

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2558

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มกราคม 2558

นันทิยา ไชยสะอาด. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 60

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร ที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 8 ห้องเรียน ซึ่งจัดห้องเรียนแบบความสามารถนักเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น 0.70, 0.98 และ 0.87 ตามลำดับ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.15

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05

5. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



EFFECTS OF PROBLEM – BASED LEARNING ON LINEAR EQUATION
OF ONE VARIABLE TOWARDS MATHEMATICS ACHIEVEMENT,
MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS AND ATTITUDE
OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS



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

January 2015

Nunthiya Chaisaard. (2014). *Effects of Problem - Based Learning on Linear Equation of One Variable Towards Mathematics Achievement, Mathematical Connection Skills and Attitude of Mathayomsuksa I Students. Master's Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Dr.Sunisa Sumirattana*

The purposes of this research were to compare mathematical achievement, mathematical connection skills and attitude towards mathematics of Mathayomsuksa I students before and after providing problem-based learning instruction activities and compare mathematical achievement and mathematical connection skills with a criterion.

The subjects of this study were 45 Mathayomsuksa I students in the second semester of the 2013 academic year at Mathayom Wat Makutkasat School, Bangkok. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 19 fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the mathematical achievement test, mathematical connection skills test and attitude towards mathematics questionnaire. The reliability were 0.70, 0.98 and 0.87 respectively. The data were statistically analyzed by using t-test for Dependent Samples and t-test for One Sample.

The findings were as follows:

1. The mathematical achievement for Mathayomsuksa I students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than that before being taught at .01 level of significance.
2. The mathematical achievement for Mathayomsuksa I students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than the 60 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 13.23 was as 66.15%.
3. The mathematical connection skills for Mathayomsuksa I students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than that before being taught at .01 level of significance.

4. The mathematical connection skills for Mathayomsuksa I students after being taught by using problem-based learning instruction activities were significantly higher than the 60 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 13.41 was as 67.05%.

5. Attitude towards mathematics for Mathayomsuksa I students after being taught by using problem-based learning instruction activities were higher than that before being taught at .01 level of significance.



ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ของ

นันทิยา ไชยสะอาด

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน มกราคม พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ดูแล เอาใจใส่ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์ ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ สีสัจรสกุล และอาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย อาจารย์เกษม วิจิโน และ อาจารย์เยาวเรศ จตุพรสวัสดิ์ ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งให้กำลังใจ เป็นผู้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ได้อำนวยความสะดวกในการให้ข้อมูลเบื้องต้นและการเก็บข้อมูล และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ คอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในระหว่างการเก็บข้อมูล ให้ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ที่ให้ความร่วมมือจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนเสมอมา และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

นันทิยา ไชยสะอาด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
สมมติฐานการวิจัย.....	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์...	36
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	48
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	61
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	71
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
วิธีดำเนินการวิจัย.....	80
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	81
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	93
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	93
สมมติฐานในการวิจัย.....	93
วิธีดำเนินการวิจัย.....	94
สรุปผลการวิจัย.....	96
อภิปรายผล.....	96
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	99
ข้อเสนอแนะ.....	100
บรรณานุกรม.....	101
ภาคผนวก.....	114
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	115
ภาคผนวก ข คะแนนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	137
ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบ.....	152
ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	155
ภาคผนวก จ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	186
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	188

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 รูปแบบของแผนการอภิปราย.....	20
2 โครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	25
3 จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่.....	55
4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	78
5 แบบแผนการวิจัย.....	80
6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	88
7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (PBL) กับเกณฑ์ (ร้อยละ 60).....	89
8 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	90
9 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กับเกณฑ์ (ร้อยละ 60).....	91
10 การเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	92
11 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	116
12 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	118
13 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	119

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	121
15 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	123
16 ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	125
17 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (a - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	126
18 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	128
19 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (a - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	130
20 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	130
21 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์รายข้อ.	133
22 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ...	134
23 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (20 คะแนน).....	138
24 คะแนนวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (20 คะแนน).....	143

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

25	คะแนนวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (150 คะแนน).....	148
26	การวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	153
27	การวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	154



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL).....	15
3 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน...	23
4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	32
5 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรงงา.....	49



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่งผลให้ทุกประเทศทั่วโลกมุ่งพัฒนาบุคลากรของตนเองให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยก็เช่นเดียวกันที่มุ่งพัฒนาคนและคุณภาพของคน สิ่งสำคัญที่จะพัฒนาคนและคุณภาพของคนได้คือการศึกษา ดังที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษา โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลักเพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้เป็นผู้มีปัญญา รู้จักเหตุและผล รู้จักแก้ปัญหาได้อย่างชาญฉลาด รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและหลากหลาย มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งยังมุ่งพัฒนาพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม เพื่อช่วยให้เป็นบุคคลที่สามารถดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540: 1-2)

การปฏิรูปการศึกษาตามแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 คาดหวังให้ผู้เรียนเป็นคนดี คนเก่ง และสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข โดยมีจุดมุ่งหมายคือ เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ เห็นคุณค่า และมีวินัยในตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ใฝ่เรียน รักเขียน รักอ่าน รักค้นคว้า มีความรู้เป็นสากล มีทักษะและกระบวนการ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545: 7-8) นอกจากนี้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ซึ่งถือว่าเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการศึกษาระดับแรกของไทยที่มุ่งหวังยกระดับการศึกษาและปฏิรูปการศึกษาให้มีคุณภาพและมาตรฐาน (อุดมศักดิ์ พลอยบุตร 2545: 22) ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้เด็ก เยาวชน และผู้เรียนทุกคนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ รู้วิธีแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง นั่นคือ สอนให้ผู้เรียนรู้จักคิด เป็นเจ้าของความคิด สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการพัฒนา (สมศักดิ์ สันธะเวชญ์. 2543: 18) ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้จะต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการตามความถนัดความสนใจและคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเพื่อนำมาสู่การเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข (กรมสามัญศึกษา. 2545: 1)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถ่องแท้รอบคอบช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และทำให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2551: 1) แต่ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นักเรียนส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ยากที่ครูจะอธิบายให้นักเรียนทุกคนเข้าใจได้ ในขณะเดียวกันนักเรียนต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเข้าใจถึงหลักการและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นเหตุผลหลักที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนหรือมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากผู้สอนมักจะสอนโดยมุ่งเน้นที่เทคนิคของวิธีสอนมากกว่าแก่นสำคัญของวิธีสอน เนื่องจากผู้สอนไม่ทราบหรือไม่เข้าใจถึงแก่นคือองค์ประกอบและขั้นตอนที่ขาดไม่ได้ของวิธีนั้นๆ (ทศนา แคมมณี. 2542: 324) การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้สัมผัสกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวเขาเลย (สุรสาธ ฝาสุข. 2546: 3) ครูยังคงใช้วิธีสอนแบบอธิบายให้นักเรียนฟัง ขาดการทดลองจริง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 8) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบทางเดียว ขาดการค้นคว้า ทดลอง เน้นที่เนื้อหาโดยขาดกระบวนการ มองเห็นคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัว ไม่มีประโยชน์ และไม่ค่อยสนุกกับวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เรียนในห้องเรียนและสถานการณ์ในชีวิตจริงได้

เพื่อบรรลุถึงบทบาทสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์การสอนคณิตศาสตร์ในยุคนี้ จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ มีทักษะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มากพอเพียงและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2540: ออนไลน์) การจัดการเรียนรู้ที่เป็นวิชาการมากกว่าสภาพความเป็นจริงในชีวิตประจำวันทำให้ผู้เรียนไม่เห็นประโยชน์ของการเรียน ผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติและจัดการกับข้อมูลด้วยตนเองจนเข้าใจ เกิดการเรียนรู้ด้วยสมองของผู้เรียนจึงจะได้ความรู้ (นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 3) จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูต้องมุ่งแสวงหาวิธีการที่จะทำให้ให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ด้วยการเป็นผู้กำกับตนเอง เป็นนักแก้ปัญหาที่ได้ผล และเป็นนักคิดเพื่อให้สามารถสนองความต้องการที่แตกต่างของนักเรียน วิธีการสอนที่หลากหลายไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือของครู แต่เป็นปรัชญาที่ครูต้องนำไปใช้เพื่อสนองความต้องการของนักเรียน วิธีการสอนที่หลากหลายช่วยให้นักเรียนมีทางเลือกที่จะบรรลุมาตรฐานที่กำหนด ทำทายนักเรียน และเป็นทางเลือกให้นักเรียนประสบความสำเร็จ (อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง. 2545: 8)

จากเหตุผลดังกล่าว จึงจะขอเสนออีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยจะกล่าวเน้นถึงการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบท (context) ของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด

วิเคราะห์ การคิดเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และคิดแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชา ที่ตนศึกษาด้วย การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัย ความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาเป็นหลัก (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2545: 12) ที่ผู้เรียนจะนำความรู้ไป ใช้จริงในอนาคต นอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เสนอหรือเสริมสร้าง (contribute) อย่างสร้างสรรค์ ให้แก่สังคม ดังนั้นบริบทของการเรียนรู้จึงมีความสำคัญและมีความหมายกับผู้เรียนเช่นเดียวกับ ข้อมูลที่ผู้เรียนควรจะได้รับ นอกจากนี้กิจกรรมตามสภาพจริงเป็นหัวใจของการเรียนรู้จากปัญหา เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์ สืบค้น ค้นคว้า ปฏิบัติ และแก้ปัญหาในสภาพจริง ผู้เรียนจะได้พัฒนาทั้ง ความรู้ และทักษะการแก้ปัญหา (นิรมล ศตวุฒิ. 2547: 4) ตามที่ วอลตัน และแมททิวส์ (Walton; & Matthews.1998: 456-459) กล่าวว่า การให้ปัญหาดังแต่ต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ที่ได้นั้นได้ง่ายและนานขึ้น เพราะมี ประสบการณ์ตรงในการแก้ปัญหาด้วยความรู้ดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะมีทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เช่น ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การสร้างตัวแบบ ทักษะการให้เหตุผล โบเลอร์ (Boaler. 1998: 41-62) นอกจากนี้ทักษะการแก้ปัญหาแล้ว การเชื่อมโยงเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งของ คณิตศาสตร์และมีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งการเชื่อมโยง แนวคิดทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้สร้าง ความเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นรูป กราฟ สัญลักษณ์ต่างๆ และ ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ (NCTM.1989: 26) ซึ่งปริชา เนาร์เย็นผล (2544: 56) กล่าวว่า การเรียนรู้ คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้อย่างมี ความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างเข้าใจถ่องแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการ คณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง ทั้งนี้และทั้งนั้นจะเห็นได้ว่าการ มุ่งเน้นพัฒนาการเรียนการสอนนั้นนอกจากมีจุดประสงค์หลักในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของ นักเรียนแล้ว เจตคติที่ดีต่อวิชานั้นๆ ก็เป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นมาพร้อมๆ กันอีกด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning หรือ PBL) มาทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาเพิ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการ พัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ ร้อยละ 60
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ร้อยละ 60
5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการเชื่อมโยง และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 288 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนละความสามารถนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาในการทดลองสอน 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 15 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
3. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ช้้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ช้้นกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา สมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการ หรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ประกอบด้วย ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และวิธีการศึกษาค้นคว้า

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่มว่า ความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่า ข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใดโดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆ ด้วย ในขั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ความเข้าใจ และทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยทดสอบก่อนและหลังการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971b: 643 – 696) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ คือ

2.1 ด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และกระบวนการในการคิดคำนวณ

2.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับการคิดรวบยอด หลักการ การสรุป อ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การอ่านและทำความเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วย ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสมอยู่ระหว่างเรียน การแยกแยะโจทย์ปัญหาที่กำหนดออกเป็นส่วนๆ เพื่อความสะดวกในการแก้ปัญหา ความสามารถในการมองเห็นแบบจำลองโครงสร้างที่เหมือนกัน

2.4 ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และสามารถนำแนวคิดเนื้อหาและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

3.1 การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น

3.3 การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

4. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็น ความรู้สึกทางจิตใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบในทางใดทางหนึ่ง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนใจ ไม่สนใจ พยายาม ไม่พยายาม มีแรงจูงใจ เป็นต้น ทั้งนี้เจตคติของนักเรียนแต่ละคนนั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างขึ้นใหม่ได้ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้น ใช้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) ชนิด 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ สุรสาส ผาสุข (2546: 108-110) รุ่งโรจน์ กิตติสัทธาธิก (2547: 84-86)

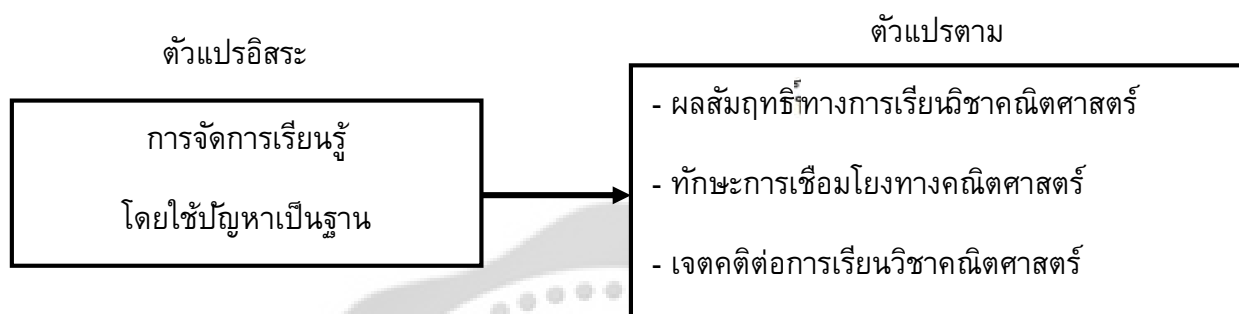
สุจินดา เอี่ยมโอภาส (2552: 216-217) และ สุภาพร ปิ่นทอง (2554: 217-219) โดยวัดก่อนและ
หลังจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

5. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ
การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็น
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนน
รวม ซึ่งปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตัดสินผลการเรียนรู้ของเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น
พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการ
ศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551:18) ดังนี้

คะแนน	ความหมาย
ร้อยละ 80–100	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีเยี่ยม
ร้อยละ 75–79	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก
ร้อยละ 70–74	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับดี
ร้อยละ 65–69	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างดี
ร้อยละ 60–64	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับน่าพอใจ
ร้อยละ 55–59	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับพอใช้
ร้อยละ 50–54	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ 0–49	มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จึงสรุปเขียนเป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
5. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.2 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.4 ขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.5 บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.6 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 2.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการเชื่อมโยง
 - 3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยง
 - 3.3 การพัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยง
 - 3.4 ลักษณะการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ
 - 3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของเจตคติ
 - 4.2 ลักษณะของเจตคติ
 - 4.3 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 4.4 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ
 - 4.5 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's Scale)
 - 4.6 เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าได้มีผู้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้หลายท่านดังนี้

बारอวส์ และ แทมบลิน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความเข้าใจกลไกของตัวปัญหารวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา

สเตเปียน และ แกลลลาเกอร์ (Stepien; & Gallagher. 1993: 26) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้และการฝึกหัดจากการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากชีวิตจริง

ไวท์ (ราตรี เกตบุตตา. 2546: 13; อ้างอิงจาก White. 1996.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโลกแห่งความเป็นจริงที่มีความซับซ้อนก่อนซึ่งจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมมือกันพยายามทำความเข้าใจปัญหาศึกษาค้นคว้าข้อมูลหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาเพิ่มเติม และลงมือแก้ปัญหานั้นๆ โดยใช้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกระดมความคิด

ทอร์ป และ เซก (Torp; & Sage. 1998: 14-16) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอน และใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ให้นักเรียนได้เข้าไปแก้ปัญหา ครูเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ หลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์ที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน ในขณะที่เรียนรู้นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมแก้ปัญหา มีหน้าที่ในการสร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์

บาโรวส์ และ เคลสัน (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2549: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Kelson. 2000.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นทั้งหลักสูตรและกระบวนการ โดยหลักสูตรจะประกอบด้วยปัญหาที่มีการออกแบบและเลือกสรรมาอย่างรอบคอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้จักใช้ยุทธศาสตร์ในการแก้ไขปัญห และมีส่วนร่วมในการทำงานเป็นทีม ในส่วนของกระบวนการ จำลองแบบมาจากกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบ ผู้เรียนจึงสามารถ นำความรู้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหในชีวิตและปัญหาที่เกิดจากการประกอบอาชีพได้

อีเดนส์ (Edens. 2000: online) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะคิดเป็น และแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และปัญหามีความซับซ้อนซึ่งเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหา และเกิดทักษะการแก้ปัญหา

เบน (มัทธรา ธรรมบุศย์. 2549: 43; อ้างอิงจาก Bene. 2000.) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากผลของการประยุกต์ใช้กระบวนการหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยาในการสร้างความเข้าใจและหาทางออกของปัญหา

วัฒนา รัตนพรหม (2548: 34) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากสถานการณ์ที่เป็นจริงซึ่งอยู่ในรูปของปัญหาที่จะพบได้ในชีวิตจริงของการปฏิบัติงานตามวิชาชีพที่หลักสูตรนั้นต้องการผลิตขึ้น ทั้งนี้เพื่อศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญห ฝึกฝนความสามารถในการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยไม่ได้เน้นเนื้อหาเป็นรายวิชา

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้น กระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้

1.2 ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

กิจซีเลียเออส์ (Gijseleers. 1996: 13-14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการสร้างไม่ใช่กระบวนการรับ การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างความรู้ เชื่อมโยงกับเครือข่ายมโนทัศน์ที่มีความหมาย การเกิดการ เรียนรู้ และข้อมูลใหม่มีอยู่แล้วในเครือข่าย ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนจะอย่างไรกับข้อมูลเหล่านั้น ข้อมูล ใหม่เกิดขึ้นได้จากการระลึกถึงความรู้เดิมที่มีอยู่ และเคยใช้ความรู้นั้นๆในการแก้ปัญหา นั่นคือ ความรู้เดิมจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่รู้ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ (Knowing About Knowing Affects Learning) การเรียนรู้จะแกร่งกล้าเมื่อนักเรียนมีทักษะในการกำกับตนเอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ ทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นั่นคือ มีการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ว่าจะทำอะไร สามารถเลือก ยุทธวิธีว่าจะอย่างไร และมีการประเมินผลว่าบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบการ เรียนรู้ของตนเอง การที่จะประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหานั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้ที่อยู่ในตัว เพียงอย่างเดียวแต่จะขึ้นอยู่กับทางเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งความสำเร็จบรรลุ ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

3. ปัจจัยทางสังคมและองค์ประกอบแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่ เป็นตัวนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในความรู้ และสามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่ง จะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการในการศึกษาระดับสูงขึ้น รูปแบบการเรียนรู้ เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาจริง หรือการได้ปฏิบัติเกี่ยวกับอาชีพ ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดไปใช้ในการแก้ปัญหา และปัจจัยทางสังคมนั้นก็จะมีอิทธิพล ต่อการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล นั่นคือการทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่ง กันและกัน อันจะก่อให้เกิดทางเลือกหลากหลายที่จะนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา

ทอร์พ และ เซก (Torp; & Sage. 1998: 14) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

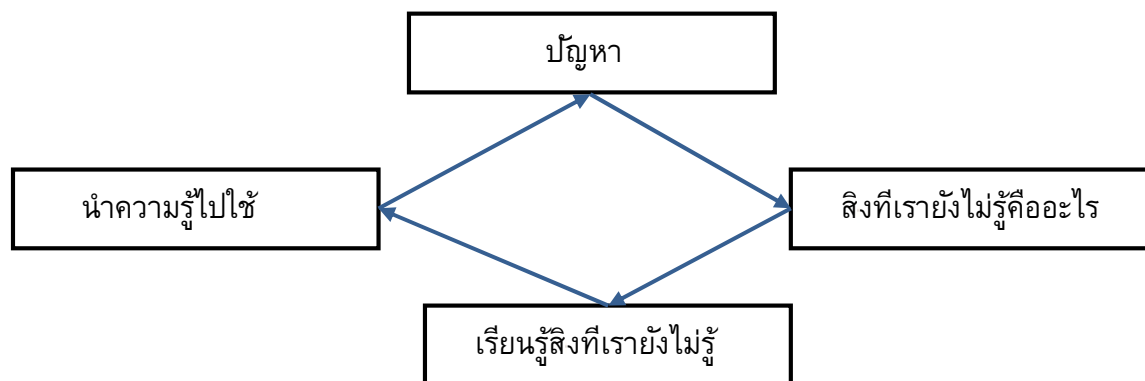
- ดึงดูดความสนใจของนักเรียน เหมือนพวกเขาได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์ของ ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง
- รวบรวมหลักสูตรที่เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายจากการ เรียนรู้ของนักเรียนในทิศทางที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงกัน
- สร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้โดยรวบรวมความคิดของนักเรียน และ แนะนำให้นักเรียนตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy. 2001: online) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ในการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักนั้น ปัญหาที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลากหลาย (ill-structured problem) จะถูกนำเสนอเป็นอันดับแรกและจัดเป็นศูนย์กลางของเนื้อหาสาระ และบริบทของการเรียนรู้
 2. ปัญหาที่เป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้
 - 2.1 โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป
 - 2.2 สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุกยักซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)
 - 2.3 มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเข้ามา
 - 2.4 ไม่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ง่ายๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหามีไม่แน่นอน
 - 2.5 ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป
 3. การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะถูกจัดให้มีบทบาทเป็นนักแก้ปัญหา ครูถูกจัดให้มีบทบาทเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ (tutors and coaches)
 4. ในกระบวนการสอนและการเรียน จะมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ แต่ความรู้ที่นักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างขึ้นด้วยตนเอง การคิดต้องเต็มไปด้วยความชัดเจนมีความหมาย
 5. การประเมินการเรียนรู้จะประเมินตามสภาพจริงโดยดูที่ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา
- มัทธรา ธรรมบุศย์ (2545: 13) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้
- ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้อย่างแท้จริง (Student-centered learning)
 - การเรียนรู้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก
 - ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide)
 - ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้
 - ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหา อาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือแก้ไขปัญหาได้หลายทาง (Ill-structured Problem)
 - ผู้เรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ๆ ด้วยตนเอง (Self-directed learning)
 - ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (Authentic assessment)

การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ไม่ใช้การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem solving method) เพราะการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์โดยตรงของผู้เรียนต้องมาก่อน โดยปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นหรือนำทางให้ผู้เรียนต้องไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหานั้น กระบวนการหาความรู้

ด้วยตนเองนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา ดังแสดงในภาพประกอบ 2 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)



ภาพประกอบ 2 วงจรหลักการของการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)

ที่มา : มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem - Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548: 78) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ลักษณะเฉพาะตัวของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการดังนี้

1. ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้ ปัญหาคือหัวใจสำคัญของการสอนโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ลักษณะของปัญหาที่นำมาเรียนจะเป็นปัญหาที่พบบ่อย มีกระบวนการการเข้าถึงปัญหาที่ซับซ้อน สามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามได้ครอบคลุมกรอบแนวคิดและสาระที่ต้องเรียนตามหลักสูตรที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ประเด็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้มีหลากหลาย ต้องอาศัยการค้นคว้าหาคำตอบในแง่มุมต่างๆ ต้องใช้พื้นฐานความรู้อย่างกว้างขวางสามารถสร้างมโนทัศน์ (Concept) ที่สำคัญๆได้ ข้อประเด็นปัญหาสำหรับผู้เรียนรู้คือ ต้องเป็นปัญหาที่ตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตร และระดับชั้นปีของผู้เรียน วิธีการนำเสนอประเด็นปัญหาอาจเป็นกรณีศึกษา การเล่าเรื่อง หรือการสร้างสถานการณ์จำลองอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

2. สื่อการเรียนรู้ ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองให้มากที่สุดและถูกต้องที่สุด จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีสื่อที่สมบูรณ์ที่สุดอย่างน้อยต้องมีตำราศึกษาค้นคว้า สถิติ ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หากเป็นไปได้ต้องมีสื่อ โสตทัศนและระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ผู้เรียนสามารถใช้เป็นแหล่งค้นคว้าได้อย่างอิสระ นอกจากนี้บุคคลและ

สถานที่ยังเป็นสื่อการเรียนรู้ที่สามารถเลือกใช้ได้ ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) เป็นผู้ชี้แนะ (Guide) หรือจัดทำเอกสารที่ผู้เรียนสามารถสืบค้น มีแหล่งเรียนรู้ เช่น บุคคล สถานที่ ถ้าแหล่งเรียนรู้เป็นชุมชนหรือสถานที่ ต้องมีคำชี้แนะบรรยากาศและวิธีการเข้าถึงด้วย

3. ความรับผิดชอบของผู้เรียน ผู้เรียนต้องรับผิดชอบด้วยตนเอง และพึ่งความตั้งใจของตนเองในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและข้อความรู้ที่ต้องการ ผู้เรียนต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการอภิปรายเพื่อค้นประเด็นความรู้และคำตอบในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องมุ่งมั่นและซื่อสัตย์ในกาหาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเคร่งครัด การเรียนจึงจะมีประสิทธิภาพ

4. บทบาทของผู้สอน ผู้สอนทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนรู้ให้เป็นไปตามจุดประสงค์โดยทำหน้าที่ 3 ประการ คือ

4.1 อำนวยความสะดวกด้านวัสดุอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นต่างๆ ในการศึกษา ค้นคว้าที่ผู้เรียนต้องการใช้เพื่อศึกษาค้นคว้าคำตอบ

4.2 ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็นเท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนบ้างในกรณีที่ผู้เรียนไม่สามารถสืบค้นได้เอง

4.3 เป็นผู้ประเมินสมรรถนะของผู้เรียนขณะเรียนเป็นระยะๆ จูงใจให้ผู้เรียนเกิดแนวทางในการศึกษาและคิดค้นโดยการอภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเสริมและสรุปประเด็นในการเรียนแต่ละครั้ง

พรณี บุญประกอบ; และ มนัส บุญประกอบ (2548: ไม่ปรากฏเลขหน้า). กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า

1. ใช้ปัญหาโลกความจริง (real world problems) ปัญหาสอดคล้องและเป็นบริบท เป็นกระบวนการที่ต่อสู้กับปัญหาแท้จริงที่นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา และทักษะการคิดเชิงวิจารณ์ญาณ (Critical thinking skills)

2. ความน่าเชื่อถือในปัญหาที่ขับเคลื่อนหลักสูตร ปัญหาไม่ใช่แบบทดสอบทักษะ แต่ช่วยในการพัฒนาทักษะ

3. ปัญหาที่มีโครงสร้างที่ไม่ชัดเจนแท้จริง (truly ill-structured) มิได้มีคำตอบเดียว/ข้อมูลใหม่ที่มีการรวบรวมในกระบวนการทำซ้ำ/การรับรู้ปัญหา/การแก้ไขปัญหา/การเปลี่ยนแปลง

ทิศนา ขัมมณี (2550: 137-138) ได้กล่าวถึง ลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นการจัดสภาพการณ์ ของการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะ กระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 2-3) ได้กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และเริ่มต้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้
2. ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นปัญหาที่พบเห็นได้ในชีวิตจริงของผู้เรียนหรือมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นจริง
3. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการนำตนเอง (Self-Directed Learning) ค้นหาและแสวงหาความรู้คำตอบด้วยตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องวางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง บริหารเวลาเอง คัดเลือกวิธีการเรียนรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวเอง
4. ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย เพื่อประโยชน์ในการค้นหาความรู้ข้อมูลร่วมกัน เป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุและผล ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการรับส่งข้อมูล เรียนรู้เกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคล และฝึกการจัดระบบตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม ความรู้จากคำตอบที่ได้มีหลากหลายองค์ความรู้จะผ่านการวิเคราะห์โดยผู้เรียน มีการสังเคราะห์และตัดสินใจร่วมกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้นอกจากจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มแล้วยังสามารถจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ แต่อาจทำให้ผู้เรียนขาดการทำงานร่วมกับผู้อื่น
5. การเรียนรู้มีลักษณะบูรณาการความรู้ และบูรณาการทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และคำตอบที่กระฉ่างชัด
6. ความรู้ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ จะได้มาภายหลังจากการผ่านกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานแล้วเท่านั้น
7. การประเมินผลเป็นการประเมินผลจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานและความก้าวหน้าของผู้เรียน

จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพของการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหา ร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะ กระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ

1.3 ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ทอร์พ และ เซก (Torp; & Sage. 1998: 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะดังนี้

1. จะต้องมีความคลุมเครือ
2. จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีข้อมูลใหม่มาสนับสนุน
3. ไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่ายหรือไม่ได้ใช้สูตรตายตัวในการหาคำตอบ

สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science and Academy. 2001: online) ได้กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. โครงสร้างที่มีลักษณะที่สามารถหาแนวทางในการหาคำตอบได้หลากหลาย (ill-structured) เป็นลักษณะปัญหาตามแบบธรรมชาติทั่วไป
2. สถานการณ์จะมีลักษณะที่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่ตายตัว (messy)
3. มีการเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อมีข้อมูลใหม่ๆเพิ่มเข้ามา
4. ไม่สามารถแก้ปัญหได้ง่ายๆ หรือรูปแบบการแก้ปัญหาก็ไม่แน่นอน
5. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป

ทิสนา แคมมณี (2550: 137) ได้กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดภาวะงุนงงสงสัยและความต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริงหรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหานั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ อันเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 3-4) ได้กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ ลักษณะที่สำคัญของปัญหา มีดังนี้

1. เกิดขึ้นในชีวิตจริงและเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน หรือผู้เรียนอาจมีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้น
2. เป็นปัญหาที่พบบ่อย มีความสำคัญ มีข้อมูลประกอบสำหรับการค้นคว้า
3. เป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนตายตัว เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนคลุมเครือ หรือผู้เรียนเกิดความสงสัย
4. ปัญหาที่เป็นประเด็นขัดแย้ง ขัดแย้งในสังคมยังไม่มีข้อยุติ

5. เป็นปัญหาที่อยู่ในความสนใจ เป็นสิ่งที่อยากรู้ แต่ไม่รู้
 6. ปัญหาที่สร้างความเดือดร้อน เสียหาย เกิดโทษภัยและเป็นสิ่งไม่ดีหากใช้ข้อมูลโดยลำพังคนเดียวอาจทำให้ตอบปัญหาผิดพลาด
 7. เป็นปัญหาที่มีการยอมรับว่าจริง ถูกต้อง แต่ผู้เรียนไม่เชื่อว่าจริง ไม่สอดคล้องกับความคิดของผู้เรียน
 8. ปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแสวงหาคำตอบหลายทาง ครอบคลุมการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายเนื้อหา
 9. เป็นปัญหาที่มีความยากความง่ายเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน
 10. เป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ต้องการการสำรวจค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล หรือทดลองดูก่อนจึงจะได้คำตอบ ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร
 11. เป็นปัญหาส่งเสริมความรู้ด้านเนื้อหาทักษะ สอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษา
- จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่าลักษณะของปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสงสัยและต้องการที่จะแสวงหาความรู้เพื่อขจัดความสงสัยดังกล่าว ไม่สามารถที่จะคาดเดาหรือทำนายได้ง่ายๆ ว่าต้องใช้ความรู้อะไร ยุทธวิธีในการสืบเสาะหาความรู้จะเป็นอย่างไรหรือคำตอบ หรือผลของความรู้เป็นอย่างไร การให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาต่างๆ และร่วมกันคิดหาทางแก้ปัญหาเหล่านั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีเข้าใจ และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ

1.4 ขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

พิชากร แปลงประสพโชค (รังสรรค์ ทองสุกนอก. 2547: 20-21; อ้างอิงจาก พิชากร แปลงประสพโชค. ม.ป.ป.) ได้กล่าวว่า การเตรียมปัญหาในการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานสำคัญ ดังนี้

1. สิ่งที่ยกมาให้ผู้เรียน (Input) คือปัญหา ซึ่งเปรียบเสมือนการทำทนายให้ผู้เรียนก้าวไปสู่สถานการณ์ที่ผู้เรียนอาจจะมีคำถามหรือไม่ก็ตาม แต่ก็ต้องตระหนักในความจำเป็นที่ต้องเข้าใจปัญหานั้น
2. กระบวนการ(Process) จากปัญหาที่ผู้เรียนได้มาจะนำผู้เรียนเข้าสู่กระบวนการที่ต้องตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ อภิปราย ฯลฯ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา ทั้งนี้โดยเริ่มจากการอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัดเป็นฐานก่อน

3. สิ่งทีคาดหวัง (Outcome) เป็นสิ่งที่จะเกิดกับผู้เรียนเมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าว มีดังต่อไปนี้

- กำหนดการเรียนรู้ขั้นต่อไปที่จำเป็นต่อความเข้าใจปัญหา
- เสนอแนะแนวทางในการรวบรวมข้อมูลมาเพิ่มเติมในการแก้ปัญหา
- พิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล
- การประสานสัมพันธ์ความรู้ที่ได้รับจากการค้นคว้า

จากหลักเกณฑ์พื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ ในการสร้างปัญหาจึงต้องนำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งกระบวนการในการสร้างปัญหามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบการเรียนรู้ (Planning the block) ขั้นแรกของการกำหนดกรอบการเรียนรู้คือ การกำหนดการเรียนรู้ในหลักสูตรหรือสาขาวิชาใดๆ ก็ตาม สิ่งที่สำคัญที่ต้องกำหนดคือ

1. วัตถุประสงค์ (Objectives) คือการกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านใดบ้าง ซึ่งโดยปกติวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่ต้องคำนึงถึงมี 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge หรือ Cognitive) ด้านเจตคติ (Attitude หรือ Affective) และด้านทักษะ (Practice หรือ Psychomotor)

2. กำหนดแนวความคิด (Concept) หรือหลักเกณฑ์พื้นฐาน (Basic principles) ที่ผู้เรียนควรต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา (Planning the problem) การกำหนดปัญหา จะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวความคิดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้

ขั้นที่ 3 กำหนดแผนการอภิปราย (Planning the discussion) คือการสร้างคำถามเพื่อให้ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดไปยังแนวความคิดที่ต้องการซึ่งจะได้รูปแบบดังนี้

ตาราง 1 รูปแบบของแผนการอภิปราย

ปัญหา (Problem)	คำถาม (Question)	แนวความคิด (Concept)

ขั้นที่ 4 จัดเตรียมแหล่งข้อมูล (Preparation of resource) ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจะไม่มี การถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนโดยตรง แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้แสวงหาความรู้เอง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแหล่งข้อมูลไว้ให้ผู้เรียน ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 แหล่ง คือ

แหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคลที่ให้ความรู้ และแหล่งข้อมูลที่เป็นวัสดุทางการเรียนที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าได้ เช่น ตำรา เอกสารต่างๆ อินเทอร์เน็ต เทป วิดีโอ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 กำหนดแผนการประเมินผล (Planning the assessment) การประเมินผลผู้เรียนแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. การประเมินผลเพื่อบอกความก้าวหน้าของผู้เรียน (Formative assessment) พิจารณา 2 อย่าง คือ
 - 1.1 ดูความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่เรียน
 - 1.2 ดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง
2. การประเมินผลรวมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป (Summative assessment)

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 21-22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระของการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านเจตคติ และด้านทักษะกระบวนการ และความคิดรวบยอดหรือหลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่าผู้เรียนควรจะเรียนรู้อะไร เมื่อครูเขียนปัญหาเสร็จแล้วครูลองดำเนินการเรียนรู้ตามขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยเพื่อให้มองเห็นความเป็นไปได้ในการหาคำตอบ คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด นั่นคือครูจะสมมติบทบาทเป็นผู้เรียน เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของปัญหาและช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและวิธีการประเมินผล

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นนี้ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการใช้ตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามาได้กับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งดัดแปลงมาจากขั้นตอนการสร้างปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของปัญหา ได้แก่ การเลือกเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบเขตว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความคิดรวบยอด หลักเกณฑ์พื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่วางไว้

ขั้นที่ 2 กำหนดและสร้างปัญหาที่สอดคล้องกับความคิดรวบยอดที่คาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนควรจะเรียนรู้อะไร คำตอบที่ได้มีอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา ความรู้ใดบ้างที่เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาและหาได้จากแหล่งข้อมูลใด

ขั้นที่ 3 สร้างคำถามและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามที่สร้างขึ้นนี้ใช้กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการคิดไปสู่แนวความคิดรวบยอดที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 กำหนดแหล่งข้อมูลสำหรับผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้โดยการใช้ตนเอง

ขั้นที่ 5 กำหนดการประเมินผล โดยพิจารณาทั้งด้านความรู้และด้านทักษะ ในด้านความรู้จะพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่หามากับปัญหาที่ให้และดูการประยุกต์ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ในด้านทักษะจะพิจารณาจากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

1.5 บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการค้นคว้า บทบาทของผู้เรียนและครูผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้มีผู้กล่าวถึงดังนี้

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based-Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 64-65) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา : ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based-Learning)
 ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 64-65;
 citing Illinois Problem-Based-Learning Network. 1996)

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 9-13) ได้กล่าวถึง
 บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานดังนี้

บทบาทของครูผู้สอน ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นลักษณะ
 ของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูงรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลเข้าใจศักยภาพของผู้เรียนเพื่อ
 สามารถให้คำแนะนำ ช่วยเหลือผู้เรียนได้ทุกเมื่อทุกเวลา

3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานอย่างถ่องแท้ชัดเจนทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมพอเพียง จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้
8. ผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถ ด้านการวัดและประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและเจตคติให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติและบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิดการสืบค้นข้อมูลการทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมิน
4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

1.6 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

จากการค้นคว้าขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

ดีไลเชิล (Delisle. 1997: 26-36) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงไปสู่ปัญหา (Connecting with the problem) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนควรจะรู้สึกว่ายามีความสำคัญ น่าสนใจและคุ้มค่าต่อเวลาของพวกเขา ครูผู้สอนเลือกปัญหาที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ผู้เรียนอาจพบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น ประสบการณ์ส่วนตัว ประสบการณ์จากครอบครัวหรือจากเพื่อน จากโทรทัศน์ หรือดนตรีที่นักเรียนสนใจ การเชื่อมโยงนี้อาจเกิดขึ้นจากกระบวนการการอ่าน หรือจากการอภิปรายนำเสนอหัวข้อ

ขั้นที่ 2 จัดโครงสร้าง (Setting up the structure) ในขั้นนี้ครูผู้สอนต้องแน่ใจว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาได้แล้ว ในขั้นจัดโครงสร้างนี้เป็นการสร้างโครงสร้างสำหรับการทำงานผ่านปัญหาซึ่งจะมีการจัดขอบเขตของงานเพื่อที่จะนำไปสู่คำตอบ และถือเป็นหัวใจของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงวิธีการคิดโดยใช้สถานการณ์ และแนวทางการนำไปสู่คำตอบ โดยครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อจัดโครงสร้างของการทำงาน โดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้แนะนำเพื่อกำหนดโครงสร้างของการศึกษาอันประกอบด้วย

1. แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas)
2. ข้อเท็จจริง (Facts)
3. ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning issues)
4. แผนการดำเนินงาน (Action plan)

จากโครงสร้างของการศึกษาข้างต้นสามารถแสดงเป็นตารางเพื่อแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิด/แนวทางในการแก้ปัญหา (Ideas)	ข้อเท็จจริง (Facts)	ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning issues)	แผนการดำเนินงาน (Action plan)

ที่มา : Delisle. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. p.32.

ขั้นที่ 3 เข้าไปสู่ปัญหา (Visiting the problem) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันสำรวจปัญหาและร่วมกันอภิปรายเพื่อเติมลงไปในการสร้างโครงสร้างของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในขั้นที่ 2 หลังจากที่ผู้เรียนได้ใส่ข้อมูลจนครบจะเห็นว่า สิ่งที่ผู้เรียนรวบรวมมาเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำถามต่างๆของพวกเขา และข้อมูลที่เติมในสองช่องสุดท้ายจะเป็นแนวทางหรือแผนการที่จะนำไปสู่รูปแบบการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนจะแบ่งหน้าที่ในการศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระแล้วนำความรู้ที่ได้มาเสนอต่อกลุ่ม จนกระทั่งได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยแนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมที่อาจช่วยเหลือนักเรียนได้แต่ครูต้องไม่ให้คำตอบกับนักเรียน และหลังจากที่ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จเรียบร้อยแล้วครูผู้สอนและผู้เรียนก็จะร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 กลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the problem) หลังจากที่ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าเสร็จแล้ว จะมีการอภิปรายในชั้นเรียนและมีการกลับเข้าสู่ปัญหาอีกครั้ง โดยสิ่งแรกที่ครูผู้สอนต้องทำคือให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรายงานการศึกษาค้นคว้าของพวกเขา และขณะที่แต่ละกลุ่มรายงานครูผู้สอนก็จะทำการประเมินแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนใช้ เวลาที่ใช้ และผลลัพธ์ทั้งหมดจากแผนการดำเนินงานของผู้เรียน ในขั้นตอนนี้แต่ละกลุ่มจะร่วมกันสังเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่ได้มานั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอก็จะมีกำหนดประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และแผนการดำเนินงานอีกครั้ง

ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้นำหนักของหลักฐานและเปรียบเทียบเทียบแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยวิธีต่างๆ ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการตัดสินใจ เพราะว่าผู้เรียนจะต้องอธิบายและหาข้อมูลสนับสนุนแนวทางในการแก้ปัญหาของตัวเองด้วย ข้อเท็จจริงที่จะทำให้ผู้เรียนคนอื่นมีความเชื่อถือ อีกทั้งผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการพูดชักนำให้เกิดความเชื่อถือ

ขั้นที่ 5 การผลิตผลงาน หรือการแสดงความสามารถ (Producing a product or performance) ในขั้นนี้จะนำความรู้ที่ได้มาจากการดำเนินงานตามแผนเพื่อผลิตผลงานหรือสรุปคำตอบของปัญหา และมีการนำเสนอในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 การประเมินกระบวนการและปัญหา (Evaluating performance and the problem) ในขั้นตอนของการประเมินนี้ทั้งครูผู้สอนและผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมิน ทั้งการประเมินทักษะการเรียนรู้ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม และการประเมินปัญหาที่นำมาใช้ด้วย

ศูนย์การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Center for Problem-Based Learning) ของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ (Illinois University) สหรัฐอเมริกา (Torp; & Sage. 1998: 33-43: citing Illinois Problem-Based Learning Network. 1996: unpagged) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเป็นผู้เผชิญกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเตรียมความพร้อมนี้ขึ้นอยู่กับอายุ ความสนใจ ภูมิหลังของผู้เรียน ในการเตรียมความพร้อมนี้จะให้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวเนื่องถึงเรื่องที่จะสอนอย่างกว้าง ๆ ซึ่งจะต้องตระหนักว่าการเตรียมความพร้อมนี้ไม่ใช่การสอนเนื้อหา ก่อน เพราะการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นตรงที่ความรู้หรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะเป็นผลมาจากการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นพบปัญหา ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดบทบาทของตนในการแก้ปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการที่จะแก้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้อภิปราย และเสนอความคิดเห็นต่อปัญหาเมื่อมองเห็นถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นนิยามว่า เรารู้อะไร (What We Know) , เราจำเป็นต้องรู้อะไร (What We Need to Know) และแนวคิดของเรา (Our Ideas) ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาสิ่งที่ตนรู้ อะไรที่จำเป็นต้องรู้ และแนวคิดอะไรที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พิจารณาถึงความรู้ที่ตนเองมีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปแก้ปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและพร้อมที่จะสำรวจ ค้นคว้าหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา ครูจะให้นักเรียนได้กำหนดสิ่งที่ตนรู้จากสถานการณ์ปัญหา สิ่งที่เป็นที่ ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมที่จะมาส่งเสริมให้สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะระบุแหล่งข้อมูลสำหรับค้นคว้าและแนวคิดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นกำหนดปัญหา จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ที่ได้เผชิญ และกำหนดเงื่อนไขที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ซึ่งจะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาที่ดี

ขั้นที่ 5 ขั้นการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเสนอข้อมูล ผู้เรียนจะช่วยกันค้นคว้า ข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดไว้แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาเสนอต่อกลุ่มให้เข้าใจ ตรงกันจุดมุ่งหมายในขั้นนี้ ประการแรกเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการรวบรวม ข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งเสนอข้อมูลนั้นต่อกลุ่ม ประการที่สองเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียน เข้าใจว่าข้อมูลใหม่ที่ค้นคว้ามามีทำให้เข้าใจปัญหาอย่างไร และจะประเมินข้อมูลใหม่เหล่านั้นว่า สามารถช่วยเหลือให้เข้าใจปัญหาได้อย่างไรด้วย ประการที่สามเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถ ทางการสื่อสารและการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งช่วยให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 6 ขั้นการหาคำตอบที่เป็นไปได้ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ค้นคว้ากับปัญหาที่กำหนดไว้แล้วแก้ปัญหาบนฐานข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้ เนื่องจากปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้สามารถมีคำตอบได้หลายคำตอบ ดังนั้นในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้อง ค้นหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ให้มากที่สุด

ขั้นที่ 7 ขั้นการประเมินค่าของคำตอบ จุดมุ่งหมายในขั้นนี้เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียน ทำการประเมินค่าสิ่งที่มาช่วยในการแก้ปัญหา (ข้อมูลที่ค้นคว้ามานี้) และผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละ ปัญหาว่าทำให้เรียนรู้อะไร ซึ่งนักเรียนจะแสดงผลและร่วมกันอภิปรายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลที่ ค้นคว้ามานี้เป็นพื้นฐาน

ขั้นที่ 8 ขั้นการแสดงคำตอบและการประเมินผลงาน ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ สนับสนุนให้ผู้เรียนเชื่อมโยงและแสดงถึงสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ได้ความรู้มาอย่างไร และทำไมความรู้ นั้นถึงสำคัญ ในขั้นนี้นักเรียนจะเสนอผลงานออกมาที่แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่ต้นจนได้ คำตอบของปัญหา ซึ่งเป็นการประเมินผลงานของตนเองและกลุ่มไปด้วย

ขั้นที่ 9 ขั้นตรวจสอบปัญหาเพื่อขยายการเรียนรู้ ในขั้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ ผู้เรียนร่วมกันกำหนดสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ต่อไป นักเรียนจะพิจารณาจากปัญหาที่ได้ดำเนินการไป

แล้วว่ามีประเด็นอะไรที่ตนสนใจอยากเรียนรู้อีก เพราะในขณะดำเนินการเรียนรู้นักเรียนอาจจะมีสิ่งที่อยากรู้นอกจากที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

จากขั้นที่ 1 ถึงขั้นที่ 9 การดำเนินการเรียนรู้อาจดำเนินเป็นวงจร หากขั้นใดมีข้อสงสัยก็ย้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้านั้น และเมื่อจบการเรียนรู้จากปัญหาหนึ่งๆ แล้วจะกำหนดปัญหาใหม่และในแต่ละขั้นจะประกอบไปด้วยการประเมินการเรียนรู้ด้วย

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2547: 26-27) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ขั้นใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการจัดกลุ่ม อันดับแรกสมาชิกในกลุ่มทำความคุ้นเคยกัน สมาชิกในกลุ่มแนะนำตนเองบอกถึงความสามารถที่มีความสนใจ และประสบการณ์ต่างๆที่จะมีประโยชน์ต่อกลุ่ม แล้วกลุ่มกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่มต้องมีประธาน รองประธาน และเลขานุการ ที่คอยจดบันทึกกิจกรรมภายในกลุ่ม ในขั้นนี้จะเป็นขั้นเริ่มต้นของการประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนด้วย ซึ่งการประเมินผลจะดำเนินไปพร้อมกับทุกขั้นตอนของการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา ขั้นนี้ครูจะเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนที่จะเจอปัญหา เมื่อครูเสนอปัญหาให้แล้วสมาชิกในกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและกำหนดข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ในปัญหา หากในกลุ่มมีผู้ที่มีประสบการณ์สัมพันธ์กับปัญหานั้นต้องเสนอให้กลุ่มได้รับทราบ จากนั้นช่วยกันระบุดัชนีปัญหาย่อยและให้คำอธิบายของปัญหาย่อยทั้งหมด โดยสมาชิกในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจต่อปัญหาย่อยที่ถูกต้องตรงกัน การระบุปัญหาย่อยจะต้องระบุเป็นข้อๆที่สามารถมองเห็นแนวทางของการแก้ปัญหาอย่งนั้นได้อย่างชัดเจน ในปัญหาเริ่มต้นหนึ่งปัญหาที่ครูเสนอให้ อาจมีปัญหาย่อยออกมาอีกก็ได้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ปัญหาหรือมีความไม่เข้าใจอะไรตรงไหนของกลุ่ม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสร้างสมมติฐาน เมื่อระบุปัญหาแล้วนักเรียนในกลุ่มก็จะร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อและตั้งสมมติฐานให้สอดคล้องกับปัญหาย่อยๆนั้น สมมติฐานที่ตั้งมีลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหาย่อยๆที่ตั้งอยู่บนเหตุผลและความรู้สึกที่มีอยู่ก่อน

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นเตรียมการ การศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. กำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นการกำหนดว่าจะต้องค้นคว้าหาอะไรเพื่อที่จะสามารถนำสิ่งนั้นมาตรวจสอบสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ เป็นการวางเป้าหมายของการเรียนรู้
2. สร้างแผนการเรียนรู้ เป็นกลวิธีที่ใช้ในการศึกษาสิ่งเรียนรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดแหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือ

เป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้ โดยเลขานุการจดบันทึกสิ่งที่ศึกษาค้นคว้านั้นไว้ด้วย

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นการสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ในขั้นนี้นักเรียนจะสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาว่าเพียงพอกับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบสมมติฐานและแก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลแล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นการสะท้อนผลการเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วย การเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 6 ในขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นสรุป ในขั้นนี้จะสรุปผลของการประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางการเรียนและด้านทักษะทางสังคม การประเมินผลของครูและการประเมินผลตนเองของนักเรียนทั้ง 3 ด้านดังกล่าว โดยที่นักเรียนและครูจะประเมินผลไปพร้อมไปพร้อมกับการดำเนินกิจกรรมทุกขั้นตอน

รูปแบบหนึ่งของ PBL นำเสนอโดย คณะอีทีอี (ETE Team, 2004 อ้างจาก <http://www.cotf.edu/ete/pbl.html>) มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านและวิเคราะห์ภาพปัญหา (Read and analysis he problem scenario)
 - ตรวจสอบความเข้าใจโดยอภิปรายในกลุ่ม
 - ค้นหาองค์ประกอบหลักในสถานการณ์ที่ต้องแก้ปัญหานั้น
 - กลุ่มจะต้องค้นหาข้อมูลที่จำเป็นอย่างกระฉับกระเฉงเพื่อแก้ปัญหา
 2. ลงรายการสิ่งที่ต้องเรียนรู้ (List what is known)
 - เขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับสถานการณ์
 - เริ่มด้วยข้อมูลที่มีอยู่ในสถานการณ์
 - เพิ่มเติมความรู้ที่สมาชิกกลุ่มนำมา (หรือสิ่งที่เพื่อนคิดว่ารู้แต่ไม่แน่ใจ)
 3. พัฒนาข้อความปัญหา (Develop a problem statement)
 - ข้อความปัญหาควรมาจากวิเคราะห์สิ่งที่คุณรู้
 - เพียง 1-2 ประโยคก็ควรจะบอกได้ว่าสิ่งใดคือปัญหาที่กลุ่มกำลังแก้ไขค้นหา
 4. ลงรายการสิ่งที่ต้องการจำเป็น (List what is needed)
 - เตรียมรายการคำถามที่คิดว่าจะเป็นคำตอบเพื่อแก้ไขปัญหา
 - จงบันทึกรายการที่สองชื่อว่า “สิ่งใดบ้างที่เราจำเป็นต้องรู้?”
- คำถามสองสามแบบอาจเหมาะสม

- บางคำถามอาจกล่าวถึงมโนทัศน์ (Concepts) หรือหลักการ (Principles) ที่จำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อที่จะกล่าวถึงสถานการณ์

- บางคำถามอาจเป็นการต้องการข้อมูลเพิ่มเติมอีก
- คำถามเหล่านี้จะชี้นำการค้นคว้าที่อาจค้นหาจากออนไลน์

5. ลงรายการปฏิบัติที่เป็นไปได้ (List possible actions)

- ลงรายการเสนอแนะ การแก้ปัญหาหรือสมมติฐานได้หัวข้อที่ว่า “เราควรจะทำอะไร” จงลงรายการการปฏิบัติที่จะกระทำ เช่น การถามผู้เชี่ยวชาญการหาข้อมูลจากออนไลน์ หรือการไปที่ห้องสมุด

6. วิเคราะห์ข้อมูล (Analyze information)

- วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมมา

- อาจจะต้องปรับข้อความปัญหาใหม่ หรืออาจแจกแจงข้อความปัญหานั้นอีกครั้ง

- กลุ่มจะตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานเพื่ออธิบายปัญหา

- บางปัญหาอาจไม่ต้องใช้สมมติฐาน แต่อาจใช้แก้ปัญหาเชิงเสนอแนะ หรือความเห็นเสนอแนะก็เหมาะสม (โดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่สืบค้นมา)

7. นำเสนอข้อค้นพบ (Present-Findings)

- เตรียมการรายงานที่ได้ทำเป็นข้อเสนอแนะการทำนาย การอ้างอิง หรือการแก้ไขปัญหานั้นเหมาะสม โดยใช้ข้อมูล และภูมิหลังของคุณ

- จงเตรียมการที่จะสนับสนุนข้อเสนอแนะของคุณ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 6-8) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากเรียนได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา ที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษา ค้นคว้าด้วยวิธีที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามารวบรวมแลกเปลี่ยน เรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอ กับการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่แล้วนำข้อมูลที่ไปตรวจสอบสมมติฐานและ

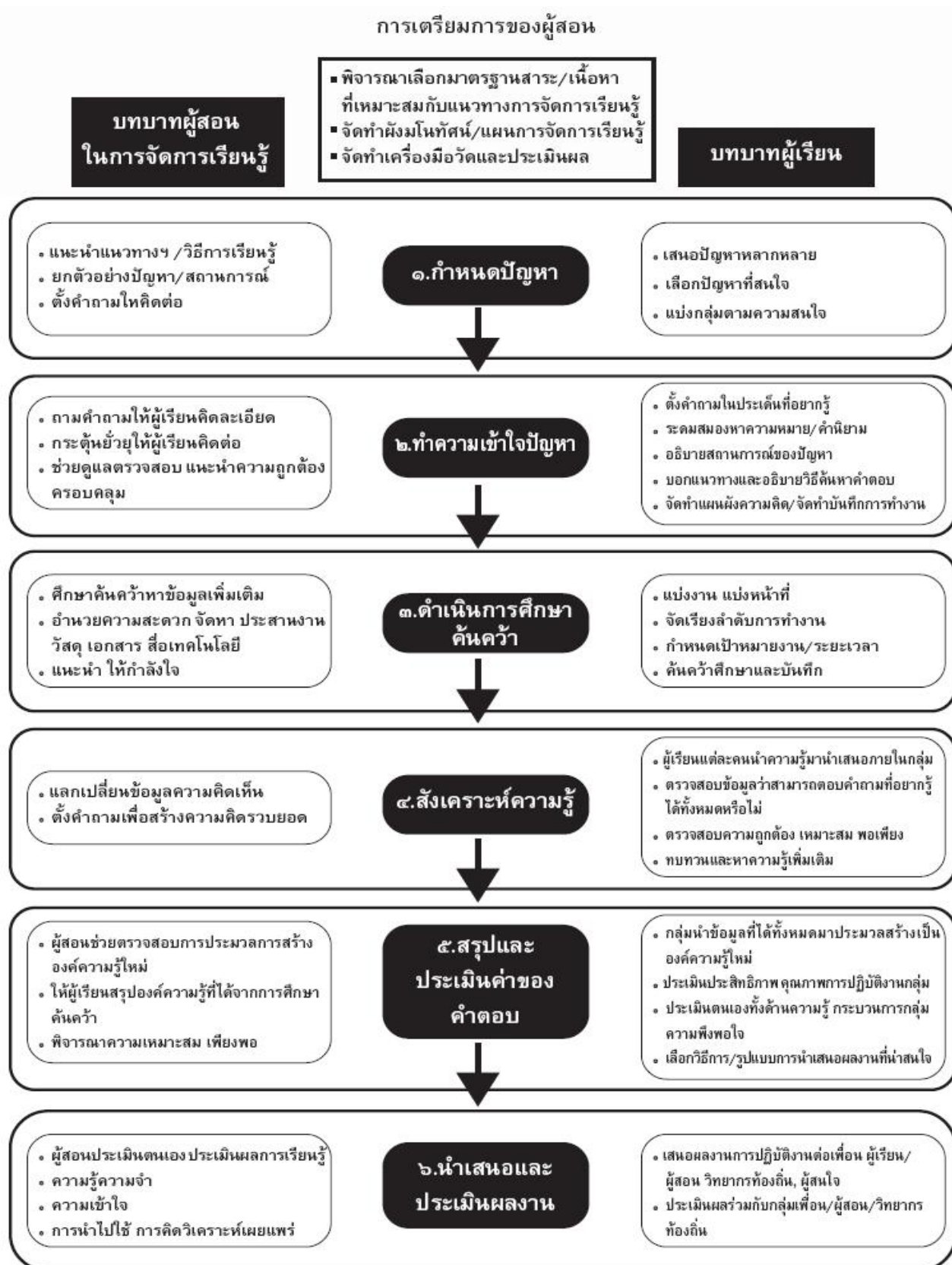
แก้ปัญหา ถ้าไม่เพียงพอกลุ่มจะต้องกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม แผนการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูล แล้วดำเนินการศึกษาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ก่อน

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงพอ โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้อาจจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

แสดงเป็นแผนภาพขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดังภาพประกอบ 4





ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มา : สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550: 7)

จากขั้นตอนของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหา เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆโดยที่ปัญหาจะเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ชำนาญเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา สมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหา ประกอบด้วย ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และวิธีการศึกษาค้นคว้า

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียน นำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่มว่าความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่ม

ทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในชั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

งานวิจัยต่างประเทศ

เซเรโซ (Cerezo. 2004: Online) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยจัดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นแผนการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แล้ววิเคราะห์ผลการเรียน การพัฒนาตนเองของผู้เรียน และการสัมภาษณ์ผู้เรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้สร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เรียนและการทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนาระบวนการทำงานกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้ และกลุ่มผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้สำเร็จ

เบลแลนด์ กลาซซวิก และเอิร์ทเมอร์ (Belland; Glazewski; & Ertmer. 2009: 1-19) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนระดับอนุบาลถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 (K-12) โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) 1 กลุ่ม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั่วไป (average students) 2 กลุ่ม ขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนและให้การแนะนำ และมีการบันทึกเทปกระบวนการทำงานกลุ่ม การสนทนาของผู้เรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) มีศักยภาพในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) สูงกว่านักเรียนทั่วไป (average students) และจากการสัมภาษณ์พบว่าพวกเขามีความเชื่อมั่นว่าคำตอบที่ผ่านกระบวนการกลุ่มของพวกเขามีความถูกต้อง และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เพิ่มแรงจูงใจในการแก้ปัญหาของพวกเขา

งานวิจัยในประเทศ

ยุรวัดน์ คล้ายมงคล (2545: 87-89) ได้ศึกษาการพัฒนาระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบวนการเรียนการสอน โดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่สองเป็นการวิจัย ทดลองเพื่อทดสอบกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบเสนอข้อโดยครู แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบสมรรถภาพทาง คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสอนคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถ พิเศษทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนพญาไท ปีการศึกษา 2545 จำนวน 15 คน ผู้วิจัยทดลองสอนเป็น เวลา 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 41 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่า t ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. กระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก ในการเรียนรู้ เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมปัญหา 2) สร้าง ความเชื่อมโยงสู่ปัญหา 3) สร้างกรอบของการศึกษา 4) ศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย 5) ตัดสินใจ หาทางแก้ปัญหา 6) สร้างผลงาน 7) ประเมินผลการเรียนรู้

2. ผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอน พบว่า กระบวนการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงให้เพิ่มสูงขึ้นกว่าเกณฑ์ 20% ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้ แต่พัฒนาทักษะการให้เหตุผลเพิ่มขึ้น เท่ากับเกณฑ์ และพัฒนาทักษะการสื่อสารและทักษะการสื่อความหมายเพิ่มขึ้นยังไม่ถึงเกณฑ์ ผู้วิจัย ได้นำผลการทดลองใช้กระบวนการเรียนการสอนไปปรับปรุง กระบวนการเรียนการสอนโดย เพิ่มบทบาทของครู ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร และทักษะการสื่อ ความหมาย

รังสรรค์ ทองสุกนอก (2545: 80-82) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผล การเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองคง อำเภอดง จัหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 15 คน ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎี จำนวนเบื้องต้น รวมเป็นเวลา 29 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน ในการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็น จำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

เมธาวิ พิมวัน (2549: 81-85) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหา เป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 16 คน เป็นนักเรียน โรงเรียนศรีสุขวิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2548 ที่ได้จากการอาสาสมัคร ผู้วิจัย ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ใช้เวลาสอนทั้งหมด 21 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ด้วยชุดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ

ละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับ
นัยสำคัญ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในระดับมาก

วาสนา กิมเทิง (2553: 113-116) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจำนวน 18 คาบ คาบละ 60 นาที ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาตนเองของผู้เรียน กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม สร้างแรงกระตุ้นให้กับผู้เรียน ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถควบคุมแนวทางเพื่อที่จะค้นหาคำตอบด้วยตัวเองได้ ซึ่งผู้สอนอาจจัดการเรียนรู้ในรูปของชุดการเรียนการสอน หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนานักเรียนในด้านต่างๆ ที่กล่าวมา จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่จะทำให้ทราบได้ว่าการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนนั้น ได้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้เปลี่ยนแปลงไปตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

วิลสัน (Wilson. 1971b: 643-696) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมทางการเรียนรู้ด้านสติปัญญา ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ พฤติกรรมระดับนี้ถือเป็นพฤติกรรมระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความหมายที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิด คำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความ การยกตัวอย่างของมโนคตินั้นสามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ โดยเขียนเป็นรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียนมโนคตินั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles, Rules, and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจทางโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมในระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนจริงและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่เช่นแปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อความที่วัดความสามารถ ในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือก กระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่าง ในการหาคำตอบที่กำลังประสพอยู่หรืออาจต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบรูป ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้จากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้ โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพทางสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสพมาก่อน คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซ้ำซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ และสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมา แล้วใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ เป็นความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ ความสามารถในการขั้นนี้ เป็นการใช้เหตุผลที่ ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยาก ซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่า ถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดจากโมเมนต์ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุผลผลด้วย คือ การจะถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

ไอแซก และ มิล (Eysenk; & Meili. 1972: 6) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงมีขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปเกรดของโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลานานพอสมควรด้วยการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

กู๊ด (Good.1973 :195) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge-Attained) การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540: 29) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) ซึ่งในที่นี้ หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) คือคุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน คือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง

สุวิทย์ หิรัญยานนท์ (2540: 5) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความสำเร็จ ความรู้ ความสามารถ หรือทักษะ หรือหมายถึงผลการเรียนการสอนหรือผลงานที่ได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้นๆ ก็ได้

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้ จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและ

ผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ เช่น สูง กลางและต่ำ เป็นต้น

อัญชนา โพธิพลากร (2545: 93) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

หทัยกาญจน์ อินบุญมา (2547: 33) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

ณยศ สงวนสิน (2547: 38) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ หรือความสำเร็จในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์เป็นต้น รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งได้มาจากการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548: 65) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

ศิริพร ศรีบุญ (2548: 49) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการ ซึ่งประเมินได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ศักดิ์ชัย จันทะแสง (2550: 38) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้และทักษะทางการเรียน โดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนสอบหรือผลงานที่ครูกำหนดให้ทำหรือทั้งสองอย่าง

จารุวรรณ นาคคูบัว (2552: 25) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือความสามารถของผู้เรียนในการพยายามเข้าถึงความรู้ที่เกิดขึ้นหลังจากการเรียนการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้ จากการทำแบบทดสอบหรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอาจได้จากการ สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ งานที่ได้รับมอบหมายให้ทำ การทำแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันนั้น เกิดจากอิทธิพลขององค์ประกอบหลายประการด้วยกัน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในและนอก ห้องเรียน ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทาง ร่างกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความ เป็นอยู่ของ ครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของ นักเรียนกับ เพื่อนในวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติต่อการ เรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทาง อารมณ์

บลูม (Bloom. 1976: 167-176) ได้ทำการวิจัยและเสนอทฤษฎีเกี่ยวกับระบบการเรียน การสอนในโรงเรียน โดยองค์ประกอบหรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 องค์ประกอบ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Entry Behaviors) ซึ่งหมายถึง ความสามารถทั้งหมดของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน
2. คุณลักษณะทางด้านจิตพิสัย (Affective Entry Behaviors) ซึ่งหมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งได้แก่ความสนใจและเจตคติที่มีต่อ เนื้อหาวิชา โรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะซึ่งเป็นคุณลักษณะ ต่างๆ ทางด้านจิตพิสัย ซึ่งบางอย่างอาจเปลี่ยนแปลงได้ บางอย่างยังคงอยู่
3. คุณภาพของการสอน (Quality of Instruction) ซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมสร้างของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ว่าตนเอง กระทำได้ถูกต้องหรือไม่

อัญชนา โพธิ์พลากร (2545: 95) กล่าวว่า มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ด้านตัวนักเรียน เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจเจตคติต่อการเรียน ด้านตัวครู เช่น คุณภาพของครู การจัดระบบ การบริหารของผู้บริหาร ด้านสังคม เช่น สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวนักเรียน เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีผลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก็คือ การสอนของครูนั่นเอง

ปรีชา วันโนนาม (2548: 44) กล่าวว่า อิทธิพลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีปัจจัย 2 อย่าง ปัจจัยโดยตรง คือ ตัวนักเรียนเอง ได้แก่ สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจและเจตคติต่อการเรียน และการได้รับความช่วยเหลือทางการเรียน ฯลฯ ปัจจัยทางอ้อม ได้แก่ ครอบครัว สภาพแวดล้อม วัฒนธรรม สังคม ตัวครู และวิธีการสอนของครู ฯลฯ

วรรณ พิมพันธุ์ (2553: 99) กล่าวว่า การศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีปัจจัยด้านต่าง ๆ มากมายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนแต่ละคนมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งด้านสังคม อารมณ์ จิตใจ และสติปัญญา รวมถึงสภาพแวดล้อมของครอบครัว นับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ครูผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของนักเรียนเพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปัจจัยหลักก็คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ทั้งทางด้านสติปัญญา อารมณ์ ความสนใจและเจตคติต่อตัวครูผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนของนักเรียน การจัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และความสนใจของนักเรียน พร้อมทั้งมีการเสริมแรงทางบวกให้นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรวัต และ คุปตะ (Rawat; & Cuta. 1970: 7 – 9) กล่าวถึง สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษา มาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือหลายสาเหตุด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมกับการเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี

8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

ขมวด เชื้อสุวรรณทวิ (2542: 121) กล่าวถึง สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ เช่น

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย หรือสุขภาพไม่เอื้ออำนวย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีในวิชาคณิตศาสตร์มาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเองแบบรู้ตัวและไม่รู้ตัว
4. สิ่งแวดล้อมที่บ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่างๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ
5. วุฒิภาวะต่ำ
6. พื้นฐานความรู้เดิมมีไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อนไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

ดรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ (2549: 105) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างให้เกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของผู้เรียน ย่อมเป็นสาเหตุที่สำคัญ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ ตามแต่ลักษณะของปัญหา ดังนั้นหน้าที่ของครูผู้สอนโดยตรงก็คือ ควรจัดหาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมมาใช้เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมากขึ้นกว่าเดิม

สุบิน ยมบ้านกาย (2550: 78) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นมีด้วยกันมากมายหลายประการซึ่งต่างก็เป็นปัญหาที่ต้องร่วมกันแก้ไข แต่ถ้าเราจะพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาหลักๆ คือ ตัวผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครองและสภาพแวดล้อม ดังนั้น สาเหตุปัญหาทั้งหมดดังกล่าวจึงต้องร่วมมือขจัดสาเหตุของปัญหาออกไป ปรับปรุงและพัฒนาการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้อง

นันทพร ระภักดี (2551: 55) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดการเรียนการสอน การสร้างเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ การมีส่วนร่วมของนักเรียน สภาพแวดล้อมทางครอบครัว

และวุฒิภาวะ ซึ่งจากสาเหตุดังกล่าวครูจึงจำเป็นต้องจัดหากิจกรรมการเรียนการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

วรรณ พิมพันธุ์ (2553: 101) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ ครูผู้สอนควรจะต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาของนักเรียนแต่ละคนอย่างแท้จริง ทั้งด้านครอบครัว สติปัญญา ร่างกาย และวุฒิภาวะทางอารมณ์ของนักเรียน แล้วจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพของนักเรียน รวมถึงการสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ ดังนั้นผู้ศึกษาค้นคว้าจึงสนใจพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อแก้ไขปัญหาที่มีผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า สาเหตุที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การสร้างแรงจูงใจ ความสนใจ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนของนักเรียน ครูจึงมีหน้าที่โดยตรงในการสร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ ตามแต่ลักษณะของปัญหา

2.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ชวาล แพรัตกุล. (2516 :123-136) ได้กล่าวไว้ว่า แบบทดสอบที่ดีควรมีคุณลักษณะ 10 ประการ ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือแบบทดสอบที่มีความสามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย
2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่ไม่ดูตำราแต่ตอบได้ดี
3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวดิ่งมากกว่าที่จะวัดแนวกว้างมากนักน้อยเพียงใด
4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายเชิญชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น
5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัด ครูถามอะไรหรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีการตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุดด้วย

8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)

9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด

10. ต้องมีความเชื่อมั่น (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้ตรงที่แน่นอนไม่แปรผัน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

วาร์กส์ (Vaughn. 2002: 176) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ของจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียน กับความสำเร็จของนักเรียนในการอ่านเกี่ยวกับภาษาและคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการทดลองในโรงเรียนในประเทศเม็กซิโก ซึ่งได้ทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในปี 1997 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในปี 1978 – 1981 รวมทั้งสิ้น 566 โรงเรียน ซึ่งจะศึกษาคะแนนจากแบบทดสอบทักษะพื้นฐานการอ่านเกี่ยวกับภาษา และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ขนาดของโรงเรียนไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่สถานะทางสังคมและชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เบอร์ริส (Burris. 2003: 1570) ได้ศึกษาการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์เร่งรัดเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในอเมริกา เนื้อหาที่ใช้คือ ตรีโกณมิติโดยผ่านการพัฒนาทางแคลคูลัส ผลของการศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แรกเริ่มต้นแตกต่างกันพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แรกเริ่มเมื่อเรียนหลักสูตรคณิตศาสตร์เร่งรัดระหว่างมัธยมศึกษา มีระดับผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นและสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนในลาตินและอเมริกาและนักเรียน SES ต่ำ สำหรับนักเรียนกลุ่มย่อยที่มีขนาดพอเหมาะ ผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาพบว่า สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แรกสูงในการทดสอบ Segvential 1 Regents ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเรียนในชั้นเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ตอนแรกสูงก็ยังได้รับประโยชน์จากหลักสูตรเร่งรัดทั่วไปในการศึกษาคณิตศาสตร์ชั้นสูงในมัธยมปลายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ฟินน์ และคนอื่นๆ (Finn, et al. 2003: 228-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 40 คน นักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียนผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญที่สุด คือการเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือพฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เรย์ และคนอื่นๆ (Reys, et al. 2003: 74-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โจนส์; โจนส์; และเวอร์เมตต์ (Jones; Jones; &Vermette. 2009: 4) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้การเรียนรู้ทางด้านอารมณ์และการเรียนรู้ทางด้านสังคม เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า การสอนทักษะทางด้านอารมณ์และทักษะทางด้านสังคมมีส่วนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นทั้งยังทำให้เจตคติทางบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมในชั้นเรียนและความสำเร็จของงานของนักเรียนเพิ่มมากขึ้น

เพอวีน (Perveen. 2010: 9-13) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของวิธีการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนหญิงจำนวน 48 คน ในรัฐปากีสถาน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya) หลังจากทดลองทดสอบหลังเรียนเพื่อดูผลของการวิจัย ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

อรทัย ศรีอุทธา (2547: 59) ได้ศึกษาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสาวภา อนุเพชร (2548: 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนากการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนากการสูงกว่าก่อนได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนากการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันติ อิทธิพลนาวกุล (2550: 91) ได้ทำวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ

ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุศรา อิมทรัพย์ (2551: 88-92) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวังหัวราษฎร์สามัคคี ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวังหัวราษฎร์สามัคคี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 26 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสมสูงกว่าเกณฑ์การเรียน 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสม เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปาณิดา อาจวงษ์ (2552: 189-191) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ ของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนจรเข้หินอำเภอบึงนาราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT แต่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

สมฤดี ดุกลิม (2552: 105-115) ได้ทำวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ เรื่อง อสมการ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการตระหนักรู้ตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า การแก้ไขปัญหาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นหากมีการจัดกิจกรรมในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งการใช้รูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ หรือสร้างชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงความต้องการและความสนใจของนักเรียนด้วย มีผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกันออกไป และส่วนใหญ่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

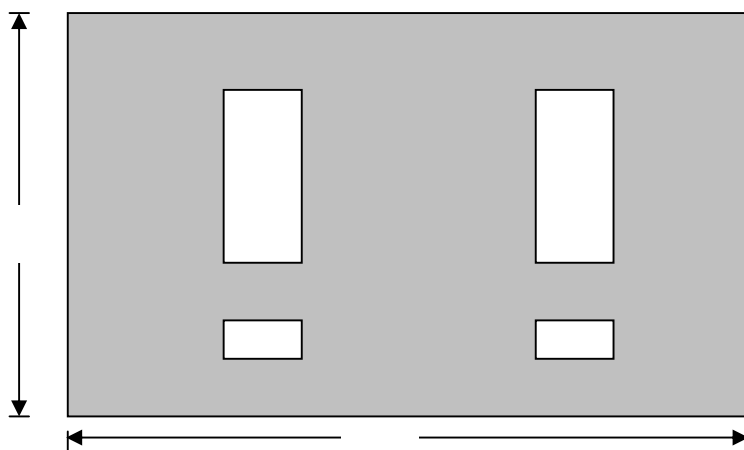
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การให้ความรู้ในเรื่องเซต การให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องของเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต (กรมวิชาการ. 2545: 203)

3.1 ความหมายของการเชื่อมโยง

ดอสเซย์ และคนอื่นๆ (Dossy, et al. 2002: 81-83) กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างขึ้นได้ขณะเรียนรู้ โดยสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่และความรู้อีกส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยที่นักเรียนที่มีความสามารถในการเชื่อมโยงได้อย่างหลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า การเชื่อมโยงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากการใช้เครื่องมืออื่นๆ ช่วยในการแก้ปัญหาหรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการแล้ว ยังมีการแยกคณิตศาสตร์ออกเป็นวิชาย่อยๆ เช่น เรียนเนื้อหาท่อนพีชคณิต แล้วเรียนพีชคณิตและเรขาคณิตต่อมาตามลำดับ ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนวิชาไม่สัมพันธ์กัน ทั้งๆที่วิชาที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับต่อไป การแยกเนื้อหาออกจากกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างการเชื่อมโยงที่ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ การเรียนที่เน้นการเชื่อมโยงจะทำให้นักเรียนมีพื้นฐานที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

สมบัติการแจกแจงนับเป็นตัวอย่างที่ดีของมโนคติทางคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงหลายเนื้อหาเข้าด้วยกัน สมบัติการแจกแจงมีบทบาทสำคัญในเรื่องของการคูณจำนวนเต็มบวก การคูณที่ตัวคูณมีเลขโดดถึง 3 หลัก เช่น 8×172 ทำให้ง่ายขึ้นโดยใช้สมบัติการแจกแจงได้ว่า $(8 \times 100) + (8 \times 70) + (8 \times 2)$ นอกจากนี้ สมบัติการแจกแจงยังช่วยนักเรียนในการหาพื้นที่แรเงา ซึ่งสมบัติการแจกแจงไม่ได้ใช้แค่แยกตัวประกอบและแทนค่าในประโยคพีชคณิตเท่านั้น แต่ยังนำไปใช้กับผลคูณเชิงสเกลาร์ในเวกเตอร์และเมตริกซ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในขั้นสูง ดังแสดงในภาพประกอบ 5



$$\text{Area} = (22)(12) - 2[(6)(3) + (3)(1)]$$

ภาพประกอบ 5 การใช้สมบัติการแจกแจงหาพื้นที่แรเงา

ที่มา : Dossey, John A , et al. (2002). Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom. A Contemporary Approach to Teaching Grad 7-12. p.82

นักเรียนต้องรู้จักและเริ่มการสร้างการเชื่อมโยงตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ครูอาจชี้แนะให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงเรขาคณิตในระบบพิกัดฉาก โดยให้พิสูจน์ว่า เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานตัดกันและแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน สามารถใช้วิธีการหาจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมทั้งสอง เพื่อพิสูจน์ข้อความดังกล่าว ครูสามารถแนะนำกระบวนการเชื่อมโยงให้กับนักเรียน โดยการให้งานที่ครูออกแบบขึ้น ซึ่งเป็นงานที่แสดงการเชื่อมโยงกับมโนคติของเรื่องที่เคยเรียนมาแล้ว เช่น การสำรวจลำดับฟีโบนัชชี (Fibonacci Sequence) 1,1,2,3,5,8,13,... สามารถเชื่อมโยงกับแบบรูปและฟังก์ชันก่อกำเนิดเมื่อตรวจสอบต่อไปก็นำไปสู่ความรู้เรื่องอัตราส่วนของสี่เหลี่ยมมุมฉากทอง และประยุกต์เข้ากับงานศิลปะ โลกของการออกแบบ การเชื่อมโยงกับวิชาต่างๆ ในคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545: 33; อ้างอิงจาก NCTM. 1991.) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิตและตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมาย

2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์

สังคมศาสตร์ กีฬาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้หรือความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

กรมวิชาการ (2544: 20) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยง คือ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นจำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องเซตในการให้คำจำกัดความบทนิยามในเรื่องต่างๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามลำดับในรูปฟังก์ชัน

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวถึง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์ มี 3 ประเภท ดังนี้

- 1) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
- 2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
- 3) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่นๆ

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ที่เกิดจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ และสามารถนำแนวคิด เนื้อหาและหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตประจำวัน

3.2 มาตรฐานการเชื่อมโยง

สภาคุศคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64-66) ได้กำหนดมาตรฐานการเชื่อมโยง (Connection Standard) ไว้ดังนี้

โปรแกรมการสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 มุ่งให้นักเรียนสามารถ

- 1) เข้าใจและรู้จักใช้การเชื่อมโยงความรู้ความคิดทางคณิตศาสตร์

สำหรับความสำคัญของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ครูสามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มาให้เป็นส่วนหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะคิดว่าคณิตศาสตร์แต่ละเนื้อหาไม่มีความสัมพันธ์กัน

จากความคิดที่ว่าความคิดทางคณิตศาสตร์ถูกสอดแทรกอยู่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกๆระดับชั้น อาจจะเริ่มตั้งแต่เข้าเรียนและต่อเนื่องไปในทุกๆ เนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์ นักเรียนสามารถเข้าใจในแบบรูปของคณิตศาสตร์ในทุกๆ การเรียนรู้ของเขาไม่ว่าจะเป็นจังหวะดนตรีที่เขาร้อง รูปหกเหลี่ยมในรวงผึ้ง และการนับจำนวนครั้งที่นักเรียนกระโดดเชือกได้เมื่อนักเรียนเลื่อนชั้นขึ้นไปเรียนในเกรด 3-5 เนื้อหาคณิตศาสตร์จะเป็นนามธรรมมากขึ้น นักเรียนจะมองเห็นการเชื่อมโยงระหว่างการเดินทางเลขคณิต เช่น การคูณก็เหมือนเรรวกจำนวนนั้นซ้ำๆกัน เมื่อนักเรียนเห็นการเดินทางทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่ต่าง ๆ กันแล้ว นักเรียนใน

ระดับนี้ก็สามารถที่จะสรุปได้ในขั้นตอนต่อมาและจะมองเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นการฝึกการเชื่อมโยงทางความคิด ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงทั้งในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และรวมไปถึงการเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาอื่นๆในชีวิตประจำวันอีกด้วย

ถึงแม้ว่าในช่วงที่เรียนตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ครูจะพยายามเชื่อมโยงความคิดของนักเรียนเสมอด้วยคำถามที่ว่า “ปัญหาแบบนี้เหมือนกับที่เคยเรียนผ่านมาแล้วอย่างไร” ซึ่งจะเป็นการนำประสบการณ์การเรียนรู้ที่เคยเรียนผ่านมาแล้วมาต่อยอด เพื่อนำไปใช้กับสถานการณ์การแก้ปัญหาใหม่ๆ นักเรียนในระดับประถมศึกษาสามารถนำความรู้เรื่องการบวกเลขจำนวนเต็มไปประยุกต์ใช้กับการบวกเลขทศนิยมหรือเศษส่วน นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตระหนักและเข้าใจสามารถเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความคิดเดียวกันได้ เช่น ในเรื่องอัตราส่วนใช้ในการนำเสนออัตราการเปลี่ยนแปลงเพื่อหาความเอียงหรือความชันของเส้นตรง และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามารถเชื่อมโยงความคิดทางพีชคณิตและเรขาคณิตได้

กิจกรรมบางอย่างสร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการเชื่อมโยงโดยเฉพาะ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางกับเส้นรอบวงของวงกลม ซึ่งกิจกรรมนี้สามารถเรียนรู้ได้จากการนำวัตถุที่เป็นวงกลมหลายๆแบบมาวัดเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางเพื่อหาความสัมพันธ์ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอาจจะนำข้อมูลมาเขียนกราฟ 2 ตัวแปร คือ เส้นรอบวง (c) และเส้นผ่านศูนย์กลาง (d) จากการดำเนินการนี้ นักเรียนเห็นว่าจุดที่อยู่บนเส้นตรงจะผ่านจุด (0,0) และอัตราส่วนของ c/d คงที่เมื่อเฉลี่ยค่าของ c/d ซึ่งอยู่ระหว่างค่า 3.1 -3.2 ซึ่งเป็นค่าประมาณของ π นั่นเอง ปัญหานี้ได้้นำแนวคิดในเรื่องของการวัด การวิเคราะห์ข้อมูล เรขาคณิต พีชคณิตและจำนวนมาใช้

2) เข้าใจถึงวิธีการเชื่อมโยงแนวความคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

ความก้าวหน้าของนักเรียนเกิดจากการสังสมประสบการณ์จากการเรียนคณิตศาสตร์ความสามารถในการมองเห็นความเกี่ยวข้องกันของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ควรมีเพิ่มมากขึ้น นักเรียนในระดับอนุบาลถึงเกรด 2 ได้เข้าใจในเรื่องการนับ จำนวนและรูปร่าง ในระดับชั้นประถมศึกษา นักเรียนจะพบการดำเนินการต่างๆ ทางเลขคณิต นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้พบตัวอย่างในเรื่องจำนวนตรรกยะ สัดส่วนและความสัมพันธ์เชิงเส้น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเตรียมพร้อมที่จะค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างความคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องต่างๆดังตัวอย่าง เช่น การหาปริมาตรของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมยอดตัด ซึ่งจะนำมาเป็นแนวทางในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูได้

3) เข้าใจและแนะนำคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้

การเรียนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นถือได้ว่าเป็นประสบการณ์ที่จะนำมาเป็นโอกาสในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาใน

ชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลถึงเกรด 2 นักเรียนสามารถเรียนพื้นฐานคณิตศาสตร์ได้จากการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง พอขึ้นมายุกระดับเกรด 3-5 นักเรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยนำไปประยุกต์กับวิชาอื่นๆ และขยายแนวคิดดังกล่าวไปสู่การเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนจะมีความมั่นใจในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะอธิบายการประยุกต์ที่ซับซ้อนขึ้น

การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ถือเป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งคณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ แพทย์ศาสตร์ และพาณิชยกรรม การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่ใช่เป็นเพียงการเชื่อมโยงเฉาะเนื้อหาเท่านั้น แต่รวมไปถึงการเชื่อมโยงทางกระบวนการ โดยกระบวนการและเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์จะก่อให้เกิดวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างการประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เป็นเรื่องที่นักเรียนเกรด 11 ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแห่งหนึ่งได้ไปฝึกงานกับบริษัทซีวีเอสคอปอเรชั่น ซึ่งกำลังขยายงานด้วยการตั้งสาขาใหม่ในย่านบอสตัน แม่นักเรียนจะพบว่าบริษัทไม่ได้คำนึงถึงแต่เฉพาะยอดขายที่จะได้ในอนาคตในการหาทำเลที่ตั้งร้านเท่านั้น แต่นักเรียนยังรับรู้เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น และได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญในแผนกต่างๆ ของบริษัท นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรและข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เพื่อกำหนดความต้องการของตลาด และปรึกษากับพนักงานในบริษัทเพื่อกำหนดทำเลที่ตั้งของร้านสำหรับการเปิดร้านใหม่ นักเรียนได้ทำงานร่วมกับสถาปนิกในการออกแบบร้านและทำงานร่วมกับพนักงานบัญชีในการวางแผนในเรื่องการเงิน

โทมัส และ ซานเตียโก (Thomas and Santiago. 2002: 484) กล่าวถึงมาตรฐานการเชื่อมโยงปี 1989 และ 2000 ว่าในปี 1989 มาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผล มาตรฐานการเชื่อมโยงได้กำหนดไว้อย่างมีความหมายเป็น 1 ใน 4 ของมาตรฐานด้านกระบวนการที่เชื่อมต่อกันเพื่อการผ่านระดับช่วงชั้นทั้งหมดแต่ละกลุ่มอนุบาล ถึงเกรด 4 , เกรด 5 ถึงเกรด 8 และเกรด 9 ถึงเกรด 12 ลักษณะเฉพาะของหลักสูตรจะส่งเสริมให้การเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์เป็นการพิสูจน์ว่าระดับช่วงชั้นที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มความลึกซึ้งในการสร้างการเชื่อมโยงให้มากขึ้น ในระดับอนุบาลถึงเกรด 4 เน้นการกำหนดนึกถึงความสัมพันธ์ การสร้างการเชื่อมโยงในคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยให้พวกเขาเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ ในเกรด 5 - 8 การสังเกตการณ์เชื่อมโยงคณิตศาสตร์เป็นการเน้นถึงจุดมุ่งหมายอย่างกว้าง ๆ ของนักเรียน เทคนิคการเขียนภาพให้ได้สัดส่วนอย่างเห็นด้วยตาจริงในวิชาคณิตศาสตร์เหมือนกับการรวบรวมสิ่งทั้งหมด

หลักสูตรที่สนับสนุนนักเรียนในเกรด 9 - 12 มีความสำคัญต่อการสืบสวนของการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ต่อไปถึงการรวบรวมความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อคณิตศาสตร์และการประยุกต์ หลักการและมาตรฐานขั้นสูง มาตรฐานการเชื่อมโยงตลอดจนหลักสูตร เป็นตัวบ่งชี้ที่มากกว่าการเข้าใจ(หยั่งรู้) จุดสนใจ และการเชื่อมโยงกันเป็น 1 ใน 5 ของมาตรฐานด้านกระบวนการ มาตรฐานการเชื่อมโยงนิยามอย่างชัดเจน เป็น 1 ในกลุ่มของเกณฑ์ สำหรับนักเรียน

ระดับอนุบาล - เกรด 12 ในแผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้จากระดับอนุบาล - เกรด 12 ควรจะให้นักเรียนสามารถ

1. ตระหนัก และรู้จักเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์
2. เข้าใจถึงวิธีการคิดด้านคณิตศาสตร์ เชื่อมระหว่างกันและการสร้างอีกสิ่ง เพื่อปะติดปะต่อโดยใช้เหตุผล

3. ตระหนักและรู้จักประยุกต์คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543: 17) กล่าวว่า มาตรฐานการเชื่อมโยงที่สภาครูคณิตศาสตร์ แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้จัดทำการพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานและการวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1989 (พ.ศ. 2532) ไว้ ดังนี้

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections)

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

- 1) ตระหนักของความสำคัญของการเชื่อมโยง และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
- 2) สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
- 3) ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอด จนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณาปัญหาวิธีต่าง ๆ ได้
- 4) สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆได้

กรมวิชาการ (2545: 26-27) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 6) กล่าวถึง มาตรฐานการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆได้ สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ไว้ดังนี้

- 1) เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ
- 2) นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ ไปประยุกต์ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และในการดำรงชีวิต

3.3 การพัฒนาทักษะ / กระบวนการเชื่อมโยง

วรารักษ์ มีหนัก (2545: 35) ได้นำเสนอเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ มีดังนี้

- 1) มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- 2) มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยงกับสถานการณ์หรืองานอื่นๆที่ต้องการเป็นอย่างดี
- 3) มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างความรู้และทักษะ / กระบวนการที่มีในเนื้อหา กับงานที่เกี่ยวข้องด้วย
- 4) มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความสัมพันธ์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย
- 5) มีความเข้าใจในการแปลความหมายของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นไปได้ หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้น อย่างสมเหตุสมผล

ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหาสอดคล้องในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน

ตัวอย่าง การเชื่อมโยงกำหนดสถานการณ์ปัญหาดังนี้

บริษัทก่อสร้างต้องการที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้างในราคาประหยัดและมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาเช่าที่ดินทั้งแปลงเดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่า โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาทต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างดำรง ผู้เรียนจะตกลงเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การนำเสนอเฉพาะคำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อแนวคิดและเหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ด.ช. ก่อ ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายปีละ 84,000 บาท
($7,000 \times 12 = 84,000$) และได้ที่ดินมากกว่าที่กำหนดไว้อีก 1 งาน

ด.ญ. นิตยา ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนางล้วน ซึ่งคิดค่าเช่า 2 ไร่ หรือ 800 ตารางวา เป็นเงิน 80,000 บาทต่อปี ซึ่งเป็นราคาเช่าที่ถูกกว่าเช่าที่ดินของนายบุญ

ด.ญ. นุช ตอบว่า ควรเช่าที่ดินของนายบุญ ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปี แล้วจะจ่ายเพียงตารางวาละ 93 บาท ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีก ในประเด็นที่ว่าในชีวิตจริงแล้ว ก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนไม่พิจารณาค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจากบริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้น สามารถนำความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล ความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรม หรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101-102) กล่าวถึง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงอาจเริ่มต้นง่าย ๆ จากการเชื่อมโยงสองประเภทแรก คือ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ดังตัวอย่างของกิจกรรมเพื่อฝึกการเชื่อมโยงต่อไปนี้

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าจะเสนอทางราชการให้ตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่าการมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่

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

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.

หน้า 101

1) จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกล จากจุดตรวจกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด

2) มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงนั้นถูกแทรกซึมอยู่ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ของคนเรานั้นความคิดจะถูกเชื่อมโยงอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้เก่าเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ๆ การเชื่อมโยงความรู้จากชีวิตจริงมาใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากห้องเรียนไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น การจัดการเรียนการสอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางด้านการเชื่อมโยง จำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาสอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอเพื่อเปิดกว้างให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งได้นำความรู้เนื้อหาสาระและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ที่อาจจะเป็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเป็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่องและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3.4 ลักษณะการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

นัทเซาลัส (เทอดเกียรติ วงศ์สมบุญ. 2547: 38; อ้างอิงจาก Natsaulas. 1993: 364-370) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงระหว่างรูปสมมาตร (Symmetry Groups) ในคณิตศาสตร์ กับศิลปะและประวัติศาสตร์ว่า ที่ผ่านมามีการนำเอาวัฒนธรรมจากที่ต่างๆ มาเป็นต้นแบบในการผลิตและออกแบบสิ่งประดับและตกแต่งต่างๆ หรือเป็นภาพสัญลักษณ์ของพิธีการหรือสัญลักษณ์ทางศาสนา ซึ่งหลายอย่างก็กล่าวมาเป็นคณิตศาสตร์โดยธรรมชาติ มีภาพที่สร้างมาจากการสะท้อนและการหมุนภาพบนระนาบ ดังนั้นประวัติศาสตร์และการผสมผสานทางศิลปะ ทำให้นักเรียนได้ศึกษาการสะท้อนและการหมุนภาพบนระนาบได้ เช่นเดียวกับมโนคติของรูปสมมาตร การศึกษารูปสมมาตรเพื่อให้เชื่อมโยงกับศิลปะและประวัติศาสตร์ ส่งเสริมความเข้าใจในการสร้างภาพบนระนาบและแสดงโครงสร้างพื้นฐานของพีชคณิตและเรขาคณิต

โอคอนเนอร์ (O'Connor. 2003: 38-40) ได้กล่าวถึง การเชื่อมโยงวิชาพีชคณิตกับวิชาเคมี เขาอธิบายขั้นตอนที่เขาทำไปสู่การสร้างสรรค์ร่วมกันระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีและวิชาพีชคณิต ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่หลักสูตรพีชคณิตกับหัวข้อที่สอนในวิชาเคมี แม้ว่าการสอนจะราบรื่นก่อนที่จะพัฒนาการรวมหลักสูตรเคมีและพีชคณิต นักเรียนและผู้ร่วมงานมีการดำเนินความพยายามที่จะรวมความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนสำคัญในการนำไปสู่การขยายเป้าหมายตอนต้นให้นักเรียน มีการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในทั้งสองวิชา

ดวงเดือน อ่อนนวม และคณะ (2547: 50) กล่าวถึง ลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นไปได้หลายลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน

2 ประเด็นคือ รูปสามเหลี่ยมเป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณความยาว ดังนั้น สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมคือ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่างๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบ เป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละสัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลายๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเอง ก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐานหลายๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคิดคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัด เด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่างๆ จะมาบวกลบกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้น ถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกันก่อน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สำรวจ สืบค้น เกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 104) กล่าวว่า ชีลด์ และสวินสัน (Shield & Swinson, 1996) ได้เสนอแนวคิดในการใช้เอกสารเชื่อมโยง (Link Sheet) เป็นเครื่องมือในการฝึกการสื่อสาร โดยให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเข้าใจออกมาในรูปของการเขียน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับทราบ เอกสารดังกล่าวนอกจากจะใช้ฝึกทักษะการสื่อสารแล้วยังอาจใช้เพื่อฝึกทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ด้วย เนื่องจากมีส่วนหนึ่งให้ผู้เรียนยกตัวอย่างในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน

จากการศึกษาค้นคว้าข้างต้นสรุปได้ว่า การเชื่อมโยงมีลักษณะหลากหลายแล้วแต่สถานการณ์และโอกาสที่จะเอื้ออำนวยว่าการเชื่อมโยงแบบใดเหมาะสมที่สุด ซึ่งสรุปเป็นลักษณะได้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หมายถึง การนำความรู้ เนื้อหา หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง การนำความรู้เนื้อหาหลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

3.5 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ลอว์สัน; และ ชินแนพเพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26-43) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียน และศึกษาต่อไปถึงตัววัดความสามารถด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ระหว่างผู้เรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่า และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ผู้สอนจัดตามแผนการสอนมาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัววัดความสามารถในการเชื่อมโยงมีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหา สูงกว่าตัววัดความสามารถด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลกับผู้สอนในการหาวิธีการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพได้

ไคล์; และคนอื่นๆ (Kyle; et al. 2001: 80-86) ได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน โดยใช้วิธีเข้าไปเยี่ยมครอบครัวของผู้เรียน ใช้การพูดคุยแบบไม่เป็นทางการและการสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง หลังจากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลและจัดรูปแบบของสิ่งที่ผู้เรียนสนใจและทักษะการปฏิบัติของแต่ละครอบครัว ซึ่งบางอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน เกษตรการเลี้ยงสัตว์ การฝีมือ การดูทีวี และการทำอาหาร หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลนั้นมาพัฒนาเป็นปัญหาที่มีความหลากหลายและมีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน แล้วนำมาให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองของผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหา คณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น จากที่เคยคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยากและช่วยให้ผู้สอนสามารถนำความรู้ที่บ้านของผู้เรียนมาช่วยส่งเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้วไคล์ และคณะ ยังเชื่อว่าการให้ผู้เรียนได้ทำงานที่มีความหมาย การให้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการส่งเสริมความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมอย่างสุดความสามารถ ถ้าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้นได้เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา ความรู้และทักษะที่ครอบครัวเขาสนใจ

แพนดิสซิโอ (Pandiscio. 2002: 216-221) ได้สำรวจการโยงมโนเมติกการพิสูจน์กับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เรขาคณิตของนักศึกษาฝึกสอน โดยให้นักศึกษาฝึกสอน 4 คน (ชาย 2 คน หญิง 2 คน) แก้ปัญหาเรขาคณิตที่ไม่คุ้นเคยโดยใช้พื้นฐานมโนเมติกของยูคลิดจำนวน 2 ข้อ ให้สร้างการพิสูจน์ตามรูปแบบที่ให้ผลออกมาเป็นรูปแบบกรณีทั่วไป และให้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทาง

เรขาคณิต ผลปรากฏว่านักศึกษาฝึกสอนทั้ง 4 คน ยอมรับว่า แม้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางเรขาคณิตจะไม่ได้ช่วยพิสูจน์แต่ก็เป็นเครื่องมือช่วยสร้างความรู้สึก(Senses) ให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ในปัญหาหรือทฤษฎีบทเพื่อนำไปใช้ในการพิสูจน์ได้

นิโคล; และ เครสโป (Nicol; & Crespo. 2005: 240-251) ได้ศึกษา การค้นหาคณิตศาสตร์จากสถานที่ทางจินตนาการ โดยการทบทวนหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ การศึกษาดังกล่าวมีความมุ่งหมายที่จะแลกเปลี่ยนความคิด เพื่อที่จะหาหนทางในการทำให้คณิตศาสตร์มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ไม่เพียงแต่เข้าใจในเรื่องทักษะ วิธีการ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ยังเป็นการทำให้ผู้เรียนมีความเฉลียวฉลาดในการคิดมากยิ่งขึ้น มีการใช้คณิตศาสตร์มาประยุกต์กับชีวิตประจำวัน และมีความเห็นเรื่องการเรียนคณิตศาสตร์ภายในโรงเรียนที่ต้องเชื่อมโยงกับงานต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันตามความหลากหลายของอาชีพ เช่น ช่างไม้ ชาวประมง คำขาย ซึ่งแต่ละอาชีพสามารถนำความรู้มาใช้ในการคำนวณและแก้ไขปัญหาในชีวิต งานชิ้นนี้ได้อ้างอิงถึงสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนนำเอาหลักการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในชีวิตจริง ผลการศึกษาเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าแบบทดสอบทางจินตนาการเป็นตัวเสนอถึงโอกาสในการใช้สติปัญญาและอารมณ์ ความรู้สึกที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งจากการเรียนคณิตศาสตร์ นี่คือรูปแบบของการรวมกลุ่มกันที่จะให้คุณค่ากับการศึกษาทางคณิตศาสตร์ การทำให้คณิตศาสตร์เป็นที่น่าสนใจต่อผู้เรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน การศึกษาทำให้มีการสำรวจคำถามว่าอะไรที่ทำให้คณิตศาสตร์มีความหมายต่อผู้เรียน และหาแนวทางที่ทำให้มีการพัฒนาต่อไปและทำให้อยู่ในรูปแบบที่สละสลวยที่จะช่วยให้การสอนเข้าถึงความท้าทายและคุณภาพของการทำงานร่วมกันของผู้เรียนด้วยความแตกต่างของชนิดของบทเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้เห็นถึงความตั้งใจของรูปแบบของการรวมตัวในการศึกษาทางสติปัญญาและอารมณ์

เกนส์เบิร์ก (Gainsburg. 2007: online) กล่าวว่า คณิตศาสตร์ศึกษาจะเน้นความสำคัญเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันในการเรียนการสอน สิ่งตีพิมพ์ที่มีอยู่บ่งบอกถึงสภาพความเป็นจริงในห้องเรียนที่มีการฝึกฝนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันไม่บ่อยครั้งนัก และทำอย่างเร่งรีบ แต่ในการเรียนสองถึงสามครั้งจะมีการเน้นเฉพาะเพื่อสอบ ฉะนั้น ทำอย่างไรที่ครูจะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสำรวจครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมจำนวน 62 คน ในเรื่องความเข้าใจและการประยุกต์ใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันจุดมุ่งหมายของงานวิจัยคือ การสร้างการเชื่อมโยงในการสอน และปัจจัยที่สนับสนุนและผลักดันให้มีการฝึกฝนการเชื่อมโยง ผู้วิจัยสังเกตครู 5 คน ในการใช้การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันภายในห้องเรียนและติดตามผลโดยการสัมภาษณ์ครู ผลการวิจัยพบว่าการสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นสิ่งสำคัญซึ่งเป็นดังที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น และสนับสนุนสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวกับจะทำอย่างไรในการช่วยเหลือนักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันในการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ศศิธร แก้วรักษา (2547: 59) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่องสถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

รัชดา ยাত্রา (2549: 66) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประชากรเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิลลา ดลภาค (2549: 62-63) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พร้อมทั้งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทรมิตรวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สามารถสอบผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของผู้เรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรางคณา ยาหยี (2549: 117) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก จำนวน 44 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 96.88/97.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการสอนโดยชุดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิมล อยู่พิพัฒน์ (2551: 71) ได้ศึกษาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไทรโยค มณีกาญจน์วิทยา จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่องการวัด สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุคนธ์ธรา ธรรมพุกโท (2552: 126) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเป็นไปได้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มมีผลการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง ทั้งการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน การเชื่อมโยงกับศาสตร์ต่าง ๆ และการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างชัดเจน ลึกซึ้งและคงทน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน และผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) มาจากคำว่า "Aptus" ในภาษาละติน แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม (Allport. 1967: 3) ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายต่างๆ ดังนี้

เธอร์สตัน (Thurston. 1967: 479) อธิบายว่า เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาชนิดหนึ่งที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ง่ายแต่เน้นความโน้มเอียงทางจิตภายใน แสดงให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง เจตคติเป็นเรื่องราวของความชอบไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก และความเชื่อมั่นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

กู๊ด (Good. 1973: 480) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่งทั้งทางดีและไม่ดี หรืออาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคล เช่น รัก เกลียด กลัว ไม่พอใจต่อสิ่งนั้นๆ

ซิมบาร์โด และคนอื่นๆ (Zimbardo; et al. 1977: 19-20) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความพึงพอใจและไม่พึงพอใจ ความชอบและไม่ชอบที่บุคคลมีต่อบุคคล กลุ่ม สังคม สถานการณ์ วัตถุหรือแนวคิด และถ้ามีสถานการณ์ใดๆ เกิดขึ้น บุคคลเพียงแต่มีความรู้สึกต่อสิ่งนั้น โดยไม่จำเป็นต้องร่วมมือด้วยก็ถือได้ว่ามีเจตคติต่อสิ่งนั้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2525: 237) ให้ความหมายว่า หมายถึง ท่าที ความรู้สึก แนวความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

บุญธรรม กิจปรีดาปริสฐิ (2535: 45) ให้ความหมายของเจตคติ หมายถึง กิริยาท่าทีรวมๆ ของบุคคลที่เกิดจากความโน้มเอียงของจิตใจและแสดงออกต่อสิ่งหนึ่งๆ ทั้งในด้านบวกและด้านลบ

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2536: 246) ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นอักษณาสัยหรือความโน้มเอียงที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งคน วัตถุ สิ่งของ หรือความคิด และอาจเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ คือถ้าเจตคติในทางบวกก็มักจะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติในทางลบก็จะหลีกเลี่ยง

พรณี ช. เจนจิต (2538: 288) ได้อธิบายว่า เจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึก ทั้งพอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป บุคคลจะมีเจตคติที่ดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งใดนั้น บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่ง เจตคติของบุคคลมีแนวโน้มที่จะขึ้นอยู่กับค่านิยมของคนนั้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 208) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจของเราต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มักจะเกิดขึ้นเมื่อเรารับรู้ หรือประเมินผู้คน เหตุการณ์ในสังคม เราจะเกิดอารมณ์ความรู้สึกบางอย่างควบคู่ไปกับการรับรู้ และส่งผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของเรา ดังนั้น เจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายนอกที่อาจสังเกตได้ หรือพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยง่าย แต่มีความโน้มเอียงที่จะเป็นพฤติกรรมภายในมากกว่าพฤติกรรมภายนอก

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง การแสดงออกทางความรู้สึก ความคิดเห็นของเราที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยอาจเปลี่ยนแปลงไปในทางบวกหรือทางลบ และเจตคตินี้สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าเรามีเจตคติเชิงบวกก็จะแสดงออกในลักษณะความชอบ ความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย อยากทำ อยากปฏิบัติ อยากได้ และอยากใกล้ชิดสิ่งนั้น แต่หากเรามีเจตคติเชิงลบก็จะแสดงออกในลักษณะความเกลียด ไม่พึงพอใจ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วย ซึ่งอาจทำให้เราเกิดความเบื่อหน่ายหรือต้องการหนีห่างจากสิ่งเหล่านั้น

4.2 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์ และไรท์ (Shaw; & Wright. 1967: 13-14) ได้กล่าวเกี่ยวกับ ลักษณะของเจตคติพอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเป็นผลมาจากการที่บุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้า แล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรม
2. เจตคติของบุคคลจะแปรค่าได้ทั้งทางบวกและทางลบ
3. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าจะมีมาตั้งแต่เกิด หรือเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในตัวบุคคลหรือบุคลิกภาพ
4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม
5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าที่เป็นกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน
6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนแปลงได้

ไทรแอนดิส (Triandis. 1971: 3) ได้สรุปลักษณะเจตคติไว้ ดังนี้

1. เจตคติเป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลทำให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิด แต่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลนั้นเกี่ยวข้อง
3. เจตคติมีความหมายที่อ้างอิงถึงตัวบุคคลหรือสิ่งของเสมอ นั่นคือเจตคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวตนและสามารถอ้างอิงได้

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523: 45) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมเชิงภาวะสันนิษฐาน (Hypothetical Construct) เพราะไม่สามารถสังเกต หรือวัดได้โดยตรงอย่างชัดเจนเหมือนพฤติกรรมประเภททักษะหรือมโนทัศน์ ซึ่งการวัดลักษณะเจตคติมีการอาศัยการประเมินที่สลับซับซ้อนและสรุปสันนิษฐาน(Inference) เอาจากการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ การเลือกของบุคคลหรือพฤติกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง และเจตคติเกิดจากการเรียนรู้มีใช้ติดตัวมาแต่กำเนิดตามที่บางคนเข้าใจ

ส.วาสนา ประवालพุกษ์ (2542: 5) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นการเตรียมหรือความพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น จะเป็นเตรียมภายในของจิตใจมากกว่าภายนอกที่จะสังเกตเห็นได้
2. สภาวะของความพร้อมจะตอบสนองในลักษณะที่กล่าวในข้อ 1 นั้น เป็นลักษณะที่ซับซ้อนของบุคคลที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ จะเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับอารมณ์ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่อธิบายไม่ค่อยได้และบางครั้งไม่มีเหตุผล
3. เจตคติไม่ใช่พฤติกรรม แต่เป็นสภาวะทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิด และเป็นตัวกำหนดแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม
4. เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่แสดงออกมาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม

5. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ บุคคลมีเจตคติในเรื่องเดียวกันแตกต่างกันด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม ระดับอายุ ความเป็นปัญญา เป็นต้น

6. เจตคติมีความคงที่และแน่นอนพอควร แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

จากที่กล่าวมาพอจะสรุปลักษณะของเจตคติได้ว่า เจตคติ เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ไม่ได้มีมาตั้งแต่กำเนิด เจตคติจะต้องมีสิ่งเร้าจึงมีการตอบสนองขึ้น แต่ก็ไม่จำเป็นว่าเจตคติที่แสดงออกจากพฤติกรรมภายในและพฤติกรรมภายนอกจะตรงกัน เจตคติเป็นสภาพทางจิตที่มีผลต่อการคิด การกระทำและการแสดงออก สามารถถ่ายทอดไปสู่บุคคลอื่นได้และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

4.3 องค์ประกอบของเจตคติ

ไทรแอนดิส (Triandis. 1971: 3); ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523: 45-46); และ สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2532: 94) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้สอดคล้องกันดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ เพื่อเป็นเหตุผลที่จะสรุปความ และรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยในการประเมินค่าสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึกและอารมณ์ (Affective Component) เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า ต่างเป็นผลต่อเนื่องมาจากที่บุคคลประเมินค่าสิ่งเร้าแล้วพบว่าพอใจหรือไม่พอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ดีหรือเลวอย่างไร

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioural Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลประพฤติปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับจากการประเมินผล

สรุปได้ว่า เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดหรือบุคคลหนึ่งบุคคลใด ต้องประกอบด้วยทั้งสามองค์ประกอบเสมอ แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป โดยปกติบุคคลมักแสดงพฤติกรรมในทิศทางที่สอดคล้องกับเจตคติที่มีอยู่แต่ก็ไม่เสมอไปทุกกรณี ในบางครั้งเรามีเจตคติอย่างหนึ่งแต่ก็ไม่ได้แสดงพฤติกรรมตามเจตคติที่มีอยู่ก็มี

4.4 อิทธิพลที่มีต่อการเกิดและการเปลี่ยนเจตคติ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 265) กล่าวว่า การเปลี่ยนเจตคติขึ้นอยู่กับอิทธิพลต่อไปนี้

1. แหล่งข่าวสารรวมถึงผู้ให้ข่าวสาร ซึ่งเป็นแหล่งให้ความรู้ ถ่ายทอดความรู้สึกนึกคิดเจตคติ เช่น ผู้ให้ข่าวเป็นคนน่าเชื่อถือ เป็นผู้ที่น่ารักใคร่ เป็นบุคคลสำคัญ ก็จะเกิดการ

ถ่ายทอดความรู้สึกหรืออารมณ์ด้วย ตัวอย่างจากการโฆษณาชวนเชื่อของลัทธิการเมืองต่างๆ การเผยแพร่ศาสนา เป็นต้น

2. ผู้รับข่าวสาร ผู้รับข่าวสารจะถูกชักจูงให้เปลี่ยนเจตคติได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับสติปัญญา วิจารณ์ญาณ ความเชื่อมั่นในตนเองของผู้รับ ผู้รับเป็นผู้เชื่อง่ายก็จะเปลี่ยนได้ง่าย

3. ข่าวสารหรือสื่อที่ใช้ สื่อที่ใช้ในการได้ข่าวสารนั้นถ้าได้ทำบ่อยและซ้ำ พร้อมทั้งให้ความรู้สึกหรืออารมณ์ตรงกับผู้รับ ก็จะทำให้ผู้รับเปลี่ยนง่ายขึ้น

4. ปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ สภาพแวดล้อม เช่น เหตุการณ์ สถานการณ์ที่ทำให้ผู้รับรู้สึกว่าการอื่นได้เปลี่ยนเจตคติแล้วก็จะเกิดการเลียนแบบเอาอย่างขึ้น

สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติซึ่งเกิดจากอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ นั้น ไม่ว่าจะเป็นแหล่งข่าวสารรวมถึงผู้ให้ข่าวสาร ผู้รับข่าวสาร ข่าวสารหรือสื่อที่ใช้ หรือปัจจัยอื่นๆ เมื่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างกันไปย่อมโน้มน้าวให้เจตคติเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปด้วย

4.5 ประโยชน์ของการวัดเจตคติ

ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 54-55) ได้สรุปประโยชน์ของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นคำย่อของการอธิบายความรู้สึกยาวๆ กลุ่มพฤติกรรมต่างๆ ได้มา เช่น จะพูดว่าเรามีเจตคติดีต่อครอบครัว มีความหมายถึงเขารักครอบครัวใช้เวลามากอยู่กับครอบครัว มีความสุขใจที่ได้อยู่กับครอบครัว เห็นพ้องต้องกันกับความคิดของครอบครัว ฯลฯ จะเห็นว่าแค่คำเดียวว่าเจตคติดีเท่านั้น จะมีความหมายคลุมมากมาย

2. เจตคติใช้พิจารณาเหตุของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งอื่น หรือมีต่อเป้าเจตคติของคนนั้น นั่นคือรู้เจตคติของคนสามารถส่งเสริมหรือยับยั้งสิ่งที่เขาแสดงออก

3. เจตคติสามารถมองสังคมได้ เพราะเจตคติเป็นสิ่งที่คงเส้นคงวา พฤติกรรมของบุคคลที่จะแสดงออกจากเจตคติจึงสามารถนำมาอธิบายความคงเส้นคงวาของสังคมได้

4. เจตคติมีความดีงามในตัวเอง เจตคติของคนที่มีต่อเป้าเจตคติของคนรอบๆ ตัวเองสะท้อนให้เห็นโลกทัศน์ของคนๆ นั้น มีคุณค่าในการศึกษาจุดมุ่งหมาย

5. จากที่รู้ว่าเจตคติเกิดจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการให้การศึกษาก็เพื่อให้เกิดเจตคติที่ดีงามตามสังคม จึงต้องศึกษาสัญชาติญาณและปรับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มีเจตคติของคนตามที่ต้องการ

6. ในสาขาสังคมวิทยา นักสังคมวิทยาหลายคนให้ความเห็นว่า เจตคติเป็นศูนย์รวมความคิดและเป็นฐานของพฤติกรรมสังคม การจะปรับระบบกลไกของสังคมจึงควรเปลี่ยนแปลงเจตคติของแต่ละบุคคล

4.6 มาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert's Scale)

มาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท กำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉยๆ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุในมาตรวัด ประกอบด้วยข้อความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอยท์กัน ข้อความเหล่านี้ก็อาจมีประมาณ 18-20 ข้อความ การกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือกกระทำภายหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธี Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 107-108)

การสร้างมาตรวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษาว่าต้องการศึกษาเจตคติของใครที่มีต่อสิ่งใด
2. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นให้แจ่มชัด เพื่อให้ทราบว่าเป็น Psychologica Object นั้น ประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง
3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญๆ ของสิ่งที่จะศึกษาให้ครบถ้วนทุกแง่มุม และต้องมีข้อความที่เป็นไปในทางบวกและทางลบมากพอต่อการที่เมื่อนำไปวิเคราะห์แล้วเหลือจำนวนข้อความที่ต้องการ
4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้น ซึ่งทำได้โดยผู้สร้างข้อความเอง และนำไปให้ผู้มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนลักษณะการตอบกับข้อความที่สร้างว่าสอดคล้องกันหรือไม่เพียงใด เช่น พิจารณาว่าควรจะให้ตอบว่า “เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉยๆ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” หรือ “ชอบมากที่สุด ชอบมาก ปานกลาง ชอบน้อย ชอบน้อยที่สุด” เป็นต้น
5. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้อีกครั้งหนึ่ง และเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่นๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของมาตรวัดเจตคติทั้งหมดด้วย
6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปนิยมใช้คือ กำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4) สำหรับข้อความทางลบ ซึ่งการกำหนดแบบนี้เรียกว่า Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า มาตรวัดเจตคติของลิเคิร์ท กำหนดช่วงความรู้สึกออกเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งทางบวกและทางลบ แล้วมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก ก่อน

นำไปใช้จริงจะมีการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่งก่อน เพื่อตรวจสอบความชัดเจนและคุณภาพด้านอื่นๆ

4.7 เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาและการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา คือเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ถ้าสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ ย่อมจะช่วยให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น วิลสัน (Wilson. 1971a: 685-689) ได้แบ่ง ลักษณะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางด้านดีและไม่ดี เกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น
3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปโดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่างๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อตนทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว
4. ความวิตกกังวล เป็นภาวะที่มีความวิตกกังวล หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียมอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน
5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

ไอคิน (Aiken. 1979: p. 229-234) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็น 4 ลักษณะ คือ ความเพลิดเพลิน แรงจูงใจ ความสำคัญ และความเป็นอิสระจากความกลัวในวิชาคณิตศาสตร์ แต่ก็มีผู้เรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 168-169)

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกันไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่ง จะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักหนึ่จากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้

2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งทีล่อใจ

3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ คือความคิดเห็นความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และส่งผลเป็นพฤติกรรมทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งถ้านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ก็จะทำให้นักเรียนมีความสนใจ ความพยายาม มีแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง แต่ถ้ามีเจตคติที่ไม่ดีก็จะทำให้มีผลตรงกันข้าม ดังนั้น จึงจะเห็นได้ว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญมาก

4.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บราวน์ และ โฮลซแมน (Brown and Holtzman. 1976: p.4) ได้ศึกษาพบว่า

1. เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เพราะมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกัน

3. นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีเจตคติไปในทางลบจะได้คะแนนต่ำกว่าระดับคะแนนที่คาดหวัง ส่วนนักเรียนที่มีเจตคติไปในทางบวกจะได้คะแนนสูงกว่าระดับคะแนนที่คาดหวัง

คาเรน (Karen. 1998: 227) ได้ทำการศึกษา การประเมินผลงานของนักเรียนที่มีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 28 คน โดยนักเรียนแต่ละคนจะถูกประเมินชิ้นงานคณิตศาสตร์จำนวน 18 ชิ้นงาน โดยผู้ปกครองและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินแฟ้มผลงานเหล่านั้นด้วย ผลการวิจัยพบว่า ผู้ปกครองและนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการประเมินแฟ้มผลงาน มีนัยสำคัญทางสถิติเชิงบวก ซึ่งส่งผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ซูฮาร์โต (Soeharto. 1999: 3741) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเรียนรู้ด้วยวิธีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีผลต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) กับกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนอกจากนี้การทดลองที่ใช้วิธีการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ทำให้เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเปลี่ยนไป

งานวิจัยในประเทศ

รุ่งโรจน์ กิตติสัทธาธิก (2547: 58) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการของนักเรียนภายหลังการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัมมวัญ ธรรมใจ (2548: 66) ได้ทำการวิจัยศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เว็บประกอบการเรียนการสอน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เว็บประกอบการเรียนการสอน ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

ฐิตยา เกตุคำ (2551: 73) ได้ทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วิธีจัดหมู่ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วิธีจัดหมู่ มีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี (คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป) มีจำนวนร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เปี้ยทิพย์ เขาไขแก้ว (2551: 56) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการเรียนรู้ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น โดยใช้ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และเจตคติของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับเห็นด้วยมาก

สุจินดา เอี่ยมโอภาส (2552: 130) ได้ทำการวิจัยผลการใช้ชุดการเรียนรู้ “ Learning Mathematics Through English ” ที่เน้นทักษะการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องความน่าจะเป็น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ “ Learning Mathematics Through English ” สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปัทมา ภูระหงษ์ (2554: 77) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการประเมินแบบเสริมพลัง และมีเพศแตกต่างกัน รวมทั้งศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่ส่งผลร่วมกันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่มีเพศต่างกันมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเพศของนักเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่า เจตคติของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมาอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เวลาเดียวกัน ก็สามารถมีเจตคติไปในทางเดียวกันได้ โดยการสร้างเจตคติที่ดีนั้นสามารถสร้างได้ด้วยการจัดแผนการเรียนการสอนที่ดีให้เหมาะสมกับผู้เรียน มีการจัดกิจกรรมต่างๆ จัดสภาพแวดล้อมที่ดี ก็ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ไม่มากนักน้อย และยังส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 288 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน ได้มาจากการวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนละความสามารถนักเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. แบบรูปและความสัมพันธ์	จำนวน	3 คาบ
2. คำตอบของสมการ	จำนวน	1 คาบ
3. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	จำนวน	6 คาบ
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	จำนวน	5 คาบ
รวม	จำนวน	15 คาบ

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาในการทดลองสอน 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 15 คาบ ทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน 2 คาบ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และมาตรฐาน/ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 ศึกษาคู่มือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1.5 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งใช้ในการจัดการเรียนการสอน 15 คาบ ประกอบด้วยหัวเรื่องต่อไปนี้

1. แบบรูปและความสัมพันธ์	จำนวน	3 คาบ
2. คำตอบของสมการ	จำนวน	1 คาบ
3. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	จำนวน	6 คาบ
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	จำนวน	5 คาบ
รวม	จำนวน	15 คาบ

1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย

1.6.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

- (1) ด้านความรู้
- (2) ด้านทักษะ / กระบวนการ
- (3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.6.2 ความรู้พื้นฐาน

1.6.3 สารการเรียนรู้

1.6.4 กิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูเตรียมความพร้อมของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ อาจเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะของปัญหาอย่างกว้างๆ และกำหนดสิ่งที่ปัญหาที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และเกิดความสนใจที่จะดำเนินการเพื่อหาคำตอบ

2. ช้่นกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา โดยครูเสนอสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน

2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา สมาชิกกลุ่มจะต้องเสนอแนวคิดต่อปัญหาในแง่ของการกำหนดสิ่งที่ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา สิ่งที่ต้องการเรียนรู้ และจะต้องอธิบายถึงสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา เมื่อระบุปัญหาแล้วกลุ่มผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาประกอบด้วย ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า และวิธีการศึกษาค้นคว้า

2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้วสมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมจากภายนอกกลุ่ม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้ ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจสามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

2.5 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ภายในกลุ่มว่าความรู้ที่ได้มาีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด

2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตัวเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้งประกอบด้วยการเสนอผลงานหรือผลการแก้ปัญหา โดยจะเสนอแผนงานของกลุ่มทั้งหมด และจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในชั้นเรียนประเมินผลงานของกลุ่มอื่นๆด้วย ในขั้นนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนจะช่วยกันสรุปข้อมูลหรือความรู้ที่แต่ละกลุ่มได้ศึกษาค้นคว้าอีกครั้ง

3. ขั้นสรุป

ครูผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

1.6.5 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1.6.6 การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

1.6.7 บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ (ผลการสอน, ปัญหาและอุปสรรค, ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข)

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่อประธาน และกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขในเรื่องแก้ไขคำผิดและสัญลักษณ์ต่างๆ การใช้สื่อในการสอน ความเหมาะสมของเนื้อหา กับเวลาที่ใช้ในการสอน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงเรื่องการใช้ภาษาในการเขียนแผน

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้ง

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 ศึกษาหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลและประเมินผลวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้วนำไปเสนอประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ รวมถึงความครอบคลุมของคำถาม ซึ่งพิจารณาคัดเลือกจากดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - objective Congruence : IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 จำนวน 40 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเคยเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้วในปีการศึกษา 2555 จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.7 ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่นำไปทดลอง โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

2.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-52) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212) แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป จากนั้นเลือกแบบทดสอบจำนวนหนึ่ง เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ คัดเลือกตามเกณฑ์ได้ 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25 - 0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.28 - 0.79 (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

2.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ จังหวัดกรุงเทพมหานครจำนวน 100 คน ซึ่งเคยเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้วในปีการศึกษา 2555 เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ

Kuder-Richardson (ลัวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 197-198) พบว่า ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.70 (รายละเอียดในภาคผนวก ก) แล้วนำแบบทดสอบที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

- ข้อ (0) จำนวนถัดไปจากแบบรูป 1, 1, 2, 3, 5, 8 ตรงกับข้อใด
- | | | |
|-------|-------|--------|
| ก. 11 | ข. 12 | |
| ค. 13 | ง. 14 | ตอบ ก. |

- ข้อ (00) จำนวนในลำดับที่ 7 และ 10 ของแบบรูป 1, 3, 6, 10, 15, ... , 91 ตรงกับข้อใดตามลำดับ
- | | | |
|--------------|--------------|--------|
| ก. 21 และ 55 | ข. 28 และ 55 | |
| ค. 28 และ 56 | ง. 36 และ 66 | ตอบ ข. |

- ข้อ (000) จำนวนในวงเล็บ [] ในข้อใด ไม่ใช่ คำตอบของสมการที่กำหนดให้
- | | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------|
| ก. $10 + x = 25$ [15] | ข. $-27 = y - 18$ [-9] | |
| ค. $\frac{m}{2} - 1 = 14$ [30] | ง. $5n + 1 = 2 + 5n$ [0] | ตอบ ง. |

- ข้อ (0000) ครูซื้อสมุดมาจำนวนหนึ่ง นำมารวมกับสมุดที่มีอยู่เดิมอีก 126 เล่ม แจกให้นักเรียน 47 คน คนละ 6 เล่ม ปรากฏว่าแจกได้พอดี ครูซื้อสมุดมาก็เล่ม
- | | | |
|-------------|-------------|--------|
| ก. 282 เล่ม | ข. 196 เล่ม | |
| ค. 156 เล่ม | ง. 148 เล่ม | ตอบ ค. |

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน

3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการศึกษาแนวคิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 168-208) แล้วนำหลักการวัดและเกณฑ์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานของผู้วิจัย ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาเนื้อหาและมาตรฐาน/ตัวชี้วัด จากหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (สสวท.) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบ (รายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.4 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 วัดทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ ตอนที่ 2 วัดทักษะการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น จำนวน 3 ข้อ ตอนที่ 3 วัดทักษะการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จำนวน 3 ข้อ

3.5 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีคิดหาคำตอบอย่างละเอียด

ข้อ (0) สนามหญ้าของโรงเรียนมัธยมวัดกุฎกษัตริย์ มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีด้านยาวยาวกว่าสองเท่าของด้านกว้างอยู่ 3 เมตร ถ้าเส้นรอบรูปของสนามหญ้ายาว 120 เมตร จงหาว่าสนามหญ้าแห่งนี้มีพื้นที่กี่ตารางเมตร

แนวคิดและคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ วรณศิริ หลงรัก (2553:97) ปรับปรุงขึ้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางแล้วปรับปรุงในการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ศาสตร์อื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา เพื่ออธิบายข้อสรุปได้แต่คำตอบไม่ถูกต้อง
2	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน และอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่น/ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหายังไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0	ไม่มีการเชื่อมโยง/ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

3.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 10 ข้อ แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไขในเรื่องแก้ไขคำผิดและสัญลักษณ์ต่างๆ ความเหมาะสมของคำถามกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

3.7 แก้ไขแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 10 ข้อ ตามข้อเสนอแนะ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมปริญญาโทตรวจพิจารณาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย

3.8 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ที่เคยเรียน เรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ และตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์

3.9 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เป็นรายข้อโดยพิจารณาจากดัชนีค่าความยากง่าย (P_E) และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทนี และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ ได้ข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.49 – 0.62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.77 – 0.85 (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

3.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ที่เคยเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้ว เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.98 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.11 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไข ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน

4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบลิเคิร์ตสเกล (Likert's Scale) ชนิด 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ (โดยให้คะแนน 5 4 3 2 1 และ 1 2 3 4 5) โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ การวัดและประเมินผลการสร้างแบบวัดเจตคติ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามเป้าหมายที่กำหนด โดยใช้แบบวัดตามแบบลิเคิร์ต ที่มีมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ สุรสาล ผาสุข (2546: 108-110) รุ่งโรจน์ กิติสัทธาธิ (2547: 84-86) สุจินดา เอี่ยมโอภาส (2552: 216-217) และสุภาพร ปิ่นทอง (2554: 217-219)

4.3 นำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาเพื่อตรวจสอบข้อความ ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่ และความเหมาะสมในการใช้ภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ผลการวิเคราะห์พบว่า ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 40 ข้อ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.4 นำแบบวัดเจตคติไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ที่เคยเรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาแล้ว จำนวน 50 คน

4.5 นำผลการทำแบบวัดเจตคติมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ข้อความทางบวก(คะแนน)	ข้อความทางลบ(คะแนน)
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

4.6 นำแบบวัดเจตคติมาหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยวิธีแจกแจงค่าที่ (t) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538 : 215-216) ด้วยการตัด 25% กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ได้ค่าอำนาจจำแนก t ตั้งแต่ 4.00 – 10.65 (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.7 นำแบบวัดเจตคติที่เลือกไว้และปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติ หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา(α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.87 แล้วนำเสนอต่อประธานและคณะกรรมการควบคุมปริญญาณพนธ์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.8 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยเป็นการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง
- X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre-test)
- T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post-test)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ และผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ บันทึกผลการวัดและการทดสอบให้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลา 2 คาบ
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อีกครั้ง ใช้เวลา 2 คาบ บันทึกผลการวัดและการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test)
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นำคะแนนที่ได้วิเคราะห์วิธีทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน
2. หาค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
3. หาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ.

2538: 73)

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

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

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ.

2538 : 79)

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

เมื่อ	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	X	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item-objective Congruence : IOC) ของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตรของ โรวินลลี และ แอมเบิลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248-249; อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977) ดังนี้

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-52 อ้างอิงถึง ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 210-212) แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r_{p.bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_f}{s_t} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	$r_{p.bis}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	$\bar{X}_f$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นผิด
	s_t	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ ทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด หรือ $1-p$

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 197-198)

	$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right)$		
เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทย์และชาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

	$P_E = \frac{S_U + S_L - 2NX_{min}}{2N X_{max} - X_{min}}$		
เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	X_{max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (a - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ $s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$

เมื่อ s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

$\sum X_i$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i

$\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ $s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

เมื่อ s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.6 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติโดยวิธีการแจกแจงที (t-Distribution)
(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 215-216)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกข้อสอบ
	$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนเฉลี่ยความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนเฉลี่ยความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 , 3 และ 5 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียน
โดยใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent samples (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \quad df=N-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-test for Dependent samples
	$\sum D$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าเกณฑ์ของลักษณะที่สนใจทดสอบ
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าเกณฑ์ของลักษณะที่สนใจทดสอบแต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 4 โดยใช้สูตร t-test for one sample (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540: 240)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบ
	μ_0	แทน	เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ($\mu_0 = 60\%$)
	s	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ
	n	แทน	จำนวนนักเรียน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการทดลองและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
m_0	แทน	ค่าเฉลี่ยประชากรที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม)
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
$n-1$	แทน	ระดับชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60)
3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60)
5. เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	s	t
ก่อนทดลอง	45	20	4.91	2.80	27.86**
หลังทดลอง	45	20	13.23	3.02	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60) โดยใช้สถิติ t -test for One Samples ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60)

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	s	$m_0(60\%)$	t
หลังทดลอง	45	20	13.23	3.02	12	2.73**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.15 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ t -test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	s	t
ก่อนทดลอง	45	20	5.82	2.96	23.55**
หลังทดลอง	45	20	13.41	2.90	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

4. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60) โดยใช้สถิติ t -test for One Samples ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60)

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	s	$m_0(60\%)$	t
หลังทดลอง	45	20	13.41	2.90	12	3.25**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60

5. เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การทดสอบ	n	k	$\bar{x}$	s	t
ก่อนทดลอง	45	150	71.62	12.18	15.99**
หลังทดลอง	45	150	109.75	14.99	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กับเกณฑ์ ร้อยละ 60
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ ร้อยละ 60
5. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

5. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 8 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่ต่างกัน เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนละความสามารถนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
3. แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้น จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อน

เรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วัดแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยใช้เวลาในการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ อีกครั้ง และบันทึกผลการทดลองให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-test) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

6. ตรวจสอบให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ $t - test$ for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60) โดยใช้สถิติ $t - test$ for One Sample

3. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ $t - test$ for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับเกณฑ์ (ร้อยละ 60) โดยใช้สถิติ $t - test$ for One Sample

5. เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติ $t - test$ for Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.15

3. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05

5. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.15 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจ ผ่านทางกระบวนการทำงานกลุ่ม การสืบค้นกระบวนการทำความเข้าใจและแก้ไขปัญหาด้วยเหตุผล ซึ่งตัวปัญหานั้นจะมีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงและเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับ บาร์อวส์ และ แทมบลิน (พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar. 2544: 42; อ้างอิงจาก Barrows; & Tamblyn. 1980: 18) ได้กล่าวว่า “ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การเรียนรู้ที่เป็นผลของกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ปัญหา ตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการเพื่อสร้างความ

เข้าใจกลไกของตัวปัญหา รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหา ” การให้ปัญหาคำตั้งต้นจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และถ้านักเรียนแก้ปัญหาได้ก็จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนจำเนื้อหาความรู้ได้ง่ายและนานขึ้น นอกจากนี้ยังฝึกให้ผู้เรียนรู้ถึงกระบวนการคิด ทักษะความรู้ในการใช้แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ตรวจสอบความคิดของตนเองไปในทิศทางที่ถูกต้อง และนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ของการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยนำเสนอสถานการณ์ต่างๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา ฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้มีความมั่นใจในตนเอง กล้าแสดงออก และยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งทางร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน จนสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสรรค์ ทองสุกนอก (2545: 80-82) และ เมธาวิ พิมวัน (2549: 81-85) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป ของคะแนนเต็ม ซึ่งนั่นก็คือส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 13.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 67.05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และแก้ปัญหา ซึ่งมีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอน และใช้เป็นแนวทางในการจัดหลักสูตร ซึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้ให้นักเรียนได้เข้าไปแก้ปัญหา ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำและจัดสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีปัญหาเป็นแกนกลาง มีบทบาทในการเตรียมประสบการณ์ที่จะส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่ได้เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยมีการเชื่อมโยงซึ่งเป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ ดังที่เคนเนดี และทิปส์. (Kennedy; & Tipps. 1994:b194–198) กล่าวว่าไว้ว่า การ

เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญ ผู้เรียนจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ป็นรูปธรรม ได้แก่ รูปภาพ สัญลักษณ์ และโมโนทัศน์ กับกระบวนการรวมเนื้อหาและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน และจะต้องรู้จักสร้างการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ได้พบเห็นหรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจอย่างแท้จริงจากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการศึกษาคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ (ปรีชา เนาะเย็นผล. 2544: 56) จะเห็นได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงนั้นถูกแทรกซึมอยู่ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ของคนเรานั้นความคิดจะถูกเชื่อมโยงอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้เก่าเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ๆ การเชื่อมโยงความรู้จากชีวิตจริงมาใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากห้องเรียนไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ไคลล์; และคนอื่นๆ (Kyle; McIntyre; & Moore. 2001: 80–86) ที่กล่าวว่า ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของพวกเขา นักเรียนจะชอบแก้ปัญหาและสนุกกับการเรียนรู้ และนักเรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่ให้ออกมาเป็นปัญหาเปิดเพื่อให้นักเรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิดและแสดงเหตุผลได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยัวร์วอร์น คล้ายมวงกล (2545: 87-89) และ วาสนา กิมเทิง (2553: 115-116) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงขึ้น

3. เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็น รู้จักฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่อการทำงานกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา ขัมมณี (2553: 43-144) ได้กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มเป็นกระบวนการในการทำงานร่วมกันของบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยมีวัตถุประสงค์ร่วมกันและมีการดำเนินงานร่วมกัน โดยผู้นำกลุ่มและสมาชิกกลุ่มต่างก็ทำหน้าที่ของตนอย่างเหมาะสม และมีกระบวนการทำงานที่ดีเพื่อนำกลุ่มไปสู่วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ มีการคอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างเด็กเก่งและเด็กอ่อน มีการออกมาอภิปรายร่วมกัน ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีมากขึ้น เจตคติของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อมาอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน เวลาเดียวกัน ก็สามารถมีเจตคติไปในทางเดียวกันได้ โดยการสร้างเจตคติที่ดีนั้นสามารถสร้างได้ด้วยการจัดแผนการเรียนการสอนที่ดีให้เหมาะสมกับผู้เรียน มีการจัดกิจกรรมต่างๆ จัดสภาพแวดล้อมที่ดีก็ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ และยังส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วย

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ในคาบแรกของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะเห็นได้ว่า นักเรียนมีความสนใจและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี แต่ยังไม่ค่อยเข้าใจถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมากนัก เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และการที่นักเรียนจะต้องช่วยกันสรุปความรู้ด้วยตนเอง ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องใช้เวลาพอสมควร

2. บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ครูผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากที่สุด โดยไม่ควรมีบรรยากาศที่ตึงเครียดมากเกินไป และครูควรมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนอย่างทั่วถึง ซึ่งจะส่งผลต่อการให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ในชั้นเรียน

3. ครูต้องมีการเตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี

4. เนื่องจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนที่เรียนอ่อนจะไม่ชอบแสดงความคิดเห็น ครูผู้สอนจะต้องเข้าไปแนะนำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งคอยชักจูง และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างการทำกิจกรรมให้มาก และยังเป็นการทำให้ผู้เรียนที่เรียนเก่งรู้จักการเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่และช่วยเหลือผู้อื่น

5. เมื่อการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อผิดพลาด ครูควรให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันคิดและหาทางแก้ไขด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นเพียงผู้ที่คอยตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเท่านั้น ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนและสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ในการเรียนการสอนครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ควรให้นักเรียนมีการคิด การวิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง และเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ต้องการด้วย

7. การเรียนรู้แบบนี้เป็นการเปิดประสบการณ์ใหม่ของการเรียนคณิตศาสตร์จากเดิมที่ครูอธิบายนิยามและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดตามตัวอย่าง ซึ่งน่าเบื่อและนักเรียนไม่เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียน มาเป็นการเรียนรู้ที่แม้นักเรียนจะเสียเวลาในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง แต่สิ่งที่ได้มาคือความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง และเข้าใจถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงด้วย

8. การทำกิจกรรมจะมีการให้ผู้เรียนออกมานำเสนอผลงานอยู่ตลอด ในระยะแรกผู้เรียนยังไม่กล้าแสดงออกเท่าที่ควร อาจจะต้องสุมให้ผู้เรียนออกมานำเสนอ และหลังจบการนำเสนอครูต้องกล่าวชมเชย และให้คำแนะนำกับผู้เรียนที่ออกมานำเสนอแล้วมีสิ่งผิดพลาดด้วยนำเสนอที่อ่อนโยน มีเมตตา

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรมีการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) ไปประยุกต์ใช้ในสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นอื่นๆ หรือนำไปใช้ในชั้นเรียนมากขึ้น
2. ในการจัดกลุ่ม ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อมีการเรียนการสอนจบในเนื้อหาแต่ละหน่วย ควรให้นักเรียนได้เปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้สร้างความสัมพันธ์ ความคุ้นเคยกับเพื่อนคนอื่นๆ ในห้อง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องมากขึ้น
3. ครูผู้สอนจะต้องมีความอดทน ไม่ใจร้อนที่จะสรุปบทเรียน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและศักยภาพให้เต็มที่ โดยจะต้องเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ให้ได้มากที่สุด
4. ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหาหรือกิจกรรมต่างๆ อย่างพอเหมาะ มิฉะนั้นจะทำให้กิจกรรมใช้เวลาามากจนเกินไป
5. การที่จะจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย และมีประสิทธิภาพนั้น ครูผู้สอนจะต้องศึกษามาเป็นอย่างดีถึงขั้นตอนของการสอน รวมทั้งเตรียมตัวในการแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์ต่างๆ ไว้ล่วงหน้าแล้ว

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ให้นักเรียนในระดับชั้นอื่น และในเนื้อหาอื่นๆ
2. ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ ได้แก่ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการนำเสนอ และทักษะความคิดสร้างสรรค์

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมสามัญศึกษา. (2545). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติระยะที่ 9 (พ.ศ.2545-2549). กรุงเทพฯ: กรมสามัญศึกษา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: พรินทวาทกราฟฟิค.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน. ในสารานุกรมศึกษาศาสตร์ฉบับที่ 34. หน้า 77-80. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จารุวรรณ นาคคุบัว. (2552). การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผลการเรียนรู้อิทธิพลของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1. ปรินทิฟนธ์ กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- แนลล์ อินวารี. (2552). การศึกษาปัจจัยการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 สังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรี เขต 1. ปรินทิฟนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2516). เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- เชวงศักดิ์ ช่อนบุญ (2546). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่2 โดยใช้กิจกรรมคิด-จับคู่-เล่าสู่กันฟัง. ปรินทิฟนธ์. กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- จิตติยา เกตุคำ. (2551). ผลการใช้บทเรียนออนไลน์ เรื่อง วิธีจัดหมู่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณยศ สงวนสิน. (2547). การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคการสอน แบบอุปนัยนิรนัย เรื่องพหุนามของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดรุณี เตชะวงศ์ประเสริฐ. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม และคณะ. (2547). ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานและสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2542, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : โมเดลซีปปา (CIPPA MODEL). วารสารวิชาการ.
- _____. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์. (2547). กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิรมล ศตวุฒิ. (2547, พฤษภาคม). การเรียนรู้จากปัญหา (Problem-Based Learning). วารสารการศึกษา กทม. 28(2): 3-5.
- นันทพร ระภักดี. (2551). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้เทคนิคการสอนแบบอุปนัย – นิรนัย เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). คู่มืออาจารย์: การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: บี แอนด์ บี พับลิเคชัน

- บุศรา อิมทรัพย์. (2551). ผลการใช้สื่อประสมเรื่อง"การแปลงทางเรขาคณิต" ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2523). เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาจิตวิทยาทั่วไป กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปาณิตา อัจวงษ์. (2552). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่ม TAI กับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรการสอน). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2540). การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2555, จาก http://www.ipst.ac.th/pri_math/article/Article%20PDFstyle/A-003.pdf
- _____. (2543, มกราคม – มีนาคม). ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับNCTM. วารสาร สสวท. 28(108): 14-19.
- เปี้ยทิพย์ เขาไขแก้ว. (2551). ชุดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นที่เน้นการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา วันโนนาม. (2548). ผลของการใช้ชุดการเรียนโดยเพื่อนสอนเพื่อนหน่วยการเรียนรู้ "เส้นขนาน" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2546). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อส่งเสริมกรุงเทพ.
- ปัทมา ภูระหงษ์. (2554). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หลักการประเมินแบบเสริมพลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์; และ Majumdar, Basanti. (2544). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: ธนาเพรส แอนด์ กราฟฟิค.
- พรรณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ตันอ้อ แกรมมี.
- พรรณี บุญประกอบ; และมนัส บุญประกอบ. (2548). การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (PBL: Problem - Based Learning). เอกสารประกอบการอบรมครู สกว. (22 – 23 สิงหาคม 2548) ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.
- กิมวณิช ธรรมใจ. (2548). ผลการใช้เว็บประกอบการเรียนการสอน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มัทธรา ธรรมบุศย์. (2545, กุมภาพันธ์). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารวิชาการ. 5(2): 11-17.
- _____. (2549, มกราคม). การส่งเสริมกลยุทธ์ PBL. วารสารวิทยากร. 105(3): 42-45.
- เมธาวี พิมพ์วัน. (2549). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล .(2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ยุรวรรณ คล้ายมงคล. (2545). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยการประยุกต์แนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักในการเรียนรู้เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์ กิจการพิมพ์.
- ราตรี เกตบุตรดา. (2546). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- รังสรรค์ ทองสุกนอก. (2547). ชุดการเรียนรู้การสอนที่ใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (*Problem-Based Learning*) เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งโรจน์ กิตติธรรมาธิ. (2547). ผลของการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เน้นทฤษฎีที่มีต่อเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัชดา ยাত্রา. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลิลลา ดลภาค. (2549). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณศิริ หลงรัก. (2553). ผลของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้านบริบท (*Contextual Learning*) เรื่อง สถิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการเชื่อมโยงและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณภา พิมพ์พันธุ์. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545, พฤษภาคม – กรกฎาคม). การตั้งคำถาม ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอน. วารสารคณิตศาสตร์. 46(524-526): 35-38.
- วัฒนา รัตนพรหม. (2548, มกราคม-เมษายน). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก. วารสารวิชาการ. 20(1): 33-39.

- วิมล อยู่พิพัฒน์. (2551). *บทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม GSP (GEOMETER'S SKETCHPAD) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา กิมเทิง. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และความรู้ ใฝ่เรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบซีปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันเรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ชัย จันทะแสง. (2550). *การศึกษาปัจจัยด้านสติปัญญาและด้านที่ไม่ใช่สติปัญญาที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริพร ศรีบุญ. (2548). *Wall Rally คณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบ เรื่องลำดับเลขคณิต และลำดับเรขาคณิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2532). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อักษรบัณฑิต.
- สมบุรณ์ ชิตพงศ์. (2519). *การประเมินหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ของสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนา หลักสูตร). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิง เนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงเรื่องอนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมฤดี ดูกหลิม. (2552). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการ เรื่อง อสมการ เพื่อส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ ด้านการตระหนักรู้ ตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สมพร แผลงภู. (2541). การพัฒนารูปแบบเพื่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสำนักงานคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติ. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2543). มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: วัฒนพานิช.
- สันติ อธิพิณนาวกุล. (2550). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้โปรแกรม GSP (*The Geometer's Sketchpad*) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริลักษณ์ วงษ์เพชร. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุคนธ์ธรา ธรรมพทุโธ. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเชิงวิธีการที่เน้นกระบวนการกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุจินดา เอี่ยมโอภาส. (2552). ผลการใช้ชุดการเรียนรู้ “*Learning Mathematics Through English*” ที่เน้นทักษะการใช้ตัวแทน (*representation*) เรื่องความน่าจะเป็นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุบิน ยมบ้านกวย. (2550). การพัฒนาบทเรียน e – Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร ปินทอง. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องอสมการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2536). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุรางคณา ยายหิ. (2549). การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบร่วมมือที่เน้นทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ช่วงชั้นที่ 4. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรสาธิต ผาสุข. (2546). การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุวิทย์ หิรัญยกานต์. (2540). พจนานุกรมศัพท์การศึกษา. กรุงเทพฯ: บริษัท ไอคิวบุ๊คเซนเตอร์.
- เสาวภา อนุเพชร. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นหนาการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส. วาสนา ประवालพฤษ. (2542, กันยายน – ธันวาคม). “ทัศนคติในแง่ของจิตวิทยา” วัฒนการศึกษา. 2(2): 1 - 6.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2539). คู่มือการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2551). ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส.เจริญ การพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2551). เอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานฯ.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- _____. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545). กรุงเทพฯ: อัมรินทร์พรินติง.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2550). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: กลุ่มส่งเสริมวัตกรรมการเรียนรู้ของครู และบุคลากรทางการศึกษา สำนักมาตรฐานและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
- หทัยกาญจน์ อินบุญมา. (2547). ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้ลึกเชิงจำนวน เรื่องการประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง (2545). *สื่อยอดการพัฒนาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เบเนเนท.
- อรทัย ศรีอุทธา. (2547). *ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- อัญชนา โพธิ์พลากร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 101-104. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อุดมศักดิ์ พลอยบุตร. (2545, มกราคม). *ครูยุคใหม่ : ครูยุคปฏิรูป*. วารสารวิชาการ. 5(1): 22
- อุทัย เพชรช่วย. (2536). *จะสร้างเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดแก่ผู้เรียนได้อย่างไร*. ประชาการศึกษา. 43(3) : 3-7.
- Aiken, Lewis R. (1979). *Attitudes toward Mathematics and Science in Iranian Middle School, School Science and Mathematics*. 79 (March 1979), 229-234.
- Alport, G. W. (1967). *Personality : A Psychological Interpretation*. New York: Holt.
- Belland, Brian R.; Glazewski, Krista D.; & Ertmer, Peggy A. (2009). Inclusion and Problem-Based Learning: Roles of Students in a Mixed-Ability Group. *Research in Middle Level Education Online*, 32(9). Retrieved May 25, 2009, Available from: http://www.nmsa.org/portals/0/pdf/publications/RMLE/rmle_vol32_no9.pdf
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Boaler, Jo. (1998). Open and closed Mathematics : Student Experiences and Understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*. 29 : 41-62.
- Brown, William F. ; & Wayne H. Holtzman. (1976). *SSHA Manual Survey of Study Habits and Attitudes*. New York: Psychological Corporation.
- Burris, Carol Corbett. (2003, November). Providing Accelerated Mathematics to Heterogeneously Grouped Middle School Students: the Longitudinal Effects on Students of Differing Initial Achievement Level. (online). Available : <http://www.lib.umi.com>.retrieved July 6. 2012.

- Cerezo, Nancy. (2004). Problem-Based Learning in the Middle School: A Research Case Study of the Perceptions of At-Risk Females. *Research in Middle Level Education Online*, 27(1). Retrieved May 27, 2009, Available from: <http://www.nmsa.org/Publications/PMLEOnline/tabid/101/Default.aspx>
- Delisle, Robert. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dossey, John A.; et al. (2002). *Mathematics Methods and Modeling for Today's Mathematics Classroom : A Contemporary Approach to Teaching Grades 7-12*. Pacific Grove: Brooks/Cole.
- Edens, Kellah M. (2000). *Preparing Problem Solvers for the 21st Century through Problem-Based Learning*. Retrieved May 25, 2009, Available from : <http://www.highbeam.com/doc/1G1-62924843.html>
- ETE Team. (2005). PBL Model. Retrieved October 25, 2012, Available from : <http://www.cotf.edu/ete/pbl.html>
- Eysenk, H.J. and Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology*. Vol.1 London: Search Press.
- Finn. Kelly F., et al. (2003). Teacher Variables That Relate to Student Achievement When Using a Standards-Based Curriculum. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34 (3) : 228-A.
- Gainsburg. (2007, July). *Real-world connections in secondary mathematics teaching*. Dissertation. Retrieved April 20, 2009, from www.springerlink.com/content/1x36jh6550003314/?p=4dbc516f60cb4d7fab44a9ca7391050d&pi=0.html
- Gijseleers, Wim H. (1996). Connecting Problem-Based Practices with Educational Theory. In L. Wilkerson and W.H. Gijseleers (eds.). *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Good, C.V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : Mcgraw-Hill Book Company.Inc.
- Illinois Mathematics and Science and Academy. (2001). *Introduction to Problem Based Learning*. Retrieved May 25, 2012, Available from : <http://pbln.imsa.edu/model/intro/index.html>
- Jones, J.; Jones, K.; &Vermette, P. (2009).Using Social and Emotional Learning to Foster Academic Achievement in Secondary Mathematics. *American Secondary Education*.32(3): 4-9.
- Karen, Suzanne. (1998). "The effects of a parent and student portfolio assessment program on attitude and achievement in seventh grade," *Dissertation Abstracts online*. p.227.

- Kennedy, Leonard M.; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. 7th ed. Belmont, California: Wadsworth.
- Kyle, D.W., McIntyre, E.; & Moore, G.H. (2001). Connecting Mathematics Instruction with the Families of Young Children. *Teaching Children Mathematics*. 8(2): 80–86.
- Lawson, Michael J.; & Chinnappan, Mohan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(1): 26-43.
- McCarthy, D.S. (2001). A Teaching Experiment Using Problem-Based Learning at the Elementary Level to Develop Decimal Concepts. *Dissertation Abstracts*. Retrieved April 20, 2009, from www.thailis.uni.net.th/dao/detail.nsp. html
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Nicol, Cynthia; & Crespo, Sanda. (2005). Exploring Mathematics in Imaginative Places: Rethinking What Counts as Meaningful Contexts for Learning Mathematics. *School Science and Mathematics*. 240–251.
- O'Connor, Sean. (2003). Connecting Algebra & Chemistry. *The Science Teacher*. 70(1): 38-40
- Pandiscio, Eric A. (2002, May). Exploring the Link Between Preservice Teachers' Conception of Proof and the Use of Dynamic Geometry Software. *School Science and Mathematics*. 102(5): 216-221.
- Perveen, Kousar. (2010, March). *Effect of The Problem-Solving Approach on Academic Achievement of Students in Mathematics at The Secondary Level*. *Contemporary Issues In Education Research*. 3(3): 9-13. Retrieved March 4, 2013, from <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?hid=8&sid=b08f797f-2b46-4e4f-9360-a9346ec55517%40sessionmgr10&vid=5>
- Prescott, Banial A. (1961). *Report of Conference on Child Student*. *Education Bulletin*. Bangkok: Faculty of Education. Chulalongkorn University. Factors on Eighth-grade Interest and Achievement in Science. *Dissertation Abstracts International*. 53(1):4270-A.
- Rawat, D. S.; & Gupta, S.L. (1970). Educational Wastage at the Primary Level : A Handbook for Teachers. *New Delhi: S.K. Kichula 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.
- Shaw, M.E.; & Wright, J.M. (1967). *Scales for the Measurement of Attitude*. New York: McGraw-Hill Book Company
- Soeharto, S. (1999). "The Effects of A constructivist Learning Environment on Grand six Student's Achievement and Attitude toward mathematic in Indonesian primary school," *Dissertation Abstracts online*. p.3741.
- Stepien, William; & Gallagher, Shelagh. (1993, April). Problem-Based Learning: As Authentic as It Gets. *Educational Leadership*. 7(50): 25-28
- Thomas, Christine D.; & Santiago, Carmelita. (2002,May). *Building Mathematically Powerful students through Connections*. National Council of Teachers of Mathematics Teaching in the Middle School. (484-488)
- Thurstone, L. L. (1967). *Attitude Theory Measurement*. New York (1971) John Wiley and Son, Inc.
- Torp, Linda; & Sage, Sara. (1998). *Problem as Possibilities: Problem-Based Learning for K-12*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Triandis, Harry. (1971). *Attitudes and Attitudes Change*. New York: John Wiley and Son, Inc.
- Vaughn, Rosco C. (2002, August). The Relationship of School Enrollment Size and Student Achievement in Reading Language and Mathematics in New Mexico Schools, *Dissertation Abstracts International*. 64(01): 176
- Walton, H.J.; & Matthews, M.B. (1998). *Essentials of Problem-Based Learning*. Medical Education. 23 : 456-459.
- Wilson, Jame W. (1971a). *Secondary School Mathematics*. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning edited by Benjamins S. Bloom . New York: McGraw-Hill.
- _____. (1971b). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. *In Handbook On Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, pp.643-696. New York: McGraw-Hill.
- Zimbardo, Philip. G ; Ebbesen, Ebbe B. & Maslach, Christina. (1977). *Influencing Attitude and Changing Behavior*. 2nd ed. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley



ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
3. ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (a - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ตาราง 11 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0.67
4	1	0	1	0.67
5	1	1	1	1
6	0	1	1	0.67
7	1	0	1	0.67
8	1	0	1	0.67
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	0	0.67
12	1	1	0	0.67
13	0	1	1	0.67
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	0	1	0.67
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	0	1	0.67
20	1	0	1	0.67
21	1	1	1	1
22	0	1	1	0.67
23	1	1	1	1
24	1	0	1	0.67
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
28	1	0	1	0.67
29	0	1	1	0.67
30	1	1	1	1
31	1	0	1	0.67
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	0	1	1	0.67
35	1	1	1	1
36	1	0	1	0.67
37	1	1	1	1
38	0	1	1	0.67
39	1	0	1	0.67
40	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้น
ตัวแปรเดียว เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจาก
ค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC 0.67 – 1.00 ได้จำนวน 40 ข้อ

ตาราง 12 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	0	1	0.67
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปร
เดียวเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$
จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC 0.67 – 1.00 ได้จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 13 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	0	1	0.67
3	1	0	1	0.67
4	1	1	0	0.67
5	1	1	1	1
6	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	0	1	1	0.67
12	1	0	1	0.67
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	0	1	1	0.67
16	1	0	1	0.67
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	0	1	0.67
20	1	1	1	1
21	0	1	1	0.67
22	0	1	1	0.67
23	1	1	1	1
24	1	0	1	0.67
25	1	1	1	1
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	0	1	0.67

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	
29	0	1	1	0.67
30	1	1	1	1
31	1	0	1	0.67
32	1	1	1	1
33	1	1	1	1
34	0	1	1	0.67
35	1	1	1	1
36	1	0	1	0.67
37	1	1	1	1
38	1	1	0	0.67
39	1	0	1	0.67
40	1	0	1	0.67

คัดเลือกแบบวัดแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงคัดเลือก
ข้อที่มีค่า IOC 0.67 – 1.00 ได้จำนวน 40 ข้อ

ตาราง 14 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.52	0.32	คัดเลือกไว้
2	0.58	-0.46	ตัดทิ้ง
3	0.87	0.63	ตัดทิ้ง
4	0.72	0.38	คัดเลือกไว้
5	0.59	0.41	คัดเลือกไว้
6	0.28	0.27	ตัดทิ้ง
7	0.08	0.52	ตัดทิ้ง
8	0.46	0.39	คัดเลือกไว้
9	0.67	-0.08	ตัดทิ้ง
10	0.59	0.46	คัดเลือกไว้
11	0.63	0.48	คัดเลือกไว้
12	0.33	0.56	คัดเลือกไว้
13	0.36	0.28	ตัดทิ้ง
14	0.28	0.78	คัดเลือกไว้
15	0.26	0.14	ตัดทิ้ง
16	0.87	0.63	ตัดทิ้ง
17	0.74	0.79	คัดเลือกไว้
18	0.50	0.34	คัดเลือกไว้
19	0.28	0.14	ตัดทิ้ง
20	0.48	-0.92	ตัดทิ้ง
21	0.46	0.34	คัดเลือกไว้
22	0.44	-0.92	ตัดทิ้ง
23	0.87	0.63	ตัดทิ้ง
24	0.32	0.42	คัดเลือกไว้
25	0.48	0.41	ตัดทิ้ง
26	0.40	0.36	คัดเลือกไว้
27	0.67	0.10	ตัดทิ้ง
28	0.25	0.78	คัดเลือกไว้
29	0.32	0.42	คัดเลือกไว้

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
30	0.85	0.73	ตัดทิ้ง
31	0.48	0.32	คัดเลือกไว้
32	0.42	-0.49	ตัดทิ้ง
33	0.79	0.21	ตัดทิ้ง
34	0.57	0.39	คัดเลือกไว้
35	0.87	0.63	ตัดทิ้ง
36	0.54	0.38	ตัดทิ้ง
37	0.44	0.38	คัดเลือกไว้
38	0.65	0.18	ตัดทิ้ง
39	0.60	0.28	คัดเลือกไว้
40	0.28	0.65	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาคัดเลือกจากค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.25-0.74 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยาก หรือไม่ยากจนเกินไป พิจารณาคัดเลือกจากค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-1.00 ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.28-0.79 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ ครอบคลุมเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ และตัดข้อที่มีความใกล้เคียงกันโดยคำนึงถึงน้ำหนักชั่วโมงของเนื้อหาโดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1 , 4 , 5 , 8 , 10 , 11 , 12 , 14 , 17 , 18 , 21 , 24 , 26 , 28 , 29 , 31 , 34 , 37 , 39 และ 40

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อ ที่	ผลรวม คะแนน กลุ่มเก่ง (S_U)	ผลรวม คะแนน กลุ่มอ่อน (S_L)	คะแนน สูงสุด ($X_{\max}$)	คะแนน ต่ำสุด ($X_{\min}$)	ค่าความ ยากง่าย (P_E)	ค่า อำนาจ จำแนก (D)	ผลการ พิจารณา	การ พิจารณา คัดเลือก
1	52	19	4	0	0.68	0.63	ผ่าน เกณฑ์	ตัดทิ้ง
2	52	19	4	0	0.58	0.85	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
3	52	16	4	0	0.65	0.69	ผ่าน เกณฑ์	ตัดทิ้ง
4	52	22	4	0	0.62	0.77	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
5	52	18	4	0	0.67	0.65	ผ่าน เกณฑ์	ตัดทิ้ง
6	52	12	4	0	0.62	0.77	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
7	52	15	4	0	0.64	0.71	ผ่าน เกณฑ์	ตัดทิ้ง
8	52	15	4	0	0.64	0.71	ผ่าน เกณฑ์	ตัดทิ้ง
9	48	3	4	0	0.49	0.87	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก
10	52	0	4	0	0.42	0.85	ผ่าน เกณฑ์	คัดเลือก

คัดเลือกแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20–0.80 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 5 ข้อ โดยข้อที่คัดเลือกมีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.49–0.62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.77–0.85 ได้แก่ ข้อ 2 , 4, 6 , 9 และ 10

ตัวอย่างการหาค่าความยากง่าย (P_E) ข้อที่ 1

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} P_E &= \frac{52 + 19 - (2 \times 13 \times 0)}{2 \times 13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{71}{104} \\ &= 0.68 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการหาอำนาจจำแนก (D) ข้อที่ 1

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

แทนค่า

$$\begin{aligned} D &= \frac{52 - 19}{13 \times (4 - 0)} \\ &= \frac{33}{52} \\ &= 0.63 \end{aligned}$$

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ผลการพิจารณา	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ผลการพิจารณา
1	6.33	คัดเลือกไว้	21	8.43	คัดเลือกไว้
2	2.71	ตัดทิ้ง	22	5.33	คัดเลือกไว้
3	10.65	คัดเลือกไว้	23	9.39	คัดเลือกไว้
4	5.84	คัดเลือกไว้	24	3.08	ตัดทิ้ง
5	8.82	คัดเลือกไว้	25	7.10	คัดเลือกไว้
6	7.66	คัดเลือกไว้	26	8.05	คัดเลือกไว้
7	2.50	ตัดทิ้ง	27	2.50	ตัดทิ้ง
8	9.51	คัดเลือกไว้	28	7.22	คัดเลือกไว้
9	3.87	ตัดทิ้ง	29	1.23	ตัดทิ้ง
10	6.91	คัดเลือกไว้	30	4.56	คัดเลือกไว้
11	6.55	คัดเลือกไว้	31	4.78	คัดเลือกไว้
12	10.65	คัดเลือกไว้	32	6.00	คัดเลือกไว้
13	10.15	คัดเลือกไว้	33	6.72	คัดเลือกไว้
14	4.00	คัดเลือกไว้	34	3.18	ตัดทิ้ง
15	8.59	คัดเลือกไว้	35	4.09	คัดเลือกไว้
16	1.55	ตัดทิ้ง	36	8.62	คัดเลือกไว้
17	3.66	ตัดทิ้ง	37	5.71	คัดเลือกไว้
18	8.82	คัดเลือกไว้	38	2.60	ตัดทิ้ง
19	6.35	คัดเลือกไว้	39	7.86	คัดเลือกไว้
20	4.71	คัดเลือกไว้	40	5.46	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ค่า t มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 17 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (a - Coefficient) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	11	121	26	18	324
2	8	64	27	11	121
3	15	225	28	15	225
4	12	144	29	11	121
5	10	100	30	10	100
6	18	324	31	16	256
7	9	81	32	8	64
8	16	256	33	13	169
9	14	196	34	17	289
10	10	100	35	12	144
11	15	225	36	7	49
12	8	64	37	10	100
13	16	256	38	11	121
14	17	289	39	14	196
15	9	81	40	15	225
16	12	144	41	9	81
17	13	169	42	17	289
18	15	225	43	10	100
19	11	121	44	18	324
20	14	196	45	12	144
21	16	256	46	18	324
22	13	169	47	14	196
23	16	256	48	15	225
24	16	256	49	12	144
25	12	144	50	6	36

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
51	15	225	76	10	100
52	17	289	77	18	324
53	14	196	78	13	169
54	14	196	79	15	225
55	11	121	80	8	64
56	13	169	81	12	144
57	15	225	82	9	81
58	17	289	83	14	196
59	16	256	84	11	121
60	14	196	85	12	144
61	14	196	86	13	169
62	17	289	87	10	100
63	15	225	88	18	324
64	11	121	89	11	121
65	9	81	90	5	25
66	18	324	91	10	100
67	12	144	92	15	225
68	14	196	93	8	64
69	9	81	94	10	100
70	18	324	94	12	144
71	11	121	96	7	49
72	15	225	97	15	225
73	12	144	98	7	49
74	16	256	99	10	100
75	13	169	100	12	144
				$\sum X_i = 1,280$	$\sum X_i^2 = 17,394$

ตาราง 18 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.69	0.31	0.21	11	0.72	0.28	0.20
2	0.67	0.33	0.22	12	0.88	0.12	0.11
3	0.74	0.26	0.19	13	0.76	0.24	0.18
4	0.86	0.14	0.12	14	0.64	0.36	0.23
5	0.68	0.32	0.22	15	0.76	0.24	0.18
6	0.82	0.18	0.15	16	0.90	0.10	0.09
7	0.89	0.11	0.10	17	0.85	0.15	0.13
8	0.79	0.21	0.17	18	0.74	0.26	0.19
9	0.62	0.38	0.24	19	0.84	0.16	0.13
10	0.80	0.20	0.16	20	0.70	0.30	0.21
				รวม			3.43

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร
KR – 20 (Kuder – Richardson)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่งๆ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 17 จะได้ $\sum X = 1,280$, $\sum X^2 = 17,394$, $N = 100$

$$\begin{aligned} S_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100 \cdot 17,394 - (1,280)^2}{100(100-1)} \\ &= 10.20 \end{aligned}$$

จากตาราง 18 จะได้ $n = 20$, $\sum pq = 3.43$, $S_t^2 = 10.20$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right) \\ &= \frac{20}{20-1} \left(1 - \frac{3.43}{10.20} \right) \\ &= \frac{20}{19} \frac{10.20-3.43}{10.20} \\ &= 0.70 \end{aligned}$$

ตาราง 19 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (a - Coefficient) ของแบบทดสอบ
วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	136	438	1.39
2	131	423	1.63
3	100	296	1.96
4	137	445	1.42
5	147	479	0.96
			$\sum S_i^2 = 7.35$

ตาราง 20 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	20	400	19	15	225
2	20	400	20	15	225
3	20	400	21	14	196
4	20	400	22	14	196
5	20	400	23	14	196
6	20	400	24	14	196
7	20	400	25	14	196
8	20	400	26	14	196
9	20	400	27	14	196
10	19	361	28	14	196
11	19	361	29	14	196
12	19	361	30	14	196
13	19	361	31	13	169
14	19	361	32	12	144
15	19	361	33	11	121
16	16	256	34	9	81
17	16	256	35	9	81
18	16	256	36	9	81

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
37	9	81	44	5	25
38	9	81	45	5	25
39	9	81	46	4	16
40	9	81	47	2	4
41	8	64	48	1	1
42	7	49	49	1	1
43	6	36	50	1	1
Σ			651		10,167

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (a - Coefficient) ของครอนบัค

$$a = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ a แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$s_t^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 $\sum X_i$ แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
 $\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
 N แทน จำนวนคนเข้าสอบ

จากตาราง 20 จะได้ $\sum X_i = 651$, $\sum X_i^2 = 10,167$, $N = 50$

$$\begin{aligned} s_i^2 &= \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(10,167) - (651)^2}{50(50-1)} \\ &= \frac{508,350 - 423,801}{2,450} \\ &= 34.51 \end{aligned}$$

จากตาราง 19 และ 20 จะได้ $n = 5$, $\sum s_i^2 = 7.35$, $s_i^2 = 34.51$

$$\begin{aligned} a &= \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{7.35}{34.51} \right] \\ &= \frac{5}{4} \left[1 - \frac{7.35}{34.51} \right] \\ &= 0.98 \end{aligned}$$

ตาราง 21 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า s_i^2 ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายข้อ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2	ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i^2
1	174	660	1.11	16	178	666	0.66
2	190	801	1.61	17	193	811	1.35
3	159	591	1.74	18	193	815	1.43
4	146	494	1.38	19	178	662	0.58
5	178	666	0.66	20	175	689	1.56
6	146	492	1.34	21	177	687	1.23
7	193	815	1.43	22	165	579	0.70
8	163	627	1.95	23	207	931	1.51
9	153	515	0.96	24	154	510	0.73
10	178	666	0.66	25	181	755	2.04
11	178	662	0.58	26	199	819	0.55
12	193	815	1.43	27	191	803	1.50
13	178	666	0.66	28	185	715	0.62
14	178	662	0.58	29	184	704	0.55
15	193	815	1.43	30	193	815	1.43

$$\sum S_i^2 = 33.95$$

ตาราง 22 ค่า $\sum X_i$ และค่า $\sum X_i^2$ ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับ

คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	คนที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$
1	128	16384	26	102	10404
2	127	16129	27	102	10404
3	127	16129	28	106	11236
4	124	15376	29	106	11236
5	121	14641	30	106	11236
6	121	14641	31	105	11025
7	121	14641	32	110	12100
8	121	14641	33	101	10201
9	120	14400	34	101	10201
10	119	14161	35	99	9801
11	122	14884	36	99	9801
12	124	15376	37	100	10000
13	122	14884	38	94	8836
14	122	14884	39	91	8281
15	118	13924	40	90	8100
16	115	13225	41	89	7921
17	113	12769	42	70	4900
18	112	12544	43	84	7056
19	111	12321	44	87	7569
20	112	12544	45	87	7569
21	114	12996	46	85	7225
22	103	10609	47	85	7225
23	100	10000	48	84	7056
24	101	10201	49	82	6724
25	102	10404	50	84	7056
Σ				5,269	565,871

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (a - Coefficient) ของครอนบัค

$$a = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ	a	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่ $s_t^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

เมื่อ	s_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

จากตาราง 22 จะได้ $\sum X_i = 5,269$, $\sum X_i^2 = 565,871$, $N = 50$

$$\begin{aligned}
 s_t^2 &= \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)} \\
 &= \frac{50(565,871) - (5,269)^2}{50(50-1)} \\
 &= \frac{28,293,550 - 27,762,361}{2,450} \\
 &= 216.81
 \end{aligned}$$

จากตาราง 21 จะได้ $n = 30$, $\sum s_i^2 = 33.95$, $s_t^2 = 216.81$

$$\begin{aligned} a &= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{33.95}{216.81} \right] \\ &= \frac{30}{29} \left[\frac{216.81 - 33.95}{216.81} \right] \\ &= 0.87 \end{aligned}$$



ภาคผนวก ข
คะแนนของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

- 1) คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 2) คะแนนวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
- 3) คะแนนวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตาราง 23 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 (20คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D^2				D	D^2
1	7	12	5	25	25	6	12	6	36
2	9	19	10	100	26	2	12	10	100
3	7	16	9	81	27	3	11	8	64
4	9	16	7	49	28	8	17	9	81
5	9	15	6	36	29	9	16	7	49
6	8	18	10	100	30	1	8	7	49
7	4	13	9	81	31	5	13	8	64
8	5	15	10	100	32	4	15	11	121
9	4	16	12	144	33	2	11	9	81
10	9	18	9	81	34	1	11	10	100
11	4	15	11	121	35	3	10	7	49
12	10	19	9	81	36	5	15	10	100
13	3	14	11	121	37	1	12	11	121
14	5	13	8	64	38	6	11	5	25
15	6	14	8	64	39	2	13	11	121
16	7	12	5	25	40	3	12	9	81
17	9	18	9	81	41	5	13	8	64
18	4	13	9	81	42	4	11	7	49
19	9	12	3	9	43	0	6	6	36
20	4	12	8	64	44	0	7	7	49
21	4	14	10	100	45	0	8	8	64
22	6	11	5	25					
23	5	14	9	81					
24	4	11	7	49	Σ	221	594	373	3,267

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร

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

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

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 221$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{221}{45} \\ &= 4.91\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 1,431$, $(\sum X)^2 = 48,841$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(1,431) - 48,841}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{64,395 - 48,841}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{15,554}{1,980}} \\
 &= 2.80
 \end{aligned}$$

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 594$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\
 &= \frac{594}{45} \\
 &= 13.23
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 8,242$, $(\sum X)^2 = 352,836$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(8,242) - 352,836}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{370,890 - 352,836}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{18,054}{1,980}} \\
 &= 3.02
 \end{aligned}$$

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 1

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

เนื่องจาก $\sum D = 373$, $\sum D^2 = 3,267$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$t = \frac{373}{\sqrt{\frac{45(3,267) - (373)^2}{45 - 1}}} ; df = 45 - 1$$

แทนค่า

$$= \frac{373}{\sqrt{\frac{147,015 - 139,129}{44}}} \\ = \frac{373}{13.38} \\ = 27.86$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 2

$$t = \frac{\bar{X} - m_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	m_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\bar{X} = 13.23$, $m_0 = 12$, $S = 3.02$ และ $n = 45$.

$$t = \frac{13.23 - 12}{\frac{3.02}{\sqrt{45}}} = 2.73$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

ตาราง 24 คะแนนวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 (20 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D^2				D	D^2
1	8	13	5	25	25	7	13	6	36
2	9	18	9	81	26	2	12	10	100
3	6	15	9	81	27	5	11	6	36
4	10	18	8	64	28	8	17	9	81
5	9	15	6	36	29	9	16	7	49
6	11	18	7	49	30	2	8	6	36
7	4	13	9	81	31	5	13	8	64
8	5	15	10	100	32	4	15	11	121
9	4	16	12	144	33	3	11	8	64
10	9	18	9	81	34	4	11	7	49
11	4	15	11	121	35	7	10	3	9
12	14	20	6	36	36	8	15	7	49
13	3	14	11	121	37	6	12	6	36
14	9	13	4	16	38	6	11	5	25
15	8	14	6	36	39	2	13	11	121
16	9	14	5	25	40	3	12	9	81
17	9	18	9	81	41	5	13	8	64
18	5	13	8	64	42	4	11	7	49
19	9	12	3	9	43	2	8	6	36
20	4	12	8	64	44	0	7	7	49
21	4	14	10	100	45	1	9	8	64
22	6	11	5	25					
23	5	14	9	81					
24	5	12	7	49	Σ	262	603	341	2,789

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร

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

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

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 262$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{262}{45} \\ &= 5.82\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 1,910$, $(\sum X)^2 = 68,644$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(1,910) - 68,644}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{85,950 - 68,644}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{17,306}{1,980}} \\
 &= 2.96
 \end{aligned}$$

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 603$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\
 &= \frac{603}{45} \\
 &= 13.41
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 8,451$, $(\sum X)^2 = 363,609$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(8,451) - 363,609}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{380,295 - 363,609}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{16,686}{1,980}} \\
 &= 2.90
 \end{aligned}$$

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 3

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

เนื่องจาก $\sum D = 341$, $\sum D^2 = 2,789$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$t = \frac{341}{\sqrt{\frac{45(2,789) - (341)^2}{45-1}}} ; df = 45-1$$

แทนค่า

$$= \frac{341}{\sqrt{\frac{125,505 - 116,281}{44}}}$$

$$= \frac{341}{14.47}$$

$$= 23.55$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 45-1 = 44$)

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 4

$$t = \frac{\bar{X} - m_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	m_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก $\bar{X} = 13.41$, $m_0 = 12$, $S = 2.90$ และ $n = 45$.

$$t = \frac{13.41 - 12}{\frac{2.90}{\sqrt{45}}} = 3.25$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

ตาราง 25 คะแนนวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (150 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D^2				D	D^2
1	75	135	60	3600	25	77	90	13	169
2	68	128	60	3600	26	77	93	16	256
3	45	90	45	2025	27	69	88	19	361
4	68	105	37	1369	28	60	105	45	2025
5	83	113	30	900	29	68	85	17	289
6	86	124	38	1444	30	72	99	27	729
7	60	98	38	1444	31	65	128	63	3969
8	68	120	52	2704	32	70	105	35	1225
9	68	90	22	484	33	95	123	28	784
10	75	113	38	1444	34	84	115	31	961
11	68	90	22	484	35	87	102	15	225
12	59	105	46	2116	36	78	128	50	2500
13	68	128	60	3600	37	76	101	25	625
14	60	113	53	2809	38	98	113	15	225
15	53	98	45	2025	39	67	92	25	625
16	75	135	60	3600	40	60	112	52	2704
17	83	143	60	3600	41	78	113	35	1225
18	65	100	35	1225	42	80	98	18	324
19	60	120	60	3600	43	59	97	38	1444
20	68	113	45	2025	44	95	121	26	676
21	53	120	67	4489	45	61	99	38	1444
22	60	135	75	5625					
23	97	125	28	784					
24	82	116	34	1156	Σ	3,223	4,964	1,741	78,937

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร

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

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

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
 ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 3,223$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\ &= \frac{3,223}{45} \\ &= 71.62\end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 237,365$, $(\sum X)^2 = 10,387,729$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(237,365) - 10,387,729}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{10,681,425 - 10,387,729}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{293,696}{1,980}} \\
 &= 12.18
 \end{aligned}$$

คะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
ปัญหาเป็นฐาน

เนื่องจาก $\sum X = 4,964$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\
 &= \frac{4,964}{45} \\
 &= 109.75
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\sum X^2 = 557,480$, $(\sum X)^2 = 24,641,296$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{45(557,480) - 24,641,296}{45(45-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{25,086,600 - 24,641,296}{45(44)}} \\
 &= \sqrt{\frac{445,304}{1,980}} \\
 &= 214.99
 \end{aligned}$$

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานข้อที่ 5

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนน การทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ ทดสอบหลังและก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem-Based Learning)
	n	แทน	จำนวนนักเรียน

เนื่องจาก $\sum D = 1,741$, $\sum D^2 = 78,937$ และ $n = 45$

แทนค่า

$$t = \frac{1,741}{\sqrt{\frac{45(78,937) - (1,741)^2}{45 - 1}}} ; df = 45 - 1$$

$$= 15.99$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.42 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

ภาคผนวก ค
ตารางการวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบ

1. ตารางการวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. ตารางการวิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตาราง 26 วิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื้อหาที่ออกข้อสอบ	มาตรฐานการ เรียนรู้ / ตัวชี้วัด	ระดับพฤติกรรม			
		ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
- แบบรูปและ ความสัมพันธ์	ค 4.1 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/3 ค 6.1 ม.1/4 ค 6.1 ม.1/5 ค 6.1 ม.1/6	1	3	2	1
- คำตอบของสมการ	ค 4.2 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/3 ค 6.1 ม.1/4	-	2	2	1
- สมบัติของการเท่ากัน	ค 4.2 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/2 ค 6.1 ม.1/4	1	1	1	1
- การแก้สมการเชิงเส้น ตัวแปรเดียว	ค 4.2 ม.1/1 ค 4.2 ม.1/2 ค 6.1 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/2 ค 6.1 ม.1/4 ค 6.1 ม.1/5	1	2	3	2
- การเขียนสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียวแทน สถานการณ์	ค 4.2 ม.1/2 ค 6.1 ม.1/4	-	2	2	2
- โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ สมการเชิงเส้นตัวแปร เดียว	ค 4.2 ม.1/2 ค 4.2 ม.1/3 ค 6.1 ม.1/1 ค 6.1 ม.1/2 ค 6.1 ม.1/4 ค 6.1 ม.1/5	-	1	5	4
รวม		3	11	15	11

ตาราง 27 วิเคราะห์เนื้อหาในการออกข้อสอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ลักษณะการวัดทักษะการเชื่อมโยง	มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด	ข้อที่ออก	รวม (จำนวนข้อ)
<u>ตอนที่ 1</u> วัดทักษะการเชื่อมโยงภายในวิชา คณิตศาสตร์	ค 4.1 ม.1/1 ค 4.2 ม.1/1	1 - 4	4
<u>ตอนที่ 2</u> วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่าง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	ค 4.2 ม.1/2 ค 4.2 ม.1/3	5 - 7	3
<u>ตอนที่ 3</u> วัดทักษะการเชื่อมโยงระหว่าง คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	ค 6.1 ม.1/1-6	8 - 10	3
			10



ภาคผนวก ง
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 21102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2556

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์

ผู้สอน นางสาวนันทิยา ไชยสะอาด

เวลา 2 คาบ

1. สาระ

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป(pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

ค 4.1 ม.1/1

วิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้

ค 6.1 ม.1/1

ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

ค 6.1 ม.1/2

ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.1/3

ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

ค 6.1 ม.1/4

ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม.1/5

เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

ค 6.1 ม.1/6

มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด

แบบรูป เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันอย่างมีเงื่อนไข ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์เหล่านั้นได้โดยใช้การสังเกต การวิเคราะห์หาเหตุผลสนับสนุนจนได้บทสรุปอันเป็นที่ยอมรับได้

เมื่อวิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ สามารถนำมาเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยใช้ตัวแปร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

- 4.1.1 วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้
- 4.1.2 อธิบายแบบรูปและความสัมพันธ์จากจำนวนที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
- 4.1.3 เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้

4.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ : นักเรียนมีความสามารถ

- 4.2.1 ในการแก้ปัญหา
- 4.2.2 ในการให้เหตุผล
- 4.2.2 ในการเชื่อมโยง
- 4.2.3 ในการสื่อสาร นำเสนอ
- 4.2.4 ในการคิดสร้างสรรค์

4.3 ด้านคุณลักษณะ : นักเรียน

- 4.3.1 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4.3.2 มีความกระตือรือร้น
- 4.3.3 มีความรับผิดชอบในการทำงาน

5. สาระการเรียนรู้

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวนซึ่งกำหนดให้ดังแบบรูปต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	...	n
จำนวน	3	6	9	12	15	...	3n

จากตารางจะเห็นว่า

จำนวนที่อยู่ในแถวของลำดับที่ เป็นจำนวนนับ 1, 2, 3, 4, ... และจำนวนที่อยู่ในแถวของจำนวน เป็น 3 เท่าของจำนวนที่เป็นลำดับที่ ซึ่งอยู่ในหลักเดียวกัน เช่น ลำดับที่ 2 จะสัมพันธ์กับ 6 ซึ่งเท่ากับ 3×2 และลำดับที่ 5 จะสัมพันธ์กับ 15 ซึ่งเท่ากับ 3×5 ถ้าเรามีลำดับที่ซึ่งยังไม่ได้ระบุจำนวนที่แน่นอนจะใช้อักษรภาษาอังกฤษ เช่น n แทนลำดับที่นั้น และจำนวนที่สัมพันธ์กับลำดับที่ n ซึ่งเป็น 3 เท่าของ n จะเขียนเป็น 3n ซึ่งหมายถึง $3 \times n$ เรียก n ว่า ตัวแปร

เมื่อทราบว่าลำดับที่ n สัมพันธ์กับจำนวน 3n แล้วเราก็สามารถหาจำนวนของลำดับที่เท่าไรก็ได้ เช่น หาจำนวนของลำดับที่ 99 ได้จาก 3×99 ซึ่งเท่ากับ 297

ในทางกลับกัน ถ้าต้องการหาว่าจำนวน 258 อยู่ในลำดับที่เท่าไรก็หาได้จาก 258 หาร ด้วย 3 หรือหาจำนวนมาแทน n ใน $3n$ เพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับ 258 ซึ่งจะได้ว่า 258 เป็น จำนวนในลำดับที่ 86

6. กิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

6.1.1 ครูเปิดวิดีโอการเลือกซื้อกระเบื้องลายต่างๆ โดยเน้นลายที่ต้องนำกระเบื้องมา ต่อกันเป็นชุด เช่น กระเบื้อง 4 แผ่น ต่อได้ 1 ชุด กระเบื้อง 8 แผ่น ต่อได้ 2 ชุด กระเบื้อง 12 แผ่น ต่อได้ 3 ชุด ฯลฯ เพื่อเตรียมความพร้อมของนักเรียนด้วยการนำเสนอสถานการณ์ต่างๆ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่จะเรียนรู้ต่อไป แล้วสนทนากับนักเรียนว่า “ในชีวิตประจำวันของเรามีสถานการณ์หลากหลายซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันของ ข้อความ ภาพ หรือจำนวนในลักษณะต่างๆ อยู่บ่อยครั้ง”

6.1.2 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างข้อความแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนต่างๆ ที่มี ลักษณะสำคัญบางอย่างร่วมกันในสถานการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนเคยพบมา 2-3 ตัวอย่าง แล้วร่วมกัน อภิปรายว่าข้อความที่นักเรียนยกตัวอย่างมานั้นเกี่ยวข้องกับแบบรูปอย่างไร

6.2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

6.2.1 กำหนดปัญหา

ครูเสนอ “ **สถานการณ์ที่ 1 ภาพฝาผนัง (Collage)** ” ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา ที่จะใช้ในการกระตุ้นการเรียนรู้ ซึ่งเป็นขั้นที่ครูจัดสถานการณ์ต่างๆ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความ สนใจและมองเห็นปัญหา จากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 - 5 คน

6.2.2 ทำความเข้าใจกับปัญหา

6.2.2.1 เมื่อครูนำเสนอปัญหาพร้อมทั้งแจกใบกิจกรรมที่ 1 “ **สถานการณ์ที่ 1 ภาพฝาผนัง (Collage)** ” ให้แต่ละกลุ่ม สมาชิกกลุ่มจะต้องร่วมกันเสนอแนวคิดเพื่อแก้ปัญหา ครูให้ นักเรียนเสนอแนวคิดย่อยๆ จากปัญหาที่กำหนด และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการร่วมกัน อภิปรายในการระบุแนวคิดย่อยๆ ถ้านักเรียนไม่มีแนวคิด ครูอาจจะใช้คำถามแนะแนวทาง ดังนี้

- จำนวนรูปของเจ้าของร้านที่นำมาทำเป็น *Callage* แต่ละภาพ มีจำนวน เท่ากันหรือไม่ อย่างไร (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบด้วยตนเองว่ามีข้อสงสัย เกี่ยวกับจำนวนรูปในการนำมาทำ *Callage* หรือไม่)
- เราสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนรูปของเจ้าของร้านที่นำมา ทำเป็น *Callage* แต่ละภาพ ได้อย่างไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนหารูปแบบการ เขียนแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนรูปในแต่ละภาพ)
- เราสามารถเขียนแสดงความสัมพันธ์ของลำดับที่ภาพ *Callage* กับจำนวน รูปเจ้าของร้านในภาพ ได้อย่างไรบ้าง (คำถามนี้ต้องการกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาวิธีการเขียนแสดง แบบรูปของความสัมพันธ์ของจำนวนที่กำหนดให้)

6.2.2.2 ครูคอยตรวจสอบความชัดเจนในการทำความเข้าใจปัญหาและการระบุปัญหาย่อยของแต่ละกลุ่ม ถ้ากลุ่มใดยังระบุปัญหาไม่ชัดเจน ครูต้องคอยกระตุ้นและช่วยเหลือ

6.2.2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาปัญหาและช่วยกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปเป็นข้อมูลของกลุ่ม หากมีประเด็นใดที่นักเรียนคนหนึ่งคนใดไม่เข้าใจ ครูให้กลุ่มช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่มให้มีความเข้าใจสอดคล้องตรงกัน

6.2.2.4 ครูชี้แจงเพิ่มเติมให้นักเรียนทราบว่า การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหานักเรียนจะต้องช่วยกันวิเคราะห์ปัญหาย่อยแต่ละข้อ ซึ่งต้องอาศัยเหตุผลและพื้นฐานความรู้เดิมและเพื่อให้ได้ความรู้ที่ต้องการ

6.2.3 กำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

6.2.3.1 นักเรียนจะต้องแบ่งประเด็นที่ต้องศึกษา และวางแผนขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

- ข้อเท็จจริงจากปัญหา คือ ข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์หรือปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการอภิปราย หรือข้อมูลความรู้เดิมที่เคยเรียนรู้มาแล้ว (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้นักเรียนทราบอะไรบ้างแล้ว ข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ปัญหานี้คืออะไร ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นี้มีอะไรบ้าง เราเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้หรือไม่)

- ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม คือ ข้อมูลที่ต้องนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนยังไม่รู้ จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า จากสถานการณ์ปัญหานี้มีประเด็นอะไรบ้างที่นักเรียนยังไม่ทราบ ประเด็นใดบ้างที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม)

- วิธีการศึกษาค้นคว้า คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อมูลที่ต้องการ (อาจจะใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนว่า นักเรียนจะมีวิธีการศึกษาหาความรู้ในสิ่งที่ยังไม่ทราบได้อย่างไร นักเรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลที่ต้องการได้จากที่ไหน อย่างไร)

6.2.3.2 หลังจากทีกลุ่มร่วมกันรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะร่วมตรวจสอบว่าเหมาะสมหรือไม่ ยังมีประเด็นใดที่ต้องอภิปรายเพิ่มเติมอีกบ้าง เมื่อเห็นว่าเหมาะสมแล้ว ก็ให้แต่ละกลุ่มสรุปแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ก่อนการลงมือปฏิบัติลงในใบกิจกรรม

6.2.3.3 ครูคอยสังเกตพฤติกรรมและตรวจสอบความชัดเจน และความสมเหตุสมผลของแนวทางที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม หากพบว่ายังไม่สมเหตุสมผลและยังเป็นไปไม่ได้ ครูสามารถซักถามถึงเหตุผลของการตัดสินใจและแนะให้ลองร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.4 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

เมื่อเตรียมการการศึกษาค้นคว้าแล้ว สมาชิกแต่ละคนของกลุ่มจะมีหน้าที่ความรับผิดชอบในการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ครูได้กำหนดไว้แล้ว เช่น ใบความรู้ หนังสือเรียน ซึ่งการศึกษาค้นคว้าจะทำงานกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลก็ได้

ในการศึกษาค้นคว้าสมาชิกในกลุ่มจะต้องศึกษาอย่างละเอียดให้เข้าใจ สามารถอธิบายให้สมาชิกคนอื่นเข้าใจได้

6.2.5 สังเคราะห์ความรู้

6.2.5.1 นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนร่วมมือกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ภายในกลุ่มว่าความรู้ที่ได้มามีความเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด ถ้าเหมาะสมและเพียงพอก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ถ้ายังไม่เพียงพอกลุ่มต้องช่วยกันค้นคว้าเพิ่มเติมรวมถึงทบทวนข้อมูลที่ได้มาอีกครั้ง

6.2.5.1 ครูคอยสังเกตนักเรียนถ้าพบกลุ่มใดมีปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้ ครูต้องคอยกระตุ้นให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายอีกครั้ง

6.2.6 เสนอผลงานและประเมินค่าของคำตอบ

6.2.6.1 ครูสุ่มนักเรียนเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มรายงานผลการศึกษาค้นคว้า โดยให้รายงานตามหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกกลุ่ม ปัญหา ข้อเท็จจริงจากปัญหา ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลสรุปที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นซักถาม เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ข้อมูลที่แตกต่างออกไป

6.2.6.2 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจากสถานการณ์ที่ 1 ภาพฝาผนัง (Collage) ในแง่ของปัญหาที่พบเจอในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้และสิ่งที่ส่งเสริมการเรียนรู้

6.3 ขั้นสรุป

6.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด รวมทั้งปัญหาหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และหากยังมีประเด็นไหนที่ไม่สมบูรณ์ครูกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอีกครั้ง

6.3.2 ครูแจกใบงานที่ 1 เพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเป็นรายบุคคล ถ้าหากทำไม่เสร็จให้ทำต่อเป็นการบ้านและนำส่งก่อนเรียนคาบต่อไป

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งเรียนรู้

7.1 ใบกิจกรรมที่ 1 “ สถานการณ์ภาพฝาผนัง (Collage) ”

7.2 ใบความรู้ที่ 1

7.3 ใบงานที่ 1

7.4 หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กระทรวงศึกษาธิการ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
ด้านความรู้ 1. วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ 2. อธิบายแบบรูปและความสัมพันธ์จากจำนวนที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 3. เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้	ตรวจใบกิจกรรมและใบงาน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ 1. ในการแก้ปัญหา 2. ในการให้เหตุผล 3. ในการเชื่อมโยง 4. ในการสื่อสาร นำเสนอ 5. ในการคิดสร้างสรรค์	ตรวจใบกิจกรรมใบงานและการสังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- ใบกิจกรรม - ใบงาน - แบบประเมินใบกิจกรรม - แบบประเมินใบงาน	ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น 2. มีความกระตือรือร้น 3. มีความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตจากการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	- แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำแบบฝึกหัด ใบกิจกรรม ใช้เกณฑ์ดังนี้

80% ขึ้นไป	หมายถึง	ดีมาก
70-79%	หมายถึง	ดี
60-69%	หมายถึง	ปานกลาง
50-59%	หมายถึง	ผ่าน
ต่ำกว่า 50%	หมายถึง	ปรับปรุง

9. บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

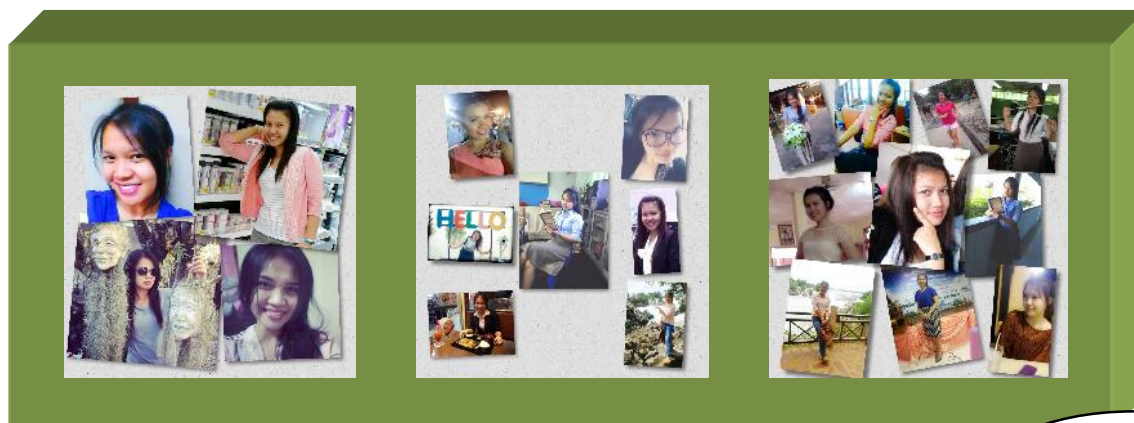
.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน
(นางสาวนันธิยา ไชยสะอาด)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ใบกิจกรรมที่ 1	แบบรูปและความสัมพันธ์
วิชา ค 21102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สถานการณ์ที่ 1 ภาพฝาผนัง (Collage)

เที่ยงวันหนึ่งหนูจอยและครอบครัวได้เข้าไปรับประทานอาหารในร้าน คณิตคิดอร่อย ซึ่งบรรยากาศภายในร้านสวยงามและแปลกตาดี พื้นปูด้วยกระเบื้องลวดลายต่างๆ ฝาผนังตกแต่งด้วยภาพติดฝาผนังหลากหลายรูปแบบ ทั้งภาพถ่าย ภาพวาด ภาพทิวทัศน์ ภาพสามมิติ แต่ที่หนูจอยสะดุดตามากจนต้องหยุดยืนดู คือ ภาพที่เกิดจากการใช้เทคนิค Collage สร้างเรียงติดกันสามภาพชวนให้คิด (หนูจอยทราบภายหลังว่าเป็นรูปของเจ้าของร้าน) ดังรูป



ว้าวสวยจัง แต่ 3 รูปนี้
เหมือนมีอะไรพิเศษนะ



*** คอลลาจ (Collage) เป็นศิลปะของการตัดแปะ ที่เกิดจากการนำรูปถ่าย รูปภาพ กระดาษ ส่วนของกระดาษหนังสือพิมพ์ เชือก หรือวัสดุต่าง ฯลฯ มาวางแปะซ้อนทับกันหรือวางชิดใกล้ๆ กันบนพื้นผิว 2 มิติ และยังอาจผสมได้กับเทคนิคอื่นๆ ของการเขียนภาพ เช่น sketch หรือ painting ***

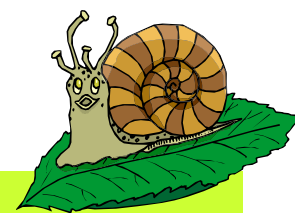
จากสถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการดังนี้

1. ถ้านักเรียนเป็นหนูจอยและต้องการออกแบบภาพให้สอดคล้องกับภาพทั้งสาม เพื่อนำไปติดฝาผนังต่อจากภาพที่ 3 นักเรียนจะออกแบบอย่างไร เพราะเหตุใด
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบภาพติดฝาผนังภาพที่ 5 และภาพที่ 8
3. นักเรียนคิดว่าภาพ Collage ที่ติดฝาผนังเรียงกันสามภาพ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพราะเหตุใด
4. ถ้านักเรียนต้องการสร้างภาพ Collage ติดฝาผนังเรียงต่อกัน 7 ภาพ นักเรียนจะต้องใช้รูปของเจ้าของร้านทั้งหมดกี่รูป
5. ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของภาพ Collage ที่ติดฝาผนัง จำนวนรูปของเจ้าของร้านของภาพที่ n เท่ากับกี่รูป

กรอบแนวคิด

ข้อเท็จจริงจากปัญหา	ประเด็นที่ต้องศึกษาเพิ่มเติม	วิธีการศึกษา / แหล่งค้นคว้า

ใบความรู้ที่ 1



เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์ของจำนวน

แบบรูปของจำนวน

พิจารณาจำนวนธรรมชาติต่อไปนี้

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, ...

เราสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่อยู่ต่อจาก 10 คือ 11, 12, 13, 14 และสามารถบอกจำนวนต่อไปได้

การที่เราสามารถบอกได้ เพราะจำนวนธรรมชาติเป็นลำดับของจำนวนที่มีแบบรูปเฉพาะตัวของมัน คือ “ เริ่มต้นที่ 1 แล้วจำนวนถัดมาจะมากกว่าจำนวนก่อนหน้านั้นอยู่ 1 ”

แต่ละจำนวนที่อยู่ในลำดับ เรียกว่า *เทอม* หรือ *จำนวนในลำดับที่*

ตัวอย่างของแบบรูปของจำนวนอื่น ๆ

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 1. การเพิ่มทีละ 2 เช่น | 2, 4, 6, 8, 10, ... |
| | 3, 5, 7, 9, 11, ... |
| 2. การลดทีละ 3 เช่น | 21, 18, 15, 12, 9, ... |
| | 100, 97, 94, 91, ... |
| 3. การเพิ่มขึ้น 5 เท่า เช่น | 1, 5, 25, 125, ... |
| | 2, 10, 50, 250, ... |
| 4. การคูณด้วย 7 เช่น | 7, 14, 21, 28, 35, ... |
| | 77, 84, 91, 98, ... |
| 5. การยกกำลังสอง เช่น | 1, 4, 9, 16, 25, ... |
| 6. การยกกำลังสาม เช่น | 1, 8, 27, 64, ... |
| 7. การหารด้วย 2 เช่น | 10, 5, 2.5, 1.25, ... |
| | 64, 32, 16, 8, 4, ... |

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวนซึ่งกำหนดให้ดังแบบรูปต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	...	n
จำนวน	3	6	9	12	15	...	3n

จากตารางจะเห็นว่า

จำนวนที่อยู่ในแถวของลำดับที่ เป็นจำนวนนับ 1, 2, 3, 4, ... และจำนวนที่อยู่ในแถวของจำนวน เป็น 3 เท่าของจำนวนที่เป็นลำดับที่ ซึ่งอยู่ในหลักเดียวกัน เช่น ลำดับที่ 2 จะสัมพันธ์กับ 6 ซึ่งเท่ากับ 3×2 และลำดับที่ 5 จะสัมพันธ์กับ 15 ซึ่งเท่ากับ 3×5 ถ้าเรามีลำดับที่ซึ่งยังไม่ได้รับจำนวนที่แน่นอนจะใช้อักษรภาษาอังกฤษ เช่น n แทนลำดับที่นั้น และจำนวนที่สัมพันธ์กับลำดับที่ n ซึ่งเป็น 3 เท่าของ n จะเขียนเป็น 3n ซึ่งหมายถึง $3 \times n$ เรียก n ว่า ตัวแปร

เมื่อทราบว่าลำดับที่ n สัมพันธ์กับจำนวน 3n แล้วเราก็สามารถหาจำนวนของลำดับที่เท่าไรก็ได้ เช่น หาจำนวนของลำดับที่ 99 ได้จาก 3×99 ซึ่งเท่ากับ 297

ในทางกลับกัน ถ้าต้องการหาว่าจำนวน 258 อยู่ในลำดับที่เท่าไรก็หาได้จาก 258 หารด้วย 3 หรือหาจำนวนมาแทน n ใน 3n เพื่อให้ได้ผลคูณเท่ากับ 258 ซึ่งจะได้ว่า 258 เป็นจำนวนในลำดับที่ 86

ตัวอย่างการหาแบบรูปของลำดับจำนวน เช่น

ตัวอย่างที่ 1 จงหาจำนวนในลำดับที่ 10 ของแบบรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้

$$(1) 2, 6, 10, 14, \dots, 50$$

$$(2) 3, 6, 12, 24, 48, \dots, 3,072$$

วิธีทำ ให้จำนวนในลำดับที่ 1, จำนวนในลำดับที่ 2, จำนวนในลำดับที่ 3, ... เขียนแทนด้วย

$a_1, a_2, a_3, \dots$ ตามลำดับ

$$(1) \quad a_1 = 2 = 2 + (0 \times 4)$$

$$a_2 = 6 = 2 + (1 \times 4)$$

$$a_3 = 10 = 2 + (2 \times 4)$$

$$a_4 = 14 = 2 + (3 \times 4)$$

$$\vdots$$

$$a_{13} = 50 = 2 + (12 \times 4)$$

$$\text{ดังนั้น } a_{10} = 2 + (9 \times 4) = 38$$

$$(2) \quad a_1 = 3 = 3 \times 2^0$$

$$a_2 = 6 = 3 \times 2^1$$

$$a_3 = 12 = 3 \times 2^2$$

$$a_4 = 24 = 3 \times 2^3$$

$$\vdots$$

$$a_{11} = 3,072 = 3 \times 2^{10}$$

$$\text{ดังนั้น } a_{10} = 3 \times 2^9 = 1,536$$

ตอบ จำนวนในลำดับที่ 10 เท่ากับ 38

ตอบ จำนวนในลำดับที่ 10 เท่ากับ 1,536

ตัวอย่างที่ 2 จากแบบรูป 4 , 12 , 20 , 28 , ... , 116 จงหา

- (1) จำนวนในลำดับที่ 10 ของแบบรูป
- (2) จำนวนในลำดับที่ n ของแบบรูป
- (3) ถ้าจำนวนในลำดับที่ n เท่ากับ 108 จงหา n

วิธีทำ

- (1) จำนวนในลำดับที่ 1 , จำนวนในลำดับที่ 2 , จำนวนในลำดับที่ 3 , ...

เขียนแทน ด้วย $a_1, a_2, a_3, \dots$ ตามลำดับ

$$a_1 = 4 = (8 \times 1) - 4$$

$$a_2 = 12 = (8 \times 2) - 4$$

$$a_3 = 20 = (8 \times 3) - 4$$

$$a_4 = 28 = (8 \times 4) - 4$$

$$\vdots \qquad \qquad \qquad \vdots$$

$$a_{15} = 116 = (8 \times 15) - 4$$

$$\text{ดังนั้น } a_{10} = (8 \times 10) - 4 = 76$$

- (2) จำนวนในลำดับที่ n คือ $a_n = (8 \times n) - 4$

- (3) เขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อหาว่า 108 เป็นจำนวนในลำดับที่เท่าไรของแบบรูป

$$(8 \times n) - 4 = 108$$

จากการแทนค่า n จะได้

$$(8 \times 14) - 4 = 108$$

$$\text{ดังนั้น} \qquad \qquad n = 14$$

นั่นคือ 108 เป็นจำนวนในลำดับที่ 14 ของแบบรูป

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ใบงานที่ 1	แบบรูปและความสัมพันธ์
วิชา ค 21102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตอนที่ 1

คำชี้แจง จงเติมจำนวนลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ตามแบบรูปที่กำหนดให้

1) 5, 8, 11, _____, _____, _____

2) 0, 10, 20, _____, _____, _____

3) 52, 59, 66, _____, _____, _____

4) 80, 73, 66, _____, _____, _____

5) 37, _____, 55, 64, _____, _____

6) 59, _____, 51, 47, _____, _____

7) _____, 40, 33, _____, _____, 12

8) 16, 8, 4, _____, _____, _____

9) 3, 8, 13, _____, _____, _____

10) 2, 6, 18, _____, _____, _____



ตอนที่ 2

คำชี้แจง จงหาจำนวนในลำดับที่ n ของแบบรูปของจำนวนต่อไปนี้

(1) 1 , 4 , 7 , 10 , 13 , ... , 31

.....

.....

.....

.....

.....

(2) 2 , 4 , 8 , 16 , 32 , ... , 1,042

.....

.....

.....

.....

.....

(3) 5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 30 , ...

.....

.....

.....

.....

.....

(4) 4 , -1 , -6 , -11 , -16 , ...

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3

คำชี้แจง จากแบบรูป 7 , 11 , 15 , 19 , 23 , ... , 71 จงหา

- (1) จำนวนในลำดับที่ 12
- (2) จำนวนในลำดับที่ n
- (3) ถ้าจำนวนในลำดับที่ n เท่ากับ 64 จงหา n

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

เกณฑ์การให้คะแนน

คุณลักษณะ มีความรับผิดชอบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ส่งงานก่อนหรือตรงกำหนดเวลานัดหมาย - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย เป็นระบบแก่ผู้อื่นและแนะนำชักชวนให้ผู้อื่นปฏิบัติ
2 ดี	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ - รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	- ส่งงานช้ากว่ากำหนด - ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

คุณลักษณะ ความมีระเบียบวินัย

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- สมุดงาน ชินงาน สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	- สมุดงาน ชินงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	- สมุดงาน ชินงาน ไม่ค่อยเรียบร้อย - ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดให้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

คุณลักษณะ ทำงานเป็นระบบ

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- มีการวางแผนการดำเนินงานเป็นระบบ - การทำงานมีครบทุกขั้นตอน
2 ดี	- มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานมีไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน - การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

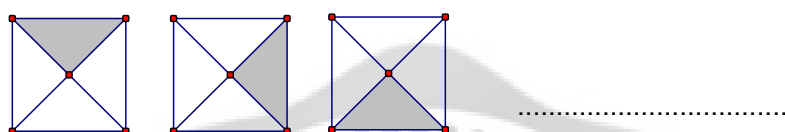
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน

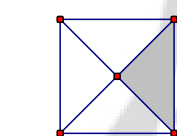
เวลา 50 นาที

คำชี้แจง จงพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย × ลงใน
กระดาษคำตอบ

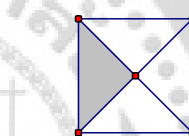
ข้อ 1.



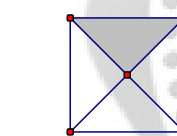
จากแบบรูปที่กำหนดให้ รูปถัดไปตรงกับข้อใด



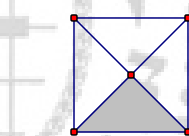
ก.



ข.



ค.



ง.

ข้อ 2. จำนวนถัดไปจากแบบรูป 1, 1, 2, 3, 5, 8 ตรงกับข้อใด

ก. 11

ข. 12

ค. 13

ง. 14

ข้อ 3. จำนวนในลำดับที่ 7 และ 10 ของแบบรูป 1, 3, 6, 10, 15, ... , 91 ตรงกับข้อใด ตามลำดับ

ก. 21 และ 55

ข. 28 และ 55

ค. 28 และ 56

ง. 36 และ 66

ข้อ 4. ถ้าจำนวนในลำดับที่ n จากแบบรูป 5, 9, 13, 17, 21, ... เท่ากับ 121 แล้ว จงหา n

ก. 30

ข. 32

ค. 35

ง. 40

ข้อ 5. กำหนดตารางแบบรูปและความสัมพันธ์ของจำนวนผลไม้ต่างๆ ดังนี้

ส้ม (ผล)	มะม่วง (ผล)	ชมพู่ (ผล)	รวม (ผล)
1	2	3	6
2	4	6	12
3	6	9	18
4	8	12	24
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
n			

ถ้ามีส้ม 15 ผล จะมีผลไม้รวมกันทั้งหมดกี่ผล

ก. 90 ผล

ข. 100 ผล

ค. 112 ผล

ง. 124 ผล

ข้อ 6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการ

ก. เจ็ดไม่เท่ากับสิบ

ข. เก้าน้อยกว่าสิบเอ็ด

ค. แปดมากกว่าห้าอยู่สาม

ง. สองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่าห้า

ข้อ 7. จำนวนในวงเล็บ [] ในข้อใด ไม่ใช่ คำตอบของสมการที่กำหนดให้

ก. $10 + x = 25$

[15]

ข. $-27 = y - 18$

[-9]

ค. $\frac{m}{2} - 1 = 14$

[30]

ง. $5n + 1 = 2 + 5n$

[0]

ข้อ 8. " เศษสองส่วนสามของผลบวกของสองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งกับ 5 เท่ากับ 10 "

ถ้าให้ x แทนจำนวนจำนวนนั้นแล้ว ประโยคสัญลักษณ์ที่แทนข้อความดังกล่าวคือสมการในข้อใด

ก. $\frac{2}{3}(2x) + 5 = 10$

ข. $\frac{2}{3}(2x + 5) = 10$

ค. $\frac{2}{3}x + 5 = 10$

ง. $2\left(\frac{2}{3}x + 5\right) = 10$

ข้อ 9. ข้อความ " ผลบวกของสามเท่าของจำนวนหนึ่งกับสองมากกว่าห้าอยู่เจ็ด " เขียนเป็นสมการได้ดังข้อใด

ก. $3(x + 2) + 5 = 7$

ข. $3(x + 2) - 5 = 7$

ค. $3x + 2 = 7 - 5$

ง. $(3x + 2) - 5 = 7$

ข้อ 10. ถ้าต้องการแก้สมการ $8(x-3)=24$ จะต้องใช้สมบัติการเท่ากันใด ตามลำดับ

- ก. สมบัติการแจกแจง สมบัติการบวก สมบัติการคูณ
- ข. สมบัติการคูณ สมบัติการบวก
- ค. สมบัติการคูณ สมบัติการลบ
- ง. มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้อ

ข้อ 11. ข้อใดเป็นสมบัติสมมาตร

- ก. $a = a$
- ข. ถ้า $a = b$ แล้ว $b = a$
- ค. ถ้า $a = b$ แล้ว $a + 1 = b + 1$
- ง. ถ้า $a = b$ และ $b = c$ แล้ว $a = c$

ข้อ 12. ถ้า $7x+4=18$ แล้ว $\frac{2x-6}{8}$ มีค่าเท่าไร

- ก. $-\frac{1}{4}$
- ข. $-\frac{1}{2}$
- ค. $\frac{1}{8}$
- ง. $-\frac{5}{4}$

ข้อ 13. คำตอบของสมการในข้อใดต่างจากข้ออื่น

- ก. $5(x+2)=8$
- ข. $5x=-2$
- ค. $5(x-4)=10$
- ง. $5x-8=-10$

ข้อ 14. ถ้า y คือคำตอบของสมการ $\frac{16}{5}y=4+\frac{1}{5}y$ แล้ว y มีค่าเท่าไร

- ก. $\frac{4}{3}$
- ข. $\frac{3}{4}$
- ค. $\frac{20}{17}$
- ง. $-\frac{4}{3}$

ข้อ 15. 5 เป็นคำตอบของสมการในข้อใด

- ก. $\frac{x+10}{5}=\frac{x+5}{10}$
- ข. $b \times b = 15 - 2b$
- ค. $3x+7=6x-8$
- ง. $\frac{1}{2}(c+3)=1$

ข้อ 16. จำนวนคู่สามจำนวนเรียงกันรวมกันเท่ากับ 120 จำนวนที่น้อยที่สุดเป็นเท่าไร

- ก. 36
- ข. 38
- ค. 40
- ง. 42

ข้อ 17. ที่บ้านของกนกพรเลี้ยงหมูและไก่จำนวนหนึ่ง ซึ่งนับดูแล้วมีไก่ 30 ตัว มีขาของหมูและไก่รวมกัน 124 ขา อยากทราบว่า มีหมูทั้งหมดกี่ตัว

ก. 16 ตัว

ข. 18 ตัว

ค. 20 ตัว

ง. 24 ตัว

ข้อ 18. ครูซื้อสมุดมาจำนวนหนึ่ง นำมารวมกับสมุดที่มีอยู่เดิมอีก 126 เล่ม แจกให้นักเรียน 47 คน คนละ 6 เล่ม ปรากฏว่าแจกได้พอดี ครูซื้อสมุดมาก็เล่ม

ก. 282 เล่ม

ข. 196 เล่ม

ค. 156 เล่ม

ง. 148 เล่ม

ข้อ 19. เมื่อ 5 ปีที่แล้ว บิดามีอายุเป็น 3 เท่าของอายุบุตร ถ้าปัจจุบันบิดามีอายุ 44 ปี ปัจจุบันบุตรมีอายุกี่ปี

ก. 16 ปี

ข. 17 ปี

ค. 18 ปี

ง. 19 ปี

ข้อ 20. ลุงซิดแบ่งที่ดินให้ลูกสองคนโดยทำเป็น 2 แปลง ถ้าแปลงที่หนึ่งเป็น $\frac{3}{4}$ ของแปลงที่สอง อยากทราบว่าแปลงที่หนึ่งมีขนาดกี่ไร่ ถ้าลุงซิดมีที่ดินทั้งหมด 147 ไร่

ก. 84 ไร่

ข. 80 ไร่

ค. 72 ไร่

ง. 63 ไร่

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

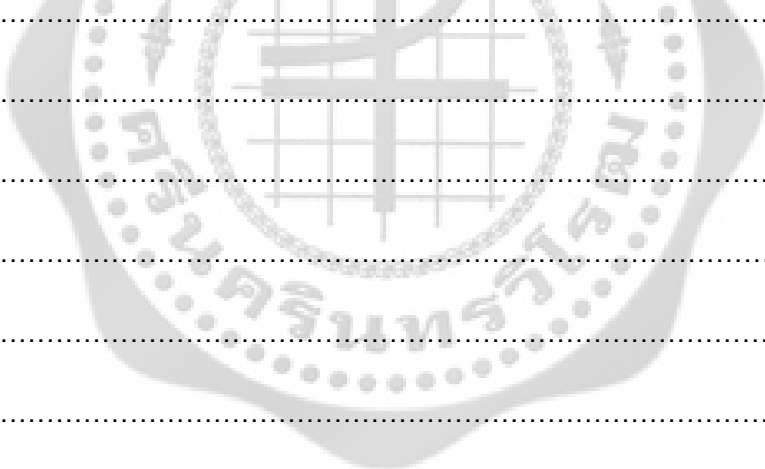
จำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน

เวลา 50 นาที

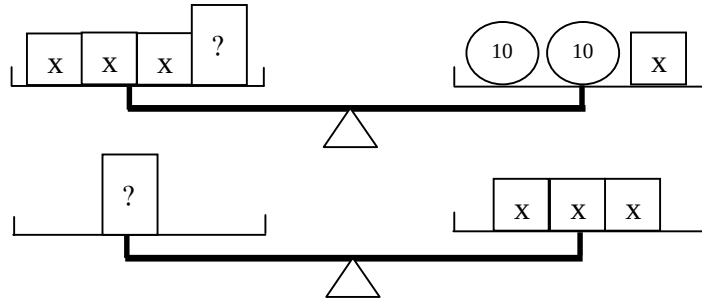
คำชี้แจง จงแสดงวิธีทำอย่างละเอียด

ข้อ 1. สนามหญ้าของโรงเรียนมัธยมวัดกุฎีชัย มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีด้านยาวยาวกว่าสองเท่าของด้านกว้างอยู่ 3 เมตร ถ้าเส้นรอบรูปของสนามหญ้ายาว 120 เมตร จงหาว่า สนามหญ้าแห่งนี้มีพื้นที่กี่ตารางเมตร

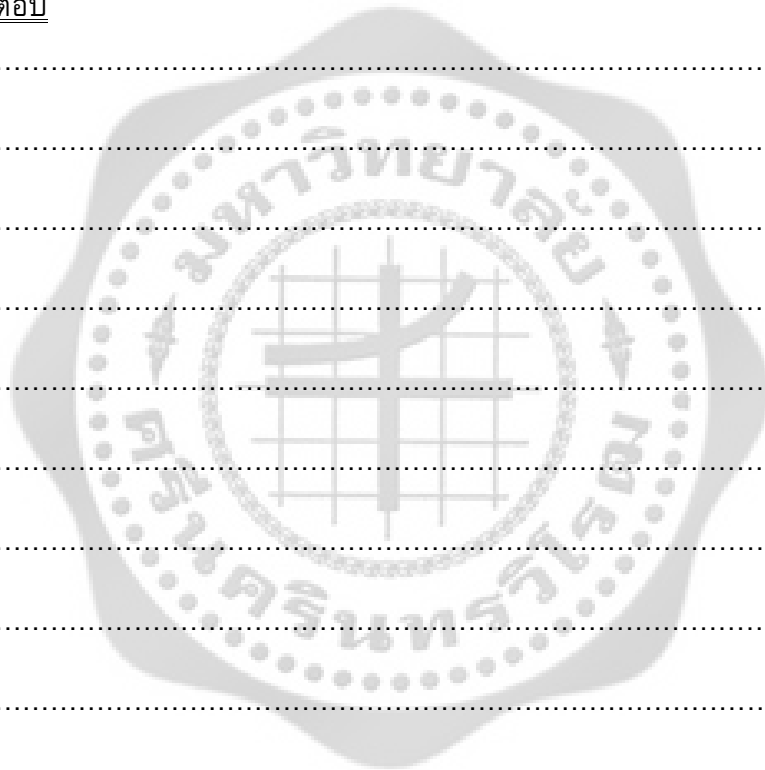
แนวคิดและคำตอบ



ข้อ 2. รูปข้างล่าง แสดงถึงการที่ตราซึ่งทั้งสองข้างสมดุลกัน ในรูป 2 รูปข้างล่าง กล่องที่มีสัญลักษณ์ x แต่ละกล่องมีน้ำหนักเท่ากัน น้ำหนักของกล่องใบใหญ่ที่สุดเป็นเท่าใด

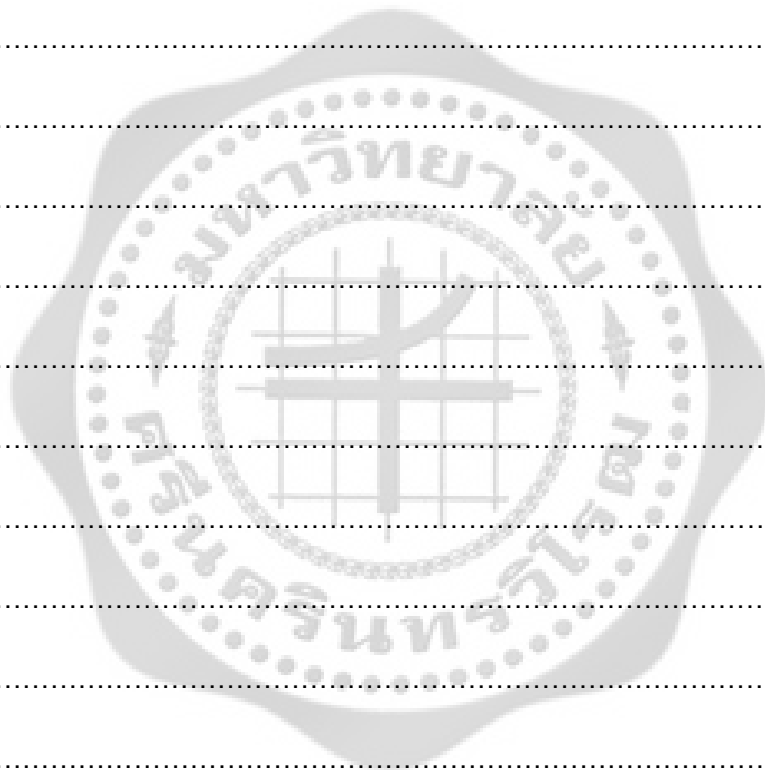


แนวคิดและคำตอบ



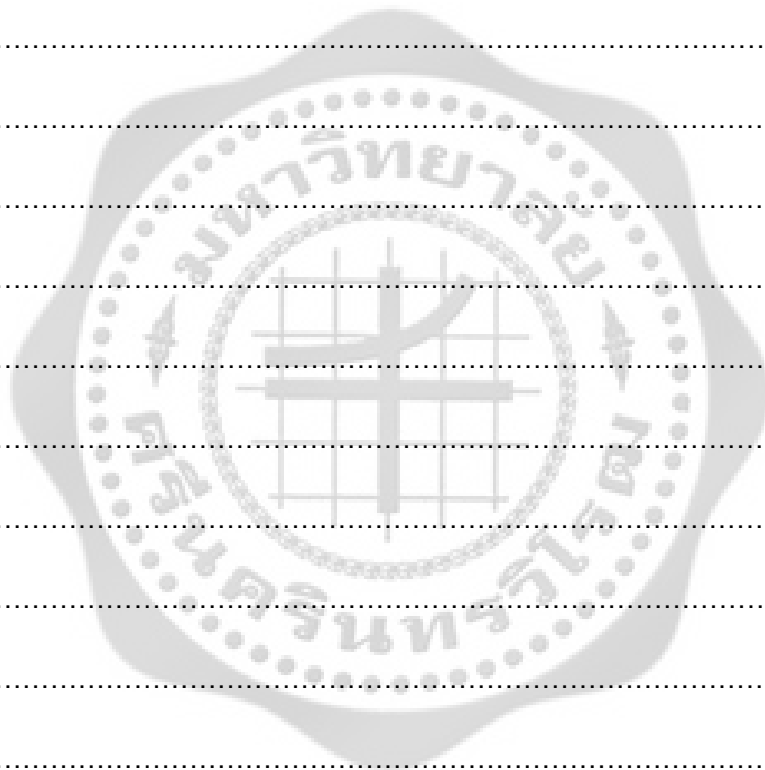
ข้อ 3. รถยนต์โดยสารคันหนึ่งแล่นจากเมืองหนึ่งไปยังอีกเมืองหนึ่งเป็นประจำทุกวัน คนขับสังเกตเห็นว่า ถ้าเขาขับรถด้วยความเร็วชั่วโมงละ $52\frac{1}{2}$ กิโลเมตร จะถึงปลายทางช้าไป 10 นาที แต่จะเข้าไปเพียง 1 นาที 20 วินาที เท่านั้น ถ้าเขาขับรถชั่วโมงละ 54 กิโลเมตร จงหาว่าเมืองทั้งสองห่างกันอยู่เท่าไร

แนวคิดและคำตอบ



ข้อ 4. ร้านค้าแห่งหนึ่งติดราคากระเป๋ากีฬาคือเป็นเงินจำนวนหนึ่ง ถ้าท่านดาดกลงใจซื้อกระเป๋าใบนั้น จะได้รับส่วนลด $\frac{1}{9}$ ของราคากระเป๋าคือติดไว้ แต่ท่านดามีเงินสดเพียง $\frac{5}{9}$ ของราคากระเป๋าคือติดไว้ ดังนั้น ท่านดาดต้องไปถอนเงินจากตู้ ATM ของธนาคารเพิ่ม 500 บาท อยากทราบว่ กระเป๋าใบนี้ติดราคาไว้เท่าไร

แนวคิดและคำตอบ



แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง

1. ข้อความในแบบวัดเจตตินี้เป็นความรู้สึก ความคิดเห็นที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อความว่าตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนมากน้อยเพียงใด
3. แบบวัดเจตคติฉบับนี้เป็นมาตราส่วนประมาณค่าแบบ 5 ระดับ คือ
 - 5 หมายความว่า เห็นด้วยกับข้อความนั้นอย่างยิ่ง
 - 4 หมายความว่า เห็นด้วยกับข้อความนั้น
 - 3 หมายความว่า ไม่แน่ใจกับข้อความนั้น
 - 2 หมายความว่า ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น
 - 1 หมายความว่า ไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นอย่างยิ่ง
4. ในแต่ละข้อของแบบสอบถามให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน
5. โปรดตอบแบบวัดเจตคติทุกข้อ

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
(0)	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ	✓				
(00)	การเรียนคณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน		✓			

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบ					
2	การเรียนคณิตศาสตร์เข้าใจง่ายเพราะมีขั้นตอน					
3	นักเรียนสนุกกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
4	นักเรียนไม่ชอบการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์					
5	นักเรียนคิดว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นการส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
6	นักเรียนไม่ชอบเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เลย					
7	นักเรียนไม่มีความสุขที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์เลย					
8	นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผ่านไปช้ามาก					
9	นักเรียนรู้สึกมั่นใจในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
10	นักเรียนรู้สึกว่าตนเองไม่สามารถทำความเข้าใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้					
11	นักเรียนมักจะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวันเสมอ					
12	นักเรียนคิดว่าการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ใช่สิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน แม้ไม่มีความรู้ก็ไม่เดือดร้อน					
13	นักเรียนรู้สึกภูมิใจเมื่อแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ข้อที่ยากๆ ได้					
14	นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการคำนวณที่ซับซ้อน					
15	นักเรียนไม่กล้าซักถามอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์					
16	นักเรียนรู้สึกประหม่าหรือกลัวเมื่อครูให้ออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน					
17	นักเรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์					

ข้อที่	ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
18	วิชาคณิตศาสตร์มีแต่เรื่องเก่าๆ ไม่ทันสมัย					
19	วิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนมากขึ้น					
20	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย					
21	วิชาคณิตศาสตร์ฝึกให้คนตัดสินใจอย่างมีเหตุผล					
22	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยากถ้าใช้ความพยายาม					
23	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนไม่ชอบที่สุด					
24	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำลายความสามารถ					
25	นักเรียนชอบอ่านวารสารและหนังสืออื่นๆ ที่เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์นอกเหนือจากตำราเรียน					
26	วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ					
27	นักเรียนรู้สึกที่วิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมเกินไป					
28	นักเรียนรู้สึกประหม่าและวิตกกังวลในการทำข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์					
29	นักเรียนรู้สึกเครียดเมื่อต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
30	นักเรียนไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์					



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ขวัญ เพียชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร

2. นายเกษม วิจิโน

รองผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3. นางเยาวเรศ จตุพรสวัสดิ์

ครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวนันธิยา ไชยสะอาด
วันเดือนปีเกิด	21 กรกฎาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร
ที่อยู่ปัจจุบัน	194 หมู่ 3 บ้านนาสะโน ตำบลนาสะเมิง อำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร 49120
ตำแหน่งหน้าที่	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์ เขตพระนคร 10200

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนดอนตาลวิทยา จังหวัดมุกดาหาร
พ.ศ.2549	การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ.2557	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ