักเรียนกลุ่มอ่อน และภาษาที่นักเรียนด้วยกัน คุยเดียวกันสื่อสารกันจะเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย เป็นภาษาเดียวกันทำให้เข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งจะสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล สอดคล้องกับแนวคิดของสลาวิน (Slavin, 1984: 813 – 819) ที่สรุปข้อดีของการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ว่า 1) ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตน 2) ช่วยส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือในกลุ่มของผู้เรียน 3) สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเด็กอ่อนในห้องเรียน 4) สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อย่างดี เด็กที่เรียนช้ามีเวลาศึกษาและฝึกฝนเรื่องที่ไม่เข้าใจมากขึ้น และเด็กที่เรียนเร็วใช้เวลาศึกษาน้อยและมีเวลาไปทำอย่างอื่น เช่น ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม 5) ช่วยให้เกิดการยอมรับในกลุ่ม โดยเด็กเก่งยอมรับเด็กอ่อน และเด็กอ่อนเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง 6) ช่วยแบ่งเบาภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ ที่ให้ครูมีเวลาสร้างสรรค์งานสอน ปรับปรุงงานสอนมากขึ้น และมีเวลาที่จะสนับสนุน ส่งเสริม ได้รับความสนใจ หรืออภิปรายปัญหาเกี่ยวกับนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย 7) ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม ซึ่งจะแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ เพราะการสอนตามปกตินั้นครูเป็นผู้อธิบาย ยกตัวอย่าง เมื่อนักสงสัยก็จะได้รับคำตอบจากครู ซึ่งถ้าครูสอนแล้วนักเรียนตามไม่ทัน นักเรียนบางคนก็ไม่ถามเนื่องมาจากอาย ไม่กล้าถามครู ก็ทำให้ตนเองไม่เข้าใจเรื่อยมา เมื่อไม่เข้าใจบทเรียนก็ไม่สามารถต่อยอดการเรียนบทเรียนต่อไปได้ อาจทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนวิชานั้นๆ และจากความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนต่างกัน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ดีเท่าที่ควรซึ่งสอดคล้องกับ บุคตรา อิมทรัพย์ (2551: 61) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นก็มาจากหลายปัจจัยด้วยกันทั้งจากตัวนักเรียนเอง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู จากสิ่งแวดล้อมทั้งที่โรงเรียนและที่บ้านของนักเรียน ดังนั้นใน

การแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นี้ครูผู้สอนจึงควรวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ ให้ครอบคลุมทุกด้านและหาแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้มาแก้ปัญหา และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชนก ช่วยสุข (2445: 107) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากทีนักเรียนได้รับการสอนคณิตศาสตร์โดยชุดการเรียนรู้ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) ส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณ โดยมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ย 15.84 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.20 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมีกลุ่ม และในกลุ่มสามารถซักถาม แสดงความคิดเห็น กล่าวตอบคำถาม กล่าวซักถามเพื่อนเมื่อไม่เข้าใจในบทเรียน ทำให้นักเรียนอยากจะเรียน อยากทำแบบฝึกทักษะ อยากทำแบบทดสอบเพื่อเก็บคะแนน และรวมเป็นคะแนนกลุ่ม แล้วจัดอันดับว่ากลุ่มนักเรียนอยู่ในระดับใด ทำให้นักเรียนในกลุ่มมีความรับผิดชอบมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สลาวินและคนอื่นๆ (Slavin; & others. 1990: 34 – 53) ได้กล่าวถึงข้อดีของ TAI ว่า 1) ช่วยส่งเสริมให้เกิดความช่วยเหลือกันในกลุ่มของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง 2) ช่วยส่งเสริมความสามารถและสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ คือเด็กที่เรียนช้ามีเวลาฝึกฝนมากขึ้น เด็กที่เรียนเร็วมีโอกาสช่วยเหลือเพื่อนที่อ่อนในกลุ่ม 3) ช่วยให้เกิดการยอมรับซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เด็กอ่อนได้รับการยอมรับและเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง 4) ช่วยแบ่งเบาภาระครูได้บางส่วน ครูจะได้มีเวลาดูแลนักเรียนได้มากขึ้นและทั่วถึง 5) ช่วยปลูกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม และมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น 6) ช่วยสร้างแรงจูงใจ และความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียนอันเนื่องมาจากการเสริมแรง และยังคงสอดคล้องกับ แคมเบอร์ และอะบรามิ (Chambers; & Abrami. 1991: 153 – 160) ศึกษาความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันระหว่างผลงานแต่ละบุคคลกับผลงานของกลุ่ม ซึ่งศึกษากับนักเรียน จำนวน 190 คน (ระดับ 3 – 7) ผลปรากฏว่า การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มๆ ที่มีส่วนร่วมมีกันเรียนรู้ ผลงานของกลุ่มจะนำมาซึ่งความสำเร็จ และเป็นที่ยอมรับในทางการศึกษามากกว่าผลงานของคนคนเดียว และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริพร คล่องจิตต์ (2548: 52 – 53) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI (Team Assisted Individualization) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน นักเรียนได้ร่วมทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มจะจับคู่เพื่อช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในการเช็คและการตรวจผลงาน จากที่นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล เพื่อนจะเป็นผู้ตรวจแบบฝึกหัดทักษะ หากนักเรียนผ่านในตอนนั้นจะสามารถทำแบบฝึกหัดทักษะต่อไปได้ เพื่อนจะมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนไม่รู้สึกเกร็ง มีความรู้สึกอยากเรียน ตั้งใจและสนใจเรียน เมื่อนักเรียนสนใจเรียน เข้าใจในบทเรียนจึงทำให้นักเรียนถ่ายทอดความรู้ ความคิดและความเข้าใจ โดยใช้ภาษาพูดและภาษาเขียน ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 70) ระบุไว้ว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับ นันทน์ภัส พลเตมา (2550: 20) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่มีความเฉพาะของตัวมันเอง การสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน เกิดความลึกซึ้งในสิ่งที่เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับแนวคิดได้อย่างเที่ยงตรง หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการสื่อสารทำให้เกิดบรรยากาศที่เหมาะสมในการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนจะแตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ เพราะนักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกตินั้น จะทำแบบฝึกหัดทักษะโดยลำพัง เมื่อไม่เข้าใจจึงถามครู ทำให้ช่องว่างระหว่างนักเรียนกับครูเกิดขึ้น นักเรียนไม่กล้าซักถามครู จะถามเพื่อนก็กลัวครูดุ จึงทำตามที่ตนเองเข้าใจ และถ้ายิ่งไม่เข้าใจก็จะปล่อยเลยตามเลย ไม่สนใจในเนื้อหาและบทเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สාරวย หาญห้าว (2550: 72) ได้วิจัยเรื่อง การสร้างชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิคการสอนแบบ TAI สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ย 36.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.58 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดบรรยากาศให้นักเรียนได้เรียนรู้เป็นกลุ่ม ให้นักเรียนได้ซักถามเพื่อนในกลุ่มของตนเองได้ และนักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการทำคะแนนให้กลุ่มตนเอง อีกทั้งคำถามที่ใช้เป็นคำถามที่ให้

นักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิดของตนเอง โดยไม่จำกัดว่าจะเป็นวิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น และครูเป็นผู้รับฟังความคิดของนักเรียนซึ่งสอดคล้องกับ พรรรถทิภา ทองนวล (2554: 134) กล่าวว่า 1) จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน และควรเป็นกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน 2) จัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนได้สื่อสารแลกเปลี่ยนแนวความคิดภายในกลุ่ม 3) ใช้คำถามปลายเปิด กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและตอบสนองออกมา 4) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนเพื่อสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และยังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547: 91 – 98) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ภายหลังจากเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เฉลี่ยร้อยละ 79.94

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูควรกำหนดเวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียนในการศึกษาไปความรู้และการทำแบบฝึกทักษะแต่ละครั้ง เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการทำกิจกรรมและเวลาในการซักถามเพื่อนที่เพียงพอ
2. ในการจัดกลุ่ม ในการจัดการเรียนการสอนแบบแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เมื่อมีการเรียนการสอนจบในเนื้อหาแต่ละหน่วย ควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ ความคุ้นเคยกับเพื่อนคนอื่นๆ ในห้อง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องมากขึ้น
3. ครูผู้สอนต้องดูแลนักเรียนให้ทั่วถึงทุกกลุ่ม และให้คำปรึกษากับกลุ่มนักเรียนที่มีปัญหาและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
4. ครูผู้สอนมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี และเตรียมกิจกรรมเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่เก่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์กับครูผู้สอนและกับนักเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องอื่นๆ
2. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) ไปทดลองใช้เพื่อศึกษาถึงผลของรูปแบบที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ อาทิ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียน เป็นต้น เพื่อเป็นการศึกษาถึงการจัดการเรียนการสอนนี้จะส่งผลต่อตัวแปรอื่นๆ หรือไม่



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ:
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกษม คันธตระกูล. (2547). *ชุดการเรียนรู้แบบค้นพบ เรื่องสถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*.
สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมสามัญศึกษา (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. กรุงเทพฯ: กรม
สามัญศึกษา.
- จิรากร สำเร็จ. (2551). *ผลการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) โดย
เน้นเทคนิค KWDL ที่มีต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชญาณิชฐ์ พุกเถื่อน. (2536). *การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
(การวัดผลและประเมินผลการศึกษา)พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ชานนท์ ศรีผ่องงาม. (2549). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams
Achievement Division: STAD) เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
จำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2520). *เทคนิคการเขียนข้อสอบ*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจ อินเตอร์โปรแกรสซิฟ.
ศึกษา แคมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงชัย อักษรคิด. (2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แบบรูปโดยใช้การเรียนรู้แบบ
ร่วมมือสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นันทกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นันทน์ภัส พลเตมา. (2550). รูปแบบความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงสาเหตุขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษา 3 กรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุษบา ชูคำ. (2550). ผลของการใช้บทเรียนการ์ตูนคณิตศาสตร์แบบ E-Book เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุศรา อิมทรัพย์. (2551). ผลการใช้สื่อประสมเรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประภัสสร วงษ์ศรี. (2541). การรับรู้อัตตสมรรถนะความภาคภูมิใจในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลศรีมหาสารคาม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่องทศนิยมและเศษส่วนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชนี ทองแก้ว. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบ TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พันทิพา ทับเที่ยง. (2550). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) กับการจัดการเรียนแบบร่วมมือแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI). ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พรชนก ช่วยสุข. (2445). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้เทคนิค TAI (TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณทิภา ทองนวล. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาโดยเน้นการใช้ตัวแทนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพโรจน์ เบขุนทด. (2544). ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือ 3 วิธี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และความร่วมมือในการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจณา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- (2539). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). การวัดด้านจิตพิสัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณศิริ หลงรัก. (2553). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (Contextual Learning) เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วิมล ลีเมศระโช. (2537). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้หนังสือการ์ตูนเป็นอุปกรณ์การสอนกับการสอนปกติในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (ศึกษาศาสตร์ - การสอน) กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- ศิริพร คล่องจิตต์. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน แบบ TAI. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร มาวรธนา. (2546). ผลการใช้ทักษะการสื่อสารและการประเมินผลตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการนำเสนอข้อมูล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร รัตน์โกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภกิจ เฉลิวิสุตม์กุล. (2553). หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.4 ภาคเรียนที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม็ค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2546). คู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2551). การวัดผลประเมินผลเพื่อเอกสารเพื่อพัฒนาวิชาชีพครู สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: curskphadparaw.
- สัญญา ภัทรากร. (2552). ผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว).

- สุพิศ ตระกูลศุภชัย. (2547). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินัญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรพล ประยงค์พันธ์. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเป็นกลุ่มตามความสามารถและเรียนด้วยตนเอง เป็นกลุ่ม. วิทยานิพนธ์ คม. (การมัธยมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุศักดิ์ หลาบมาลา. (2533). การจัดกลุ่มในการเรียนแบบร่วมมือ. สารพัฒนาหลักสูตร. (96): 32 – 34.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). แนวทางการวัดผลประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- . (2552). ฐานข้อมูลการวิจัยการศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2552, จาก <http://www.thaiedresearch.org>.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำรวย หาญห้าว. (2550). การสร้างชุดการเรียนการสอนพีชคณิต ช่วงชั้นที่ 3 สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ด้วยเทคนิค TAI. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมควร ปานโม. (2545). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีพ เรื่อง “เซต” ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส.1) ภาควิชาเกษตรกรรม. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2541). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมฤดี ดุกหลิม. (2552). การพัฒนาชุดการเรียนแบบโยนิโสมนสิกาและความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการตระหนักรู้ตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินัญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เสาวภา อนุเพชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หทัยกาญจน์ อินบุญมา. (2547). ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้ลึกเชิงจำนวน เรื่องการประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่องเส้นตรงและมุม ความยาว พื้นที่และปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุทุมพร เคลือบคนโท. (2540). องค์ประกอบบางประการที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสารคาม.
- อัญชณา โพธิ์พลากร. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรทัย ศรีอุทธา. (2547). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อ้อมฤดี แซ่มอบล. (2553). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เน้นการใช้คำถามหวนหาความคิดทบทวน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- Appold, Barbara E. (2006, June). 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>.
- Cai, Jinfa.; Jakabcsin, Mary S.; & Lane, Suzanne. (1996, May). Assessing Student's Mathematication. *School Science and Mathematics*. 96(5): 238 - 246. Retrieved June 4, 2010, from <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/122646548/PDFSTART>.
- Carroll, John B. (1963, May). *A Model of School Learning*. Teachers College Record 64(2) : 723 – 733.
- Catherine, B. Furtwengler. (1992, April). How to observe Cooperative Learning Classrooms. *Educational Leadership*. 49: 59 – 62.
- Chambers, Bette; & Philip C. Abrami (1991). Cooperative Learning Elementary Education Mathematics. *Journal of Educational Research*. 84: 153 – 160.
- Fan, Chang-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Fenwick, Sharyn Elaine. (2005, December). The effects of cooperative creative controversy versus cooperative concurrence seeking on student academic achievement and attitudes toward factors of classroom social support. *Dissertation Abstracts online* Retrieved May, 10, 2012, from: <http://vnweb.proquest.com>.
- Gannon, Kathleen E.; & Ginsberg, Herbert P. (1985, August). Children's Learning Difficulties in Mathematics. *Education and Urban Society*. 17: 405-416.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw Hill Book.
- Johanning, I Debra. (2000, March). An analysis of Writing and Post writing Group Collaboration In middle School Pre-Algebra. *School Science and Mathematics*. 100 (3) :151 – 160.
- Jones, J.; Jones, K.; & Vermette, P. (2009). Using Social and Emotional Learning to Foster Academic Achievement in Secondary Mathematics. *American Secondary Education*. 37(3): 4-9.
- Kennedy, Leonard M.; & Steve Tipps. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California : Woodworth Publishing.
- Maddox, Hary. (1963). *How to Study*. London : Wyman Ltd.

- Martin, Rose Lawson. (2005 : March). Effects of cooperative and individual integrated learning system on attitudes and achievement in mathematics. *Dissertation Abstract Online* Retrieved May, 10, 2012. from : <http://vnweb.proquest.com>.
- Mehren, W.A.; & Lehmann, I.J. (1976). *Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Mumme, Judith.; & Nancy, Shepherd. (1993). Communication in Mathematics, In *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation standard. : Reading from the Arithmetic Teacher*. Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. pp. 7 – 11. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia; Council of Teacher of Mathematics.
- Porter, Mary. (2009). Writing to Understand Mathematical Proofs. In *Paper Present at the Annual Meeting of the Mathematical Association of America MathFest*. Retrieved June 3, 2010, from http://www.allacademic.com/one/www/research/index.php?click_key=1&PHPSESSID=622e3b8ec52a20537f80dbcc8e1dfd09.
- Rawat , D.S.; & Gupta , S.L. (1970). Education Wastage at the Primary Level. *A Handbook For Teachers*. New Delhi : S.K. Kitchula at Nalanda Press.
- Reys, Robert., et al. (2003). Assessing the Impact of Standards-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(1) : 74-A.
- Riedesel, C.Alan. (1990). *Evaluation of Learning in Elementary School Mathematics, Teaching Elementary School Mathematics*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.
- Rojas, M.E. (1992). Enhancing the Learning of Probability Through Developing Student Skill in reading and Writing. *Dissertation Abstracts Online*. 53-05A.
- Scheuermann, Amy M.;Deshler, Donald D.; & Schumaker, Jean B. (2009). The Effects of the Explicit Inquiry Routine on the Performance of Students with Learning Disabilities on One-Variable Equations. *Learning Disability Quarterly*. 32(2): 103 - 120.
- Scott, William A.; Michael Wertheimer. (1962). Introduction to Psychological Research. *Journal of Research and Development in Education*. 12(1): 316 – 352.

- Slavin, Robert E. (1984). Effect of Team Assisted Individualization on the Mathematics Achievement of Academically Handicapped and Nonhandicapped Students. *Journal of Educational Psychology*. 76(5): 813 – 819.
- Slavin, Robert E.;& Nancy Karweit. (1985). Effects of Whole – Class, Ability Grouped, and Individualized Instruction on Mathematics. *American Education Research and Journal*. 22(2): 351 – 367.
- Slavin, Robert E. (1990). *Cooperative Learning*. Massachusetts : Allyn and Bacon.
- .(1990). *Cooperative Learning : Theory, Research and Practices*. New Jersey : Prentice Hall.
- .(1995). *Cooperative Learning:Theory, research and practice*. 2 nd ed. Massachusetts: Simon& Schuster.
- Thurber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today's Secondary School*. Boston: Allyn and Bacon.
- Thurlow, Deborah Lee. (1999). The Effects of Journal Writing on Fifth – Grade Subject Mathematics Attitudes and Achievement. *Dissertation Abstracts International - A*. (CD – ROM). 57(1) : 2620. UMI ; Dissertation Abstracts.
- Thomson, Denisse R. (2001). The Effects of Curriculum on Achievement in Second-Year Algebra : The Example of Chicago School Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32 (1): 58-A.
- Wilson, James W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics: A Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. pp.643-696. Bloom, Benjamin S. (eds.). New York: McGraw-Hill.
- Wolf, Kimberly. (2009). *Developing a Deeper Understanding of Fractions through Communication*. Retrieved June 2, 2010, from <http://proquest.umi.com/pqdweb?index=4&did=1850318791&SrchMode=1&sid=2&Fmt=2&VInst=PROD&VType=PQD&RQT=309&VName=PQD&TS=1275488745&clientId=61839>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด
- ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 12 ข้อ
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 30 ข้อ
- ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

ตาราง 8 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	-1	1	1	0.33	ตัดทิ้ง
2	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
3	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
6	-1	0	1	0	ตัดทิ้ง
7	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
8	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
9	1	0	0	0.33	ตัดทิ้ง
10	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
12	1	0	0	0.33	ตัดทิ้ง
13	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
14	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
15	1	1	0	0.67	คัดเลือกไว้
16	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
17	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
18	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
19	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
20	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
21	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
22	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
23	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
24	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
25	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
26	1	1	0	0.67	คัดเลือกไว้
27	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง

ตาราง 8 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
28	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
29	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
30	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
31	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
32	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
33	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
34	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
35	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 12 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	0	0.67	คัดเลือกไว้
2	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
3	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
4	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
5	0	0	1	0.33	ตัดทิ้ง
6	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
7	1	0	1	0.67	คัดเลือกไว้
8	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
9	0	1	1	0.67	คัดเลือกไว้
10	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
11	1	1	1	1	คัดเลือกไว้
12	1	1	1	1	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกจากค่า $IOC \geq .50$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.57	0.18	ตัดทิ้ง
2	0.56	0.21	ตัดทิ้ง
3	0.63	0.22	ตัดทิ้ง
4	0.63	0.13	ตัดทิ้ง
5	0.68	0.34	คัดเลือกไว้
6	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
7	0.69	0.33	คัดเลือกไว้
8	0.55	0.19	ตัดทิ้ง
9	0.70	0.25	ตัดทิ้ง
10	0.60	0.42	คัดเลือกไว้
11	0.67	0.32	คัดเลือกไว้
12	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
13	0.63	0.44	คัดเลือกไว้
14	0.63	0.25	คัดเลือกไว้
15	0.63	0.42	คัดเลือกไว้
16	0.54	0.30	คัดเลือกไว้
17	0.55	0.20	ตัดทิ้ง
18	0.57	0.38	คัดเลือกไว้
19	0.73	0.28	คัดเลือกไว้
20	0.72	0.25	ตัดทิ้ง
21	0.57	0.28	คัดเลือกไว้
22	0.64	0.23	ตัดทิ้ง
23	0.49	0.33	คัดเลือกไว้
24	0.64	0.44	คัดเลือกไว้
25	0.61	0.41	คัดเลือกไว้

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
26	0.55	0.24	ตัดทิ้ง
27	0.58	0.48	คัดเลือกไว้
28	0.59	0.37	คัดเลือกไว้
29	0.56	0.44	คัดเลือกไว้
30	0.64	0.46	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.49 – 0.73 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป สอดคล้องกับจุดประสงค์ และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.48 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทำสอบนี้จำนวน 20 ข้อ ไปใช้ในครั้งต่อไป



ตาราง 11 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด

ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	0.50	0.37	คัดเลือกไว้
2	0.54	0.35	คัดเลือกไว้
3	0.54	0.41	คัดเลือกไว้
4	0.54	0.28	ตัดทิ้ง
5	0.52	0.37	คัดเลือกไว้
6	0.50	0.38	คัดเลือกไว้
7	0.53	0.39	คัดเลือกไว้
8	0.52	0.33	คัดเลือกไว้
9	0.52	0.40	คัดเลือกไว้
10	0.50	0.31	ตัดทิ้ง

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.50 – 0.54 ซึ่งเป็นความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.33 – 0.41 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 – 3 และ 5 – 9 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ภาคผนวก ข

คะแนนก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score)
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score)
- คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด

ตาราง 12 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score)

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_1	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_2		
1	7	15	8	4	17	13	2.96	42.51
2	4	14	10	6	13	7	0.08	0.27
3	7	16	9	6	12	6	0.52	0.23
4	5	16	11	7	12	5	1.64	2.19
5	6	17	11	6	14	8	1.64	2.31
6	10	16	6	6	13	7	13.84	0.27
7	6	16	10	2	11	9	0.08	6.35
8	6	17	11	6	13	7	1.64	0.27
9	7	18	11	6	10	4	1.64	6.15
10	4	16	12	8	13	5	5.20	2.19
11	7	18	11	6	9	3	1.64	12.11
12	8	16	8	9	13	4	2.96	6.15
13	6	17	11	5	12	7	1.64	0.27
14	2	19	17	6	13	7	53.00	0.27
15	6	15	9	4	13	9	0.52	6.35
16	13	18	5	8	11	3	22.28	12.11
17	6	18	12	6	13	7	5.20	0.27
18	5	18	13	5	14	9	10.76	6.35
19	6	16	10	6	13	7	0.08	0.27
20	6	17	11	6	12	6	1.64	0.23

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_1	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_2		
21	3	14	11	4	15	11	1.64	20.43
22	7	11	4	7	13	6	32.72	0.23
23	7	14	7	6	14	8	7.40	2.31
24	3	14	11	5	7	2	1.64	20.07
25	6	10	4	4	6	2	32.72	20.07
รวม	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD_1	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD_2	$\sum (D_1 - MD_1)^2$	$\sum (D_2 - MD_2)^2$
เฉลี่ย	6.12	15.84	9.72	5.76	12.24	6.48	205.04	170.24

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) โดยใช้ t – test for independent samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score)

จากสูตร

$$\text{เมื่อ } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$\begin{aligned}
 \text{แทนค่า} \quad S_D^2 &= \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 &= \frac{205.04 + 170.24}{25 + 25 - 2} \\
 &= \frac{375.28}{48} \\
 &= 7.82 \\
 S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\
 &= \sqrt{\frac{76.94}{25} + \frac{76.94}{25}} \\
 &= 2.48 \\
 t &= \frac{242 - 144}{2.48} \\
 &= 39.52 \\
 t_{.01, 48} &= 2.68
 \end{aligned}$$

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค่า $t = 39.52$

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลองหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน (X)	X^2
1	7	15	225
2	4	14	196
3	7	16	256
4	5	16	256
5	6	17	289
6	10	16	256
7	6	16	256
8	6	17	289
9	7	18	324
10	4	16	256
11	7	18	324
12	8	16	256
13	6	17	289
14	2	19	361
15	6	15	225
16	13	18	324
17	6	18	324
18	5	18	324
19	6	16	256
20	6	17	289

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน (X)	X ²
21	3	14	196
22	7	11	121
23	7	14	196
24	3	14	196
25	6	10	100
		$\sum X = 396$	$\sum X^2 = 6384$
		$\bar{X} = 15.84$	

			$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$; df = n - 1
เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{396}{25} \\ &= 15.84\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจกได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{25(6384) - (396)^2}{25(25-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{2784}{600}} \\ &= 2.15 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 15.84$, $\mu_0 = 14$, $S = 2.15$, $n = 25$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{15.84 - 14}{\frac{2.15}{\sqrt{25}}} \\ &= 4.28 \\ t_{.01, 24} &= 2.49 \end{aligned}$$

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค่า $t = 4.28$

ตาราง 14 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล)
และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score)

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_1	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_2		
1	10	38	28	6	15	9	0.06	31.81
2	9	46	37	10	20	10	85.38	21.53
3	24	40	16	20	24	4	138.30	113.21
4	18	28	10	24	22	-2	315.42	276.89
5	10	35	25	27	27	0	7.62	214.33
6	12	34	22	10	30	20	33.18	28.73
7	10	47	37	4	36	32	85.38	301.37
8	5	39	34	15	30	15	38.94	0.13
9	10	39	29	18	27	9	1.54	31.81
10	3	36	33	20	29	9	27.46	31.81
11	12	40	28	14	34	20	0.06	28.73
12	0	29	29	17	28	11	1.54	13.25
13	14	28	14	13	28	15	189.34	0.13
14	6	30	24	8	31	23	14.14	69.89
15	4	37	33	15	33	18	27.46	11.29
16	8	29	21	14	35	21	45.70	40.45
17	8	39	31	10	38	28	10.50	178.49
18	2	31	29	24	40	16	1.54	1.85
19	10	42	32	26	28	2	17.98	159.77
20	4	33	29	12	31	19	1.54	19.01

ตาราง 14 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			$(D_1 - MD_1)^2$	$(D_2 - MD_2)^2$
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_1	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D_2		
21	6	37	31	13	36	23	10.50	69.89
22	8	45	37	20	28	8	85.38	44.09
23	10	34	24	16	26	10	14.14	21.53
24	14	39	25	9	34	25	7.62	107.33
25	8	44	36	15	36	21	67.90	40.45
รวม	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD_1	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD_2	$\sum (D_1 - MD_1)^2$	$\sum (D_2 - MD_2)^2$
	9	36.76	27.76	15.2	29.84	14.64	1228.56	1857.76

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง (ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล) และกลุ่มควบคุม (สอนตามปกติ) โดยใช้ t – test for independent samples ในรูปของผลต่างของคะแนน (Difference Score)

จากสูตร

$$\text{เมื่อ } t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\text{ซึ่ง } S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}}$$

$$\text{และ } S_D^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad S_D^2 &= \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \\ &= \frac{1228.56 + 1857.76}{25 + 25 - 2} \\ &= \frac{3086.32}{48} \\ &= 64.30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{MD_1 - MD_2} &= \sqrt{\frac{S_D^2}{n_1} + \frac{S_D^2}{n_2}} \\ &= \sqrt{\frac{64.30}{25} + \frac{64.30}{25}} \\ &= 2.32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{27.76 - 14.64}{2.32} \\ &= 5.66 \end{aligned}$$

$$t_{.01, 48} = 2.68$$

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค่า $t = 5.66$

ตาราง 15 คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ
กลุ่มทดลอง หลังจากรับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน (X)	X^2
1	10	38	1444
2	9	46	2116
3	24	40	1600
4	18	28	784
5	10	35	1225
6	12	34	1156
7	10	47	2209
8	5	39	1521
9	10	39	1521
10	3	36	1296
11	12	40	1600
12	0	29	841
13	14	28	784
14	6	30	900
15	4	37	1369
16	8	29	841
17	8	39	1521
18	2	31	961
19	10	42	1764
20	4	33	1089

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน (X)	X ²
21	6	37	1369
22	8	45	2025
23	10	34	1156
24	14	39	1521
25	8	44	1936
		$\sum X = 919$	$\sum X^2 = 34549$
		$\bar{X} = 36.76$	



			$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$; df = n - 1
เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{919}{25} \\ &= 36.76\end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกลุ่มทดลอง หลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) เรื่อง การวัด หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{25(24549) - (919)^2}{25(25-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{19164}{600}} \\ &= 5.65 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\bar{X} = 36.76$, $\mu_0 = 33.60$, $S = 5.65$, $n = 25$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \\ &= \frac{36.76 - 33.60}{\frac{5.65}{\sqrt{25}}} \\ &= 2.80 \\ t_{.01, 24} &= 2.49 \end{aligned}$$


คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ค่า $t = 2.80$

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI) และแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนตามปกติ เรื่อง การวัด



แผนการจัดการเรียนรู้	
	กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ การวัด แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเป็นมาของการวัด
	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 15 ชั่วโมง เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
ตัวชี้วัด

2. คาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตรและน้ำหนักได้อย่างใกล้เคียงและอธิบายวิธีการที่ใช้ในการคาดคะเน
3. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
ตัวชี้วัด

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่าง ถูกต้องและชัดเจน
5. เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไป เชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. สาระสำคัญ

ในสมัยโบราณบรรพบุรุษของเรายังไม่มีเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการวัดระยะทาง เวลา พื้นที่และปริมาตร การสื่อความหมายเกี่ยวกับการวัดของคนสมัยนั้นอาศัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

ความเป็นมาของการวัด

ระบบภาษาอังกฤษ กำหนดหน่วยความยาวเป็น นิ้ว ฟุต หลา และไมล์ เป็นต้น ระบบเมตริก ถือกำเนิดเมื่อปี พ.ศ. 2336 ที่ประเทศฝรั่งเศส กำหนดหน่วยความยาวเป็น เซนติเมตร เมตร และกิโลเมตร เป็นต้น

ในการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก เรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างประเทศ (System International d' Unites) และเรียกหน่วยการวัดในระบบนี้ว่า หน่วย SI หน่วยรากฐานของระบบ SI มี 7 หน่วยที่ใช้วัดปริมาณมูลฐาน (basic quantity) ได้แก่

เมตร (Meter : m)	เป็นหน่วยใช้วัดความยาว
กิโลกรัม (Kilogramme : kg)	เป็นหน่วยใช้วัดมวล
วินาที (Second : s)	เป็นหน่วยใช้วัดเวลา
แอมแปร์ (Ampere : A)	เป็นหน่วยใช้วัดกระแสไฟฟ้า
เคลวิน (Kelvin : K)	เป็นหน่วยใช้วัดอุณหภูมิ
แคลเดลา (Candela : cd)	เป็นหน่วยใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง
โมล (Mole : mol)	เป็นหน่วยใช้วัดปริมาณของสาร

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (K)

1. นักเรียนอธิบายประวัติความเป็นมาของการวัดได้
2. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับต้นกำเนิดของการวัด
3. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบหน่วยระหว่างประเทศ (System International d' Unites)

4. นักเรียนคาดคะเนเวลา ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตรและน้ำหนักได้

4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

1. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล
3. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารในการสื่อความหมาย และการนำเสนอ
4. นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

1. นักเรียนมีความร่วมมือ
2. นักเรียนมีความกระตือรือร้น
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ
4. นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. สารการเรียนรู้

- 3.1 ประวัติความเป็นมาของการวัด
- 3.2 หน่วยรากฐานของระบบ SI
- 3.3 การคาดคะเน

5. การจัดการเรียนรู้

การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
<p>คาบที่ 1</p> <p>1. จัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 ครูจัดกลุ่มนักเรียน แบบอิสระ ความสามารถ กลุ่มละ 4 คน สมาชิกในแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน (ใช้เกณฑ์ที่ครูเตรียมไว้ล่วงหน้าแล้ว)</p> <p>1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>2. นำเสนอบทเรียน</p> <p>2.1 ครูและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับการใช้คำพูดแทนการบอกหน่วยของคนสมัยก่อน เช่น บ้านของสุดาสุดาอยู่ห่างจากบ้านของสมรักษ์ ประมาณ สามคืบน้ำ, พรงนี้ต้องออกจากบ้านก่อนพระอาทิตย์ขึ้น,</p>	<p>คาบที่ 1</p> <p>1. นำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 ครูเล่านิทานเกี่ยวกับเรื่องในสมัยโบราณ เกี่ยวกับการใช้ชีวิตในสมัยนั้น โดยเนื้อเรื่อง เชื่อมโยงกับการใช้คำในสมัยก่อนกับคำที่ไม่ค่อยได้ใช้แล้วในปัจจุบัน</p> <p>2. ขั้นตอน</p> <p>2.1 ครูแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนเรื่อง ความ เป็นมาของการวัดให้นักเรียนทราบ</p> <p>2.2 ครูและนักเรียนสนทนาเกี่ยวกับการใช้คำ แทนการใช้หน่วยในการวัด แทนสิ่งต่างๆ และ ร่วมกันเสนอความคิดเห็นจากที่นักเรียนเคยได้ ยิน ได้ฟังมา</p>

การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
<p>คาบที่ 1 (ต่อ) ชินตื่นนอนตอน ไก่ขัน และให้นักเรียน ยกตัวอย่างที่ตนเองได้ยื่นให้เพื่อนนักเรียนเพื่อ เป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้</p> <p>2.2 นักเรียนพิจารณาตัวอย่างการสื่อ ความหมายเกี่ยวกับระยะเวลาและปริมาณ อื่นๆ ในสมัยโบราณ</p> <p>2.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับคำพูดที่ใช้แทนการบอกสื่อความหมาย เกี่ยวกับระยะเวลาและปริมาณอื่นๆ และ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียนในห้อง</p> <p>3. ขั้นศึกษากลุ่มย่อย</p> <p>3.1 นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันและกันใน การศึกษากลุ่มย่อยและตรวจสอบผลงาน</p> <p>3.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1.1 ความ เป็นมาของการวัดและทำแบบฝึกหัดที่ 1.1 เป็น รายบุคคล หากเพื่อนไม่เข้าใจให้ช่วยอธิบาย จน ทำแบบฝึกหัดจนครบ</p> <p>4. ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย</p> <p>4.1 นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 โดย ต่างคนต่างทำ</p> <p>4.2 ครูตรวจให้คะแนน หากพบว่านักเรียน คนใดได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ 75% ครูจะเป็นผู้ให้ ความช่วยเหลือโดยการสอนเพิ่มเติมจนนักเรียน เข้าใจดีแล้ว จากนั้นนักเรียนกลับไปทำ แบบทดสอบ ชุดที่ 2 (ที่มีลักษณะเป็น แบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดที่ 1)</p> <p>4.3 ครูสรุปเนื้อหาจากบทเรียนอีกครั้ง</p>	<p>คาบที่ 1 (ต่อ)</p> <p>2.3 นักเรียนพิจารณาเนื้อหาเกี่ยวกับความ เป็นมาของการวัดในหนังสือเรียน นักเรียนสงสัยในเนื้อหา เรื่อง ความเป็นมา ของการวัด</p> <p>2.4 ครูและนักเรียนสนทนาซักถามถึงคำที่</p> <p>2.5 ครูยกตัวอย่างการสื่อความหมายเกี่ยวกับ ระยะเวลา และการสื่อความหมายเกี่ยวกับ ปริมาณอื่นๆ ที่นอกเหนือจากเนื้อหาในหนังสือ เรียน เพิ่มเติมอีก 2 – 3 ข้อ</p> <p>3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปราย ซักถามเกี่ยวกับข้อสงสัยของบทเรียน เรื่อง ความ เป็นมาของการวัด</p> <p>4. ขั้นฝึกหัด นักเรียนทบทวนบทเรียนโดยการหาคำที่เป็น การสื่อความหมายเกี่ยวกับระยะเวลาและ ปริมาณอื่นๆ โดยการค้นคว้านอกตำราเรียนและ ซักถามผู้รู้ โดยให้ได้มากที่สุด</p>

การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
<p>5. ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม</p> <p>5.1 ครูตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยของสมาชิกกลุ่มแต่ละคน</p> <p>5.2 นำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมาทำการเฉลี่ยของกลุ่ม เพื่อจัดระดับคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบ</p>	
<p>คาบที่ 2</p> <p>1. ขั้นจัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามกลุ่มของตนเองในชั่วโมงที่แล้ว</p> <p>1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ</p> <p>2. ขั้นนำเสนอบทเรียน</p> <p>2.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของการวัด โดยให้นักเรียนลองเสนอความคิดเห็นว่า การวัด น่าจะมีวิวัฒนาการเป็นอย่างไร จนถึงปัจจุบัน</p> <p>คาบที่ 2 (ต่อ)</p> <p>3. ขั้นศึกษากลุ่มย่อย</p> <p>3.1 นักเรียนจับคู่เพื่อช่วยเหลือกันและกันในการศึกษากลุ่มย่อยและตรวจสอบผลงาน</p> <p>3.2 นักเรียนศึกษาวิวัฒนาการของการวัดในใบความรู้ที่ 1.2 และทำแบบฝึกหัดที่ 1.2 เป็นรายบุคคลหากเพื่อนไม่เข้าใจให้ช่วยอธิบายจนทำแบบฝึกหัดจนครบ</p> <p>4. ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย</p> <p>4.1 นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 โดยต่างคนต่างทำ</p>	<p>คาบที่ 2</p> <p>1. ขั้นจัดกลุ่มและนำเข้าสู่บทเรียน</p> <p>1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการสื่อความหมายเกี่ยวกับระยะเวลาและปริมาณอื่นๆ ในสมัยโบราณ โดยที่ให้นักเรียนแข่งกันพูดคำที่ตนเองจำได้</p> <p>2. ขั้นสอน</p> <p>2.1 นักเรียนพิจารณาวิวัฒนาการของการวัดในหนังสือเรียน โดยใช้เวลาพิจารณา ทำความเข้าใจประมาณ 10 นาที</p> <p>2.2 ครูขออาสาสมัครตัวแทนนักเรียนออกมาเล่าวิวัฒนาการคร่าวๆ ของการวัด ตามความเข้าใจของนักเรียน</p> <p>2.3 ครูชี้แนะ เพิ่มเติมในสิ่งที่นักเรียนสงสัย และช่วยอธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของการวัดเพิ่มเติม</p> <p>2.4 ครูตั้งคำถาม เกี่ยวกับหน่วยการวัดมาตรฐานสากลที่นิยมใช้กันและคำถามเกี่ยวกับหน่วยรากฐานของระบบ SI</p> <p>2.5 นักเรียนช่วยกันระดมสมองเพื่อตอบคำถามของครู</p>

การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
<p>คาบที่ 2 (ต่อ)</p> <p>4.2 ครูตรวจให้คะแนน หากพบว่านักเรียนคนใดได้คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ 75% ครูจะเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ โดยการสอนเพิ่มเติมจนนักเรียนเข้าใจดีแล้ว จากนั้นนักเรียนกลับไปทำแบบทดสอบ ชุดที่ 2 (ที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดที่ 1)</p> <p>4.3 ครูสรุปเนื้อหาจากบทเรียนอีกครั้ง</p> <p>5. ขั้นการให้คะแนนและความสำเร็จของกลุ่ม</p> <p>5.1 ครูตรวจให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยของสมาชิกกลุ่มแต่ละคน</p> <p>5.2 นำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนมาทำการเฉลี่ยของกลุ่ม เพื่อจัดระดับคะแนนความสำเร็จของกลุ่ม แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบ</p>	<p>คาบที่ 2 (ต่อ)</p> <p>3. ขั้นสรุป</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามเกี่ยวกับข้อสงสัยและสรุปเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของการวัด หน่วยการวัดที่เป็นมาตรฐานสากล และหน่วยรากฐานของระบบ SI</p> <p>4. ขั้นฝึกหัด</p> <p>นักเรียนทบทวนบทเรียนโดยการทำแบบฝึกหัดที่ 1.2 แผนที่ความคิด (Mind map) เกี่ยวกับวิวัฒนาการของการวัด</p>

6. การวัดและประเมินผล

6.1 การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)

วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน / เกณฑ์การตัดสิน
<p>1. ด้านความรู้ความเข้าใจ (K)</p> <p>1.1 การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1.1</p> <p>1.2 การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1.2</p> <p>1.3 ตรวจแบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1</p>	<p>1.1 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน</p> <p>1.2 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>-นักเรียนทำถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน</p> <p>นักเรียนทำผิด 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การตัดสิน</p> <p>-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่าผ่าน</p>

วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน / เกณฑ์การตัดสิน
<p>2.ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)</p> <p>นักเรียนมีความสามารถในการ</p> <p>2.1 แก้ปัญหา</p> <p>2.2 ให้เหตุผล</p> <p>2.3 สื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ</p> <p>2.4 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้</p>	<p>2.1 แบบประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ</p> <p>2.2 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน</p> <p>2.3 แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>-นักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน</p> <p>-นักเรียนตอบผิดได้ 0 คะแนน</p> <p>เกณฑ์การตัดสิน</p> <p>-นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน</p>
<p>3.ด้านคุณลักษณะ (A)</p> <p>3.1 ความร่วมมือ</p> <p>3.2 ความกระตือรือร้น</p> <p>3.3 มีความรับผิดชอบ</p> <p>3.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์</p>	<p>แบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>-นักเรียนได้คะแนน 8 – 10 ได้ระดับดี</p> <p>ได้คะแนน 5 – 7 ได้ระดับพอใช้</p> <p>ได้คะแนน 0 – 4 ได้ระดับปรับปรุง</p> <p>เกณฑ์การตัดสิน</p> <p>-นักเรียนได้ระดับพอใช้ ขึ้นไป ถือว่าผ่าน</p>

6.2 วิธีสอนตามปกติ

วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน / เกณฑ์การตัดสิน
1.ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) 1.1 การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1.1 1.2 การตรวจแบบฝึกหัดที่ 1.2	1.1 แบบฝึกหัดที่ 1.1 1.2 แบบฝึกหัดที่ 1.2	เกณฑ์การประเมิน -นักเรียนทำถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน นักเรียนทำผิด 1 ข้อ ได้ 0 คะแนน เกณฑ์การตัดสิน -นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 75 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
2.ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) นักเรียนมีความสามารถในการ 2.1 แก้ปัญหา 2.2 ให้เหตุผล 2.3 สื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ 2.4 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้	2.1 แบบประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ 2.2 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน	เกณฑ์การประเมิน -นักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน -นักเรียนตอบผิดได้ 0 คะแนน เกณฑ์การตัดสิน -นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปถือว่าผ่าน
3.ด้านคุณลักษณะ (A) 3.1 ความร่วมมือ 3.2 ความกระตือรือร้น 3.3 มีความรับผิดชอบ 3.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	แบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน	เกณฑ์การประเมิน -นักเรียนได้คะแนน 8 – 10 ได้ระดับดี ได้คะแนน 5 – 7 ได้ระดับพอใช้ ได้คะแนน 0 – 4 ได้ระดับปรับปรุง เกณฑ์การตัดสิน -นักเรียนได้ระดับพอใช้ ขึ้นไปถือว่าผ่าน

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ / นวัตกรรม / ภูมิปัญญาท้องถิ่น / วิทยากรภาคนอก

การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
1. ใบความรู้ที่ 1.1	1. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์
2. ใบความรู้ที่ 1.2	ม. 2
3. แบบฝึกหัดที่ 1.1	เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
4. แบบฝึกหัดที่ 1.2	2. แบบฝึกหัดที่ 1.1
5. แบบทดสอบย่อยครั้งที่ 1	3. แบบฝึกหัดที่ 1.2

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปรวี อ่อนสอาด)



บันทึกผลหลังการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....

ปีการศึกษา 2555

สอนวันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

เวลา..... ชั่วโมง



การสอนแบบกลุ่มช่วยรายบุคคล (TAI)	วิธีสอนตามปกติ
1. ผลการสอน	1. ผลการสอน
2. ปัญหา / อุปสรรค	2. ปัญหา / อุปสรรค
3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข	3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวปรี อ่อนสอาด)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....



ใบความรู้ที่ 1.1
ความเป็นมาของการวัด

ในสมัยโบราณบรรพบุรุษของเราที่ไม่มีเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับการวัดระยะทาง เวลา พื้นที่ และปริมาตร การสื่อความหมายเกี่ยวกับการวัดของคนสมัยนั้นอาศัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมที่ทำกันเป็นกิจวัตรเป็นเครื่องมือในการบอกระยะทาง เวลา พื้นที่ และปริมาตร ซึ่งเป็น การสื่อความหมายเกี่ยวกับการวัดที่ได้จากการสังเกตและการคาดคะเนอย่างหยาบๆ ทำให้บางครั้งเกิดปัญหาการสื่อความหมายไม่ตรงกัน เช่น

การสื่อความหมายเกี่ยวกับระยะทาง

- บ้านก้านอยู่ห่างจากบ้านของเราประมาณ **สองคืบน้ำ**
- ที่นาของป้าจันทร์อยู่ห่างจากที่นี่ **ชั่วโมงเดียวหมาจืดสนิทพอดี**
- วัดอยู่ไม่ไกลหรอก แค่นั่งไป **ชั่วโมงข้ามเดือน** เท่านั้น
- หมู่บ้านนาโตะอยู่ไกลจากที่นี่เท่ากับ **เสียงจิ้งจกร้อง**

การสื่อความหมายเกี่ยวกับเวลา

- ให้ออกจากบ้าน **ก่อนพระอาทิตย์ขึ้น**
- ตื่นนอนตอน **ไก่ขัน**
- กลับเถอะ **นกบินกลับรังแล้ว**

การสื่อความหมายเกี่ยวกับปริมาณอื่นๆ

- มีทองเท่า **หนวดกุ้ง**
- หุงข้าวสัก **สองกำมือ**
- ไข่เกลือสัก **หยิบมือหนึ่ง**
- หัวใจเท่า **กำปั้น**

การสื่อความหมายเกี่ยวกับการวัดได้มีวิวัฒนาการมาเรื่อยๆ ตามยุคสมัย เมื่อมีการติดต่อไปมาระหว่างชุมชน มีการซื้อขายแลกเปลี่ยน ทำให้ต้องมีหน่วยการวัดและเครื่องมือที่ใช้วัดที่ชัดเจนเพื่อสื่อความหมายได้ตรงกันมากขึ้น เช่น หน่วยการบอกเวลาเป็นท่อม และหน่วยการตวงเป็นทะนาน ต่อมาหน่วยการวัดและเครื่องมือที่ใช้วัดได้พัฒนาเรื่อยมาจนเป็นมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้

ใบความรู้ที่ 1.2 ความเป็นมาของการวัด

สำหรับการวัดความยาวมีวิวัฒนาการเป็นลำดับคร่าวๆ ตามที่ได้เห็นชัดเจนมีดังนี้

ใน ค.ศ. 1790 สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งฝรั่งเศส (The French Academy of Science) ได้พัฒนาระบบเมตริกขึ้นและใน ค.ศ. 1900 ประเทศต่างๆ มากกว่า 35 ประเทศ ได้นำระบบเมตริกมาใช้ใน ค.ศ. 1960 ระบบเมตริกได้รับการพัฒนาและรู้จักใช้กันมากขึ้นในชื่อระบบ SI (SI system) ซึ่งย่อมาจาก Systeme International d' Unites และเรียกหน่วยการวัดในระบบนี้ว่า หน่วย SI และใน ค.ศ. 1975 ประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มนำระบบเมตริกมาใช้เป็นหน่วยในการวัด

คำที่ใช้กำหนดหน่วยในระบบเมตริก มาจากภาษากรีกและภาษาละติน ดังนี้

ภาษากรีก	กิโล (kilo)	แสน	1,000
	เฮกโต (hecto)	แสน	100
	เดคา (deka)	แสน	10
ภาษาละติน	เดซี (deci)	แสน	$\frac{1}{10}$
	เซนติ (centi)	แสน	$\frac{1}{100}$
	มิลลิ (milli)	แสน	$\frac{1}{1,000}$

หน่วยรากฐานของระบบ SI มี 7 หน่วย ที่ใช้วัดปริมาณมูลฐาน (basic quantity) ได้แก่

เมตร (Meter : m)	เป็นหน่วยใช้วัดความยาว
กิโลกรัม (Kilogramme : kg)	เป็นหน่วยใช้วัดมวล
วินาที (Second : s)	เป็นหน่วยใช้วัดเวลา
แอมแปร์ (Ampere : A)	เป็นหน่วยใช้วัดกระแสไฟฟ้า
เคลวิน (Kelvin : K)	เป็นหน่วยใช้วัดอุณหภูมิ
แคนเดลา (Candela : cd)	เป็นหน่วยใช้วัดความเข้มของการส่องสว่าง
โมล (Mole : mol)	เป็นหน่วยใช้วัดปริมาณของสาร

พระเจ้าเฮนรี่ที่ 1 (King Henry 1) แห่งอังกฤษได้ประกาศใช้ความยาว 1 หลา เป็นระยะทางจากปลายจมูกถึงปลายนิ้วหัวแม่มือ

ความรู้เพิ่มเติม

ชาวอียิปต์ได้ใช้หน่วยการวัดที่เรียกว่า คิวบิต (cubit) ซึ่งเป็นระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงข้อศอก ในการวัดความยาวของการสร้างพีระมิด



แบบฝึกหัดที่ 1.1

คำชี้แจง ค้นหาคำที่เกี่ยวข้องกับความเป็นมาของการวัด โดยใช้สระบายรอบคำทั้งแนวตั้ง แนวนอนและแนวทแยง พร้อมทั้งเติมคำที่พบหน้าข้อด้วยนะจ๊ะ (5 คะแนน)

ล	ม	น	ป	พ	เ	จ	ะ	ช	จ	ท	ว
พ	ร	ะ	อ	า	ที	ต	ย์	ี่	น	ย	บ
พิ	ส	อ	ง	ค	ง	นี้	่า	จ	า	ร	ก
น	ฝ	ห	ฝ	ธ	ร	ฐ	ก	ะ	ร	พ	่า
ว	ร	ง	รี	ช	ช	ม	จ	ก	า	เ	ี่
ไ	ก	ี่	น	แ	ม่	มี	อ	ะ	น	ด	น
ม	สุ	รี	ร	ส	อ	ช	ช	ก	ล	ย	ง
า	ห	ี่	อ	ง	า	เ	ก	ก	ก	ร	ต
ส	ส	ท	โ	ธ	ท	น	ม	ร	า	ส	อิ
ส	โ	พ	ล	เ	พ	ล	ย	ริ	วิ	ด	ง
ด	ก	น	ร	พ	อ	ง	ก	ห	ย	นี้	ด

เช่น บ้านกำนันอยู่ห่างจากบ้านเราประมาณ....สองคืบนี้....

1. หุงข้าวซัก.....
2. ไม่ควรขับรถเร็วในเวลา.....
3. หัวใจเท่า.....
4. ตื่นนอนตอน.....
5. ให้ออกจากบ้านก่อน.....

เฉลย

แบบฝึกหัดที่ 1.1

คำชี้แจง ค้นหาคำที่เกี่ยวข้องกับความเข้มแข็งของการวัด โดยใช้สระบายรอบคำทั้งแนวตั้ง แนวนอนและแนวทแยง พร้อมทั้งเติมคำที่พบหน้าข้อด้วยนะจ๊ะ (5 คะแนน)

ล	ม	นึ	ป	พ	เ	ล้	ะ	ช	จ	ส	ว
พ	ร	ะ	อ	า	ทิ	ต	ย	ขี้	น	อ	บ
พิ	ส	อ	ง	ค	ง	นั	่า	จ	า	ง	ก
นึ	ฝ	ห	ฝ	ธ	ร	ล	ก	ะ	ร	ก	่า
ว	ร	ง	ร	ช	ช	ม	จ	ก	า	่า	ขี้
ไ	ก	ขี้	น	แ	ม่	มี	อ	ะ	น	มี	น
ม้	ล	ร	ร	ส	อ	ช	ช	ก	ล	อ	ง
า	ห	ขี้	อ	ง	า	เ	ก	ก	ก	ร	ต
ส	ส	ท	โ	ธ	ท	น	ม	ร	า	ส	อิ
ส	ไ	พ	ล้	เ	พ	ล้	ย	ริ	วิ	ด	ง
ด	ก	น	ร	พ	อ	ง	ก	ห	ย	นึ	ด

เช่น บ้านกำนันอยู่ห่างจากบ้านเราประมาณ....สองคั้งน้ำ...

1. หุงข้าวซัก.....สองกำมือ.....
2. ไม่ควรขับรถเร็วในเวลา.....โพล้เพล้.....
3. หัวใจเท่า.....กำปั้น.....
4. ตีนนอนตอน.....ไก่อ้น.....
5. ให้ออกจากบ้านก่อน.....พระอาทิตย์ขึ้น.....

แบบฝึกหัดที่ 1.2

คำชี้แจง ค้นหาคำที่เกี่ยวข้องกับวิวัฒนาการของการวัด โดยใช้สระบายรอบคำทั้งแนวตั้ง แนวนอนและแนวทแยง พร้อมทั้งเติมคำที่พบหน้าข้อด้วยนะจ๊ะ (5 คะแนน)

ล	ม	น	ป	พ	เ	จ	ะ	ช	จ	เ	ว
ส	ท	ร	ฐ	อ	เ	ม	ริ	ก	า	ม	บ
พิ	ส	อ	ง	ค	ง	น	า	จ	า	ต	คิ
นิ	ฝ	ท	ฝ	ธ	ร	ฐ	ก	ะ	ร	ร	ว
วั	ร	ง	ร	ช	ช	ม	จ	ก	า	เ	บิ
น	ว	ห	ว	แ	ม	มี	อ	ะ	น	ด	ต
ม	สุ	ร	ร	ส	อ	ช	ช	ก	สิ	ย	ง
า	ท	ช	อ	ง	า	เ	ก	ก	ก	ร	ต
ส	ส	ท	โ	ธ	ท	น	ม	ร	า	ส	อิ
ส	ฝ	ร	ง	เ	ศ	ส	ย	ริ	วิ	ด	ง
ด	ก	น	ร	พ	อ	ง	ก	ท	ย	น	ด

เช่น บ้านกำนันอยู่ห่างจากบ้านเราประมาณ....สองคั้งน้ำ....

1. ในระบบ SI เป็นหน่วยใช้วัดความยาว
2. ระบบเมตริก ถือกำเนิดเมื่อปี พ.ศ. 2336 ที่ประเทศ.....
3. ประเทศ.....เริ่มนำระบบเมตริกมาใช้เป็นหน่วยในการวัด
4. พระเจ้าเฮนรี่ที่ 1 (King Henry 1) แห่งอังกฤษได้ประกาศใช้ความยาว 1 หลา เป็นระยะทางจากปลายจมูกถึงปลาย.....
5. ชาวอียิปต์ใช้หน่วยการวัดที่เรียกว่า ซึ่งเป็นระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงข้อศอก ในการวัดความยาวของการสร้างพีระมิด

เฉลย

แบบฝึกหัดที่ 1.2

คำชี้แจง ค้นหาคำที่เกี่ยวข้องกับความเข้มมาของการวัด โดยใช้สระบายรอบคำทั้งแนวตั้ง แนวนอนและแนวทแยง พร้อมทั้งเติมคำที่พบหน้าข้อด้วยนะจ๊ะ (5 คะแนน)

ล	ม	นึ	ป	พ	เ	ฉ	ะ	ช	จ	เ	ว
ส	ท	รี	ฐ	อ	เ	ม	ริ	ก	า	ม	บ
พิ	ส	อ	ง	ค	ง	นั	ำ	จ	า	ต	คิ
นึ	ฝ	ห	ฝ	ธ	ร	ฐ	ก	ะ	ร	ร	ว
ว	ร	ง	รี	ช	ช	ม	จ	ก	า	ำ	ปิ
นึ	ว	ห	ว	แ	ม	มี	อ	ะ	น	มี	ต
ผู้	สุ	รี	ร	ส	อ	ช	ช	ก	ลิ	อ	ง
า	ท	ชี	อ	ง	า	เ	ก	ก	กุ	ร	ต
ส	ส	ท	โ	ธ	ท	น	ม	ร	า	ส	อิ
ส	ฝ	รี	ง	เ	ศ	ส	ย	ริ	วิ	ด	ง
ด	ก	น	ร	พ	อ	ง	ก	ห	ย	นึ	ด

เช่น บ้านกำนันอยู่ห่างจากบ้านเราประมาณ....สองคั้งน้ำ...

1. ในระบบ SIเมตร..... เป็นหน่วยใช้วัดความยาว
2. ระบบเมตริก ถือกำเนิดเมื่อปี พ.ศ. 2336 ที่ประเทศ.....ฝรั่งเศส.....
3. ประเทศ.....สหรัฐอเมริกา.....เริ่มนำระบบเมตริกมาใช้เป็นหน่วยในการวัด
4. พระเจ้าเฮนรี่ที่ 1 (King Henry 1) แห่งอังกฤษได้ประกาศใช้ความยาว 1 หลา เป็นระยะทางจากปลายจมูกถึงปลาย.....นิ้วหัวแม่มือ.....
5. ชาวอียิปต์ใช้หน่วยการวัดที่เรียกว่าคิวบิต.... ซึ่งเป็นระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงข้อศอก ในการวัดความยาวของการสร้างพีระมิด

แบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 ครั้งที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. “กลับกันและคู่ผกผัน” จากส่วนที่ขีดเส้นควรเติมคำว่าอะไร
 - ก. ไม้ขีด
 - ข. เคี้ยวหมากจืดสนิทพอดี
 - ค. นกบินกลับรังแล้ว
 - ง. ได้ยินเสียงข้างร้องแล้ว
2. “โรงเรียนอยู่ไม่ไกลหรอก แค่เดินไป.....เท่านั้น” จากส่วนที่ขีดเส้นควรเติมคำว่าอะไร
 - ก. ก่อนพระอาทิตย์ขึ้น
 - ข. หนวดกุ้ง
 - ค. สามกึ่งน้ำ
 - ง. ชั่วหม้อข้าวเดือด
3. ใน ค.ศ. 1975 ประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มนำระบบใดมาใช้เป็นหน่วยในการวัด
 - ก. ระบบเมตริก
 - ข. ระบบอังกฤษ
 - ค. มาตราไทย
 - ง. ระบบคิวบิต
4. ระบบเมตริกได้รับการพัฒนาและรู้จักใช้กันมากขึ้นในชื่อระบบอะไร
 - ก. SI system
 - ข. Kilo
 - ค. Hector
 - ง. deka
5. หน่วยรากฐานของระบบ SI มี 7 หน่วย ข้อใดไม่ได้อยู่ใน 7 หน่วยของระบบ SI
 - ก. เคลวิน
 - ข. เวลา
 - ค. เมตร
 - ง. โมล

แบบทดสอบย่อย ชุดที่ 2 ครั้งที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. คำว่า “นกบินกลับรังแล้ว” ควรเติมในประโยคข้อใด
 - ก. มีทองเท่า.....
 - ข. กลับกันเถอะคูชิ
 - ค. ให้ออกจากบ้านก่อน.....
 - ง. ตื่นนอนตอน.....
2. คำว่า “ชั่วหม้อข้าวเดือด” ควรเติมในประโยคข้อใด
 - ก. โรงเรียนอยู่ไม่ไกลหรอก แค่เดินไป.....เท่านั้น
 - ข. หัวใจเท่า.....
 - ค. ไข่เกลือซัก.....
 - ง. ให้ออกจากบ้านก่อน.....
3. ในปี ค.ศ. 1975 ประเทศใดเริ่มนำระบบเมตริกมาใช้เป็นหน่วยในการวัด
 - ก. ประเทศฝรั่งเศส
 - ข. ประเทศญี่ปุ่น
 - ค. ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - ง. ประเทศไทย
4. ระบบ SI system ได้รับการพัฒนามาจากระบบอะไร
 - ก. ระบบอังกฤษ
 - ข. ระบบคิวบิต
 - ค. มาตราไทย
 - ง. ระบบเมตริก
5. เคลวิน เป็นหน่วยรากฐานของระบบใด
 - ก. ระบบ SI
 - ข. ระบบ AI
 - ค. ระบบ BI
 - ง. ระบบ SS

เฉลยแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1 ครั้งที่ 1
เรื่อง ความเป็นมาของการวัด

1. ค. นกบินกลับรังแล้ว
2. ง. ชั่วหม้อข้าวเดือด
3. ก. ระบบเมตริก
4. ก. SI system
5. ข. เวลา

เฉลยแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 2 ครั้งที่ 1
เรื่อง ความเป็นมาของการวัด

1. ข. กลับกันเถอะดูซิ.....
2. ก. โรงเรียนอยู่ไม่ไกลหรอก แค่นี้ไป.....เท่านั้น
3. ค. ประเทศสหรัฐอเมริกา
4. ง. ระบบเมตริก
5. ก. ระบบ SI

แบบประเมินผลด้านทักษะ/กระบวนการ (P)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง
วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

คำชี้แจง ให้สังเกตและพิจารณาพฤติกรรมนักเรียนแต่ละคน และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับ
 คะแนน

ที่	ชื่อ - นามสกุล	แก้ปัญหา				ให้เหตุผล				สื่อสาร				เชื่อมโยง				รวม
		3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ทฤษฎีดำเนินการแก้ปัญหาและอธิบายเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าว
2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง เสนอแนวความคิดในการประกอบการตัดสินใจ
3. การสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ หมายถึง สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอวิธีการในทางที่ถูกต้อง
4. การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสาระอื่นๆ แล้วนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินทักษะ/กระบวนการ (P)

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะ/กระบวนการ (P) ที่ปรากฏให้เห็น
1. การแก้ปัญหา	
3/ดีมาก	อธิบายเหตุผลและร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้ชัดเจน
2/ดี	อธิบายเหตุผลและร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้บางส่วนแต่ไม่ชัดเจน
1/พอใช้	อธิบายเหตุผลไม่ได้และร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาได้
0/ควรปรับปรุง	อธิบายเหตุผลไม่ได้และร่วมแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหาไม่ได้
2. การให้เหตุผล	
3/ดีมาก	การอ้างอิงและเสนอแนวความคิดในการประกอบการตัดสินใจได้ชัดเจน
2/ดี	การอ้างอิงและเสนอแนวความคิดในการประกอบการตัดสินใจได้บางส่วนแต่ไม่ชัดเจน
1/พอใช้	การอ้างอิงไม่ได้และเสนอแนวความคิดในการประกอบการตัดสินใจได้
0/ควรปรับปรุง	การอ้างอิงไม่ได้และเสนอแนวความคิดในการประกอบการตัดสินใจไม่ได้
3. การสื่อสาร	
3/ดีมาก	สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอวิธีการได้ชัดเจน
2/ดี	สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอวิธีการได้บางส่วนแต่ไม่ชัดเจน
1/พอใช้	สื่อสาร สื่อความหมายได้และนำเสนอวิธีการไม่ได้
0/ควรปรับปรุง	สื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอวิธีการไม่ได้
4. การเชื่อมโยง	
3/ดีมาก	นำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสาระอื่นๆ แล้วนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจน
2/ดี	นำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสาระอื่นๆ แล้วนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้บางส่วน
1/พอใช้	นำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสาระอื่นๆ แล้วนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้แต่ไม่ชัดเจน
0/ควรปรับปรุง	นำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสาระอื่นๆ แล้วนำมาใช้ในชีวิตประจำวันไม่ได้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินคุณลักษณะของนักเรียน (A)

คะแนน/ ความหมาย	ทักษะ/กระบวนการ (P) ที่ปรากฏให้เห็น
1. ความร่วมมือ	
3/ดีมาก	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดี
2/ดี	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดีเป็นส่วนใหญ่
1/พอใช้	ร่วมแสดงความคิดเห็นและร่วมปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จด้วยดีเป็นบางเวลา
0/ควรปรับปรุง	ไม่ร่วมแสดงความคิดเห็นและไม่ร่วมปฏิบัติกิจกรรมใดๆ เลย
2. ความกระตือรือร้น	
3/ดีมาก	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมทันทีที่ได้รับมอบหมาย
2/ดี	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมค่อนข้างช้า แต่มีความตั้งใจและสนใจปฏิบัติ
1/พอใช้	ลงมือปฏิบัติกิจกรรมค่อนข้างช้า ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ
0/ควรปรับปรุง	ไม่ปฏิบัติงานเลย
3. ความรับผิดชอบ	
3/ดีมาก	ส่งงานก่อนหรือตรงตามกำหนดเวลานัดหมาย
2/ดี	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลาเล็กน้อย และมีเหตุผลที่พอรับฟังได้
1/พอใช้	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลานัดหมาย
0/ควรปรับปรุง	ไม่ส่งงานเลย
4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	
3/ดีมาก	เสนอความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วยตนเอง สม่่าเสมอ
2/ดี	เสนอความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วยตนเอง เป็นส่วนใหญ่
1/พอใช้	เสนอความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ด้วยตนเองบ้าง ต้องมีคนคอยแนะนำ
0/ควรปรับปรุง	ไม่เสนอความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ใดๆ เลย

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การวัด
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง การวัด

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้ว X ลงในกระดาษคำตอบ

1. ชาวอียิปต์ได้ใช้หน่วยการวัดใด ซึ่งเป็นระยะทางจากปลายนิ้วกลางถึงข้อศอก ในการวัดความยาวของการสร้างพีระมิด

ก. กิโล (kilo)	ข. เดคา (deka)
ค. เฮกโต (hecto)	ง. คิวบิต (cubit)
2. ระบบเมตริก ซึ่งกำหนดหน่วยความยาวเป็นเซนติเมตร เมตรและกิโลเมตร ถือกำเนิดเมื่อปี พ.ศ. 2336 ที่ประเทศใด

ก. ประเทศไทย	ข. ประเทศฝรั่งเศส
ค. ประเทศสหรัฐอเมริกา	ง. ประเทศญี่ปุ่น
3. ตั้งแต่ศตวรรษที่ 15 มนุษย์ใช้สิ่งใดในการบอกเวลา

ก. การตีระฆัง	ข. นาฬิกาทราย
ค. นาฬิกาน้ำ	ง. นาฬิกาแดด
4. ระยะทางจากโรงจอดรถถึงตัวบ้าน

ก. เซนติเมตร	ข. เมตร
ค. กิโลเมตร	ง. ฟุต
5. ถ้าสนามหญ้ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวด้านละ 2 วา แล้วจะติดดอกไม้ประดับรอบสนามหญ้าแห่งนี้ จะต้องใช้ดอกไม้ประดับยาวกี่เมตร

ก. 4 เมตร	ข. 16 เมตร
ค. 64 เมตร	ง. 256 เมตร
6. ในแผนที่ความยาว 1 เซนติเมตร แสดงระยะทาง 250 กิโลเมตร ถ้าเมืองสองเมืองในแผนที่อยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร เมืองทั้งสองอยู่ห่างกันกี่กิโลเมตร

ก. 250 กิโลเมตร	ข. 500 กิโลเมตร
ค. 750 กิโลเมตร	ง. 1,000 กิโลเมตร
7. ภูผาวิ่งไต้ระยะทาง 6.4 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางกี่เมตร

ก. 6,400 เมตร	ข. 64 เมตร
ค. 0.64 เมตร	ง. 0.064 เมตร

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

- ให้นักเรียนเขียนอธิบายเพื่อสื่อความหมายแนวความคิดในการหาคำตอบของสถานการณ์และใช้ภาษา สัญลักษณ์(เครื่องหมาย) ทางคณิตศาสตร์แทนข้อความได้
- ให้นักเรียนเขียนอธิบายแสดงแนวทางที่ให้คำตอบโดยอาศัยความรู้ หลักการที่ถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหา
- ให้นักเรียนนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างละเอียดและเป็นระบบโดยอาศัยการเขียนบรรยาย เขียนรูปภาพ ตารางหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น เพื่อช่วยในการตอบคำถาม และให้เห็นแนวความคิดและวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบ เพราะทุกส่วนมีผลต่อการให้คะแนน

ตัวอย่างข้อสอบ

00. ชมพูต้องการเทน้ำส้มจากขวด 1 ลิตร ใส่แก้ว 5 ใบ แก้วแต่ละใบจุน้ำส้มได้ 170 มิลลิลิตร จะเหลือน้ำส้มในขวดเท่าไร

ตัวอย่างการตอบ

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>วิธีคิด คิดเป็นลำดับขั้นตอน</p> <p>ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์</p> <p>โจทย์กำหนด ต้องการเทน้ำส้มจากขวด 1 ลิตร ใส่แก้ว 5 ใบ, แก้วแต่ละใบจุน้ำส้มได้ 170 มิลลิลิตร</p> <p>โจทย์ถาม จะเหลือน้ำส้มในขวดเท่าไร</p> <p>ขั้นที่ 2 วิธีคิด</p> <p>ต้องคำนวณน้ำส้ม 1 ลิตรให้หน่วยเป็นมิลลิลิตร ก่อน จากนั้นแก้ว 1 ใบ จุน้ำส้มได้กี่มิลลิลิตร แล้วนำมาคิดหาแก้ว 5 ใบ จุน้ำส้มได้กี่มิลลิลิตร สุดท้ายคำนวณน้ำส้มที่เหลือในขวดโดยการนำปริมาณน้ำส้ม 1 ขวด มาลบกับ ปริมาณน้ำส้ม 5 แก้ว</p>	<p>ด้านที่ 1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)</p> <p>2 = ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมดและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน</p> <p>1 = ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้บางส่วนและอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>0 = ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์ (เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความผิดและไม่มีอธิบายเพื่อสื่อความหมาย</p>

รูปแบบการตอบ	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ขั้นที่ 3 แสดงวิธีทำ</p> <p>วิธีทำ น้ำส้ม 1 ลิตร เท่ากับ น้ำส้ม 1,000 มิลลิลิตร แก้ว 1 ใบ จุน้ำส้ม 170 มิลลิลิตร ดังนั้น แก้ว 5 ใบ จุน้ำส้ม $170 \times 5 = 850$ มิลลิลิตร จะเหลือน้ำส้มในขวด $1,000 - 850 = 150$ มิลลิลิตร</p> <p>ดังนั้น จะเหลือน้ำส้มในขวด 150 มิลลิลิตร</p>	<p>ด้านที่ 2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation)</p> <p>2 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน</p> <p>1 = เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้โจทย์ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วน</p> <p>0 = ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาและอธิบายสรุป</p> <p>ด้านที่ 3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)</p> <p>2 = การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียด) มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจน</p> <p>1 = การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียด) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจนในบางส่วน</p> <p>0 = การนำเสนอไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอ</p>

แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. สมุดบันทึกขนาดกว้าง 7 นิ้ว และยาว 10 นิ้ว จะมีพื้นที่ประมาณกี่ตารางเซนติเมตร

รูปแบบการตอบ	การประเมินคะแนน	
	การประเมิน	คะแนน ที่ได้
วิธีคิด คิดเป็นลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์ โจทย์กำหนด	ด้านที่ 1 ภาษาทาง คณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)	
โจทย์ถาม ขั้นที่ 2 วิธีคิด	ด้านที่ 2 การแสดงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representation)	
ขั้นที่ 3 แสดงวิธีทำ ดังนั้น	ด้านที่ 3 ความชัดเจนของ การนำเสนอ (Clarity of Presentation)	

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ภาษาทางคณิตศาสตร์ (Language of Mathematic)	
คะแนน	ความหมาย
2	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้ถูกต้องทั้งหมด และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน
1	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความได้บางส่วน และอธิบายเพื่อสื่อความหมายได้แต่ไม่ชัดเจน
0	ใช้ภาษา คำศัพท์ สัญลักษณ์(เครื่องหมาย)ทางคณิตศาสตร์ แทนข้อความผิด ไม่มีการ อธิบายเพื่อสื่อความหมาย
ด้านที่ 2 การแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Representations)	
คะแนน	ความหมาย
2	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้องชัดเจน
1	เขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินการและอธิบายสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วน
0	ไม่มีการเขียนอธิบายวิธีคิดในการแก้ปัญหาและอธิบายสรุป
ด้านที่ 3 ความชัดเจนของการนำเสนอ (Clarity of Presentation)	
คะแนน	ความหมาย
2	การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจน
1	การนำเสนอชัดเจนสมบูรณ์ (เป็นระบบ สมบูรณ์ มีรายละเอียดครบ) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอได้สมบูรณ์ชัดเจนในบางส่วน
0	การนำเสนอไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ (สับสน ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด) ไม่มีการใช้แผนภาพ แผนภูมิ ประกอบการนำเสนอ

ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรวัตร์ พรหมเพ็ญ

อาจารย์ประจำหลักสูตร ค.บ. (5 ปี) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

2. ศน.ยีนยง ราชวงษ์

ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 1

3. อาจารย์สมนึก คู่เมือง

ตำแหน่งครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนวิเศษไชยชาญ “ตันติวิทยาภูมิ” อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง





ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวปรวี อ่อนสอาด
วันเดือนปีเกิด	19 มีนาคม 2529
สถานที่เกิด	อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	80 หมู่ 3 ตำบลบางระกำ อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง 14120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดทองประดิษฐ์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
พ.ศ. 2552	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2556	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ