

ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถใน
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์
ของ
รัชดา ยাত্রา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2549

ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถใน
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ

ของ

รัชดา ยাত্রา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2549

รัชดา ยাত্রา. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์.

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน ดำเนินการโดยใช้กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมจำนวน 8 คาบ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำการทดลองโดยการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชุดเดียวกัน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Dependent นอกจากนี้ได้มีการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์กับค่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test one group

ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF PROVIDING MATHEMATICS ACTIVITIES USING CONNECTION SKILLS
ON MATHAYOMSUKSA I STUDENTS' MATHEMATICAL REASONING ABILITY

AN ABSTRACT
BY
RATCHADA YATRA

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

May 2006

Ratchada Yatra. (2006). *The Effect of Providing Mathematics Activities Using Connection Skills on Mathayomsuksa I Students' Mathematical Reasoning Ability*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya.

The purpose of this research was to study the effect of providing mathematics activities using connection skills on mathayomsuksa I students' mathematical reasoning ability.

The subjects of this study were 15 Mathayomsuksa I students in the second semester of 2005 academic year at Patumwan Demonstration School, Bangkok. The experimental group was taught through the mathematics activities using connection skills for 8 fifty – minute periods. The experimental design was one group pretest – posttest design. The data were statistically analyzed by using t – test dependent and t – test one group.

The findings were as follows :

1. Students' mathematical reasoning ability after providing mathematics activities using connection skills was statistically higher than before providing the activities at the .01 level of significance.

2. Students' mathematical reasoning ability after providing mathematics activities using connection skills was statistically higher than the criterion of 80 percents at the .01 level of significance.

ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถใน
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สารนิพนธ์
ของ
รัชดา ยাত্রา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาเอาใจใส่ให้คำปรึกษา ตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องและให้คำแนะนำอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมาลัย นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ทำให้สารนิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ประสาท สอำนาจศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน ซึ่งผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ดารารวรรณ เหลืองอร่ามโชติ และเพื่อนร่วมงานในสถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้กรุณาให้โอกาส และมีส่วนส่งเสริมความก้าวหน้า ทางวิชาการแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด พร้อมทั้งให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำสารนิพนธ์จนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี และเพื่อน ๆ พี่ ๆ วิชาเอกการมัธยมศึกษาทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจและคำแนะนำใน การทำสารนิพนธ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ท้ายสุดนี้ คุณประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา และครอบครัวที่ อุตุนิกำลังใจด้วยความห่วงใย ตลอดจน ครู อาจารย์ ที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

รัชดา ยาดตรา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	8
ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	8
วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	9
ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	10
ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	11
บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	12
กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์.....	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	15
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง.....	18
ความหมายของการเชื่อมโยง.....	19
มาตรฐานของการเชื่อมโยง.....	19
แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง.....	21
ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ.....	31
ประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง.....	34
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์.....	38
ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	38
ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	41
แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	44
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	48
การกำหนดประชากร.....	48
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	49
วิธีการดำเนินการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	55
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	63
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	63
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	63
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	63
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	66
อภิปรายผล.....	66

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ)	
ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า.....	68
ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	71
ภาคผนวก.....	80
ภาคผนวก ก.....	81
ภาคผนวก ข.....	87
ภาคผนวก ค.....	109
ภาคผนวก ง.....	123
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์.....	125

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 สัดส่วนของการปรับปรุงพื้นที่.....	27
2 จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่	30
3 แบบแผนของการวิจัย.....	49
4 เกณฑ์การให้คะแนน.....	53
5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้ t – test Dependent.....	61
6 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะ การเชื่อมโยง ในการผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 โดยใช้ t – test one group	62
7 ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	82
8 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (∞ - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	82
9 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง การปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง.....	84

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สถานการณ์ A.....	22
2 สถานการณ์ B.....	23
3 กราฟแสดงการเพิ่มขึ้นของแบบรูป.....	23
4 ลำดับขั้นของการคิด.....	39

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ความรู้และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. 2547 : ก) เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค้จิตใจของมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (ยุพิน พิพิธกุล. 2523 : 1) และปัจจุบันนี้ทุกประเทศยอมรับว่าจำเป็นต้องมีประชากรที่รู้เรื่องคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะได้สามารถจัดการกับความซับซ้อนและความเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของสังคม แต่ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนส่วนมากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมยากแก่การทำความเข้าใจ ดังจะเห็นได้จากผลของการประเมินระดับชาติ (GAT : General Achievement Test) ปีการศึกษา 2546 ของกระทรวงศึกษาธิการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนสามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้เพียง 14 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มวิชาอื่น ๆ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2548 : ออนไลน์) และผลจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2000 (Program for International Student Assessment) ขององค์การพัฒนาและความร่วมมือทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่ได้สำรวจความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตของประชาชนทั่วไป และประเมินสมรรถภาพของนักเรียนในการรู้ปัญหาและตีความของปัญหาออกมาในรูปแบบของโจทย์คณิตศาสตร์ และใช้ความรู้คณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาและแปลผลกลับไปตอบปัญหาตั้งแต่ต้นซึ่งสะท้อนให้เห็นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา ตลอดจนการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารผลของการแก้ปัญหาออกมาให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจ ผลการประเมินคณิตศาสตร์ปรากฏว่าประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (433 คะแนน) (สุนีย์ คล้ายนิล. 2547 : 13)

จากรายงานการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีปัญหาด้านการศึกษาคณิตศาสตร์มาก เพราะปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูยังยึดเนื้อหา ยึดครูเป็นศูนย์กลาง

โดยไม่คำนึงถึงนักเรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคล (ยูพิน พิพิธกุล. 2523 : 3 – 4) และการที่ผู้เรียนจะได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเรียนคณิตศาสตร์ ขึ้นอยู่กับการสอนของคุณเป็นสำคัญ (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ. 2545? : 1) และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งเนื้อหาและทักษะกระบวนการ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (สสวท). 2545 : 184) ซึ่งการเรียนรู้เนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้พบเห็น หรือมีอยู่ในชีวิตประจำวัน เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้อย่างเข้าใจถ่องแท้จากตัวอย่างที่สัมผัสได้จริง ทำให้รู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์มีประโยชน์ มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2545: 56) อันส่งผลทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป (อัมพร ม้าคนอง. 2547 :101)

นอกจากนี้การให้เหตุผลถือว่าเป็นเป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพราะการให้เหตุผลเป็นพื้นฐานของการเรียนและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เราไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์โดยปราศจากการให้เหตุผล การแสดงเหตุผลที่ดีมีคุณค่ามากกว่าการที่ผู้เรียนหาคำตอบที่ถูกต้องได้ (สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1989 : 6, 29, 81) ซึ่งการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด การเป็นผู้รู้จักคิด คิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนจะเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองทั้งในการทำงานและการดำรงชีวิต ถึงแม้ว่าการพัฒนาความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลจะเป็นเป้าหมายหลักในการเรียนคณิตศาสตร์แต่ก็ยังมีนักเรียนเป็นจำนวนมากที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายนี้ด้วยเหตุผลนานาประการ นับตั้งแต่หนังสือเรียนไม่เหมาะสมไปจนถึงงานที่ได้รับมอบหมายไม่เกิดประโยชน์ (Burrill. 1998 : 3) ทำให้ครูไม่สามารถที่จะจัดกิจกรรมได้อย่างกว้างขวางเพื่อสนองความต้องการและความสนใจของนักเรียนได้ครบถ้วนในเวลาเรียนที่จำกัด จึงมีความจำเป็นที่โรงเรียนต้องจัดกิจกรรมเสริมนอกเวลาเรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริงกับการให้การศึกษา (จิตรา ทองเกิด. 2542 : 27) ตามที่กรมวิชาการได้กำหนดว่า สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนเข้าร่วมกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ได้แก่ กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อเกื้อกูลส่งเสริมการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้และจัดกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดตามธรรมชาติ และความสามารถความต้องการของผู้เรียนและชุมชน เช่น กิจกรรมทางวิชาการต่าง ๆ เป็นต้น (กรมวิชาการ. 2545ก : 33)

ซึ่งกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ถือเป็นกิจกรรมหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม และช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ความถนัดตามธรรมชาติอันแท้จริงของนักเรียน

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์และการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อสร้างกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากผลการวิจัยครั้งนี้ จะช่วยให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสามารถนำไปพัฒนาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด ดังนี้

1. การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม
2. พื้นฐานทางเรขาคณิต
3. ทศนิยม และร้อยละ
4. สมการและการแก้สมการ
5. การหาพื้นที่และปริมาตร

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาในการทดลอง 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pre-test) 1 คาบ ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง 8 คาบ และทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Post-test) 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **กิจกรรมคณิตศาสตร์** หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ประสบการณ์ และความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
2. **กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์** หมายถึง กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความสนใจหรือความถนัดทางคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ด้วยตนเองอย่างเต็มกำลังความสามารถ และให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจ

ในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจของตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าในชีวิตประจำวัน ซึ่งกิจกรรมนี้มีส่วนประกอบคือ

- 2.1 ชื่อกิจกรรม
- 2.2 จุดประสงค์ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้ว
- 2.3 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บ่งบอกว่ากิจกรรมแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลาานเท่าใด
- 2.4 สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุว่ากิจกรรมนั้น จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ใดบ้าง
- 2.5 วิธีดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการในการปฏิบัติกิจกรรม
- 2.6 เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง
- 2.7 การประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินความรู้ความสามารถ และพฤติกรรมของนักเรียนจากการปฏิบัติกิจกรรม

3. ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้อย่างมีความหมายและให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสภาพชีวิตจริงได้

4. กิจกรรมขุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง กิจกรรม หรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการยืนยันข้อสรุปที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือความสัมพันธ์ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ผู้วิจัยจะวัดความสามารถในการให้เหตุผลจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้มีการให้คะแนนแบบทดสอบ โดยยึดวิธีการตรวจของ สสวท. (2546ก : 28 – 73) ซึ่งการให้คะแนนจะใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบได้ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

6. เกณฑ์ หมายถึง การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งดัดแปลงมาจากเกณฑ์ของของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2547 : 15)

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อ
ต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.3 ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.4 ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.6 กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์
 - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง
 - 2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง
 - 2.2 มาตรฐานของการเชื่อมโยง
 - 2.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง
 - 2.4 ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ
 - 2.5 ประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์

กูเบอร์แมน (Guberman. 2004: 118 – 122) สรุปไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เช่น ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวน วิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

นิรมล แจ่มจำรัส (2526: 468) กล่าวว่า กิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดนอกเหนือไปจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน และให้นักเรียนเลือกเรียนตามความสนใจ เพื่อส่งเสริมความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน และประสบการณ์ชีวิตที่นอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนให้แก่ นักเรียน

สุชาติ รัตนกุล (2526: 519-524) กล่าวว่า ในการสอนกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ วิธีการสอนสำคัญมาก แม้ผู้สอนจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี แต่ถ้าไม่รู้จักวิธีการสอน เทคนิคการสอน ผู้เรียนย่อมไม่เกิดความเข้าใจตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ครูควรจัดกิจกรรมเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตร และส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทั้งสองส่วนเป็นกิจกรรมที่ครูควรจำเป็นต้องจัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และพัฒนาอย่างสมบูรณ์และเต็มรูปแบบ

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 11) กล่าวว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตร

รุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร (2543: 7) กล่าวว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นโดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อส่งเสริมความรู้ ความสามารถ ความสนใจ ให้แก่นักเรียนโดยนักเรียนจะเป็นผู้เลือกกิจกรรมความสนใจของตนเอง

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544?: 42) กล่าวว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตร กิจกรรมหนึ่ง ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ กิจกรรมคณิตศาสตร์ช่วยเสริมความรู้คณิตศาสตร์ และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนช่วยพัฒนาการเติบโตของนักเรียนในทุกด้าน

อรรถพรณ สง่า (2547: 23) กล่าวว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพของแต่ละคน ทั้งยังช่วยพัฒนาบุคลิกภาพและอุปนิสัยอันดีงามให้นักเรียนด้วย การเข้าร่วมกิจกรรมนั้นนักเรียนจะเป็นผู้เลือกเข้าร่วมกิจกรรมตามความสนใจของตนเอง

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ประสบการณ์ และความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจของตนเองเพื่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าในชีวิตประจำวัน

1.2 วัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์

การดำเนินการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ผู้ดำเนินการจะต้องวางวัตถุประสงค์ที่จะทำให้ชัดเจนเพื่อจะได้ทราบว่า จะจัดไปเพื่ออะไรและเพื่อใคร ดังนั้นในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ผู้ดำเนินกิจกรรมจะต้องวางวัตถุประสงค์ในการจัดว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้เรื่องใดบ้าง จะได้เลือกจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 1 – 2) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้พอเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอน ดังนี้

1. เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรในชั้นเรียน
3. เพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียน และ นักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน
4. เพื่อให้นักเรียนค้นพบความสามารถพิเศษ ความถนัดและความสนใจของตนเอง
5. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันตามแนวประชาธิปไตย
6. เพื่อส่งเสริมให้เป็นผู้มีวินัย รู้จักรับผิดชอบ เคารพกฎข้อบังคับต่าง ๆ ในสังคมที่ตนอยู่
7. เพื่อฝึกให้มีความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
8. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์
9. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความสามัคคี รู้จักการทำงานร่วมกัน รักสถาบันและมีความภูมิใจในสถาบันของตน
10. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
11. ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจอาชีพต่าง ๆ

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544?: 48) ได้กำหนดวัตถุประสงค์การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ และได้รับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการ เจตคติ และความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีนิสัยในการใช้กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาประยุกต์ใช้ ตลอดจนนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
4. เพื่อส่งเสริมความสามารถพิเศษ และความสนใจของนักเรียนเป็นรายบุคคล
5. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิต
6. เพื่อให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล มีความเข้าใจ และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น
7. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานร่วมกัน รู้จักปรับตัวเข้ากับผู้อื่นได้ รู้จักการเสียสละ ตรงต่อเวลา รับผิดชอบต่อตนเอง ตลอดจนการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี
8. เพื่อให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ และให้นักเรียนได้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และเกิดความชื่นชมในวิชาคณิตศาสตร์
9. เพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในการทำกิจกรรมร่วมกัน

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ ทักษะกระบวนการ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่น ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

1.3 ประโยชน์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์

นิรมล แจ่มจรัส (2526: 468) กล่าวว่า การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเลือกวางแผนงาน ดำเนินงานต่าง ๆ เกี่ยวกับงานด้านคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนรู้จักปรับตัวให้เข้ากับสังคมได้ กิจกรรมส่งเสริมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อสนองความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของนักเรียน และเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 1) กล่าวว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่เคยเรียนมาไปปฏิบัติเป็นการเสริมสร้างวินัย และความรับผิดชอบ ตลอดจนก่อให้เกิดความเข้าใจอันดีระหว่างครูกับนักเรียน

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544?: 49) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้ และความเข้าใจกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น
2. นักเรียนได้เรียนรู้ความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน เรียนรู้ประโยชน์และโทษทางคณิตศาสตร์เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสะดวกปลอดภัย
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมซึ่งเป็นการฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อันเป็นปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ได้เรียนรู้ของจริงนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน
4. เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถของตนเอง ในทางคณิตศาสตร์ และเป็นการช่วยส่งเสริมให้นักคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น
5. เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ ได้ฝึกเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อตนเอง และหมู่คณะ ฝึกการเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปได้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์มีประโยชน์ต่อนักเรียน ในการเสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนมาปฏิบัติ รวมทั้งช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นผู้มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ผู้อื่น และสังคม

1.4 ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์

ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นเพื่อเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่มีแบบฉบับที่แน่นอนตายตัว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม มีนักการศึกษาได้จัดประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

นิรมล แจ่มจำรัส (2526: 468 – 469) ได้แบ่งประเภทของกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. กิจกรรมที่จัดเป็นประจำ หมายถึง กิจกรรมที่จัดทำสม่ำเสมอตลอดภาคเรียน ตัวอย่างเช่น กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เกมเสริมคณิตศาสตร์ ห้องสมุดคณิตศาสตร์ ศูนย์การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศิลปะคณิตศาสตร์ เป็นต้น
2. กิจกรรมที่จัดเป็นวาระพิเศษ หมายถึง กิจกรรมที่จัดเป็นครั้งคราวในโอกาสพิเศษ เช่น จัดในวันงานประจำปีของโรงเรียน ตัวอย่างกิจกรรมประเภทนี้ได้แก่ การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ นิทรรศการคณิตศาสตร์ การเชิญวิทยากรมาบรรยายพิเศษ การศึกษานอกสถานที่ วันตลาดนัดของนักเรียน เป็นต้น

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544?: 50) ได้แบ่งกิจกรรมคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์นอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้เวลาค้นคว้าทดลองนอกเหนือจากชั่วโมงที่เรียนตามปกติ ตัวอย่างกิจกรรม ได้แก่ ชุมมนุมคณิตศาสตร์ การจัดค่ายคณิตศาสตร์ การจัดอบรมทางคณิตศาสตร์ และการฝึกวิจัยคณิตศาสตร์

2. การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายในห้องเรียน เป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นภายในห้องเรียน โดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ ตัวอย่างกิจกรรมได้แก่ มุมคณิตศาสตร์ ป้ายนิเทศคณิตศาสตร์ สื่อการสอนคณิตศาสตร์ และการอภิปรายทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กิจกรรมคณิตศาสตร์ภายในห้องเรียนที่เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอนในหลักสูตร เช่น มุมคณิตศาสตร์ เป็นต้น และกิจกรรมคณิตศาสตร์ภายนอกห้องเรียนที่เป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ เช่น ชุมมนุมคณิตศาสตร์ นิทรรศการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.5 บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2544: 5 – 6) กล่าวถึง บทบาทของครูและนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

บทบาทของครูในกิจกรรมคณิตศาสตร์

1. จัดบรรยากาศที่ผ่อนคลายสำหรับการเรียนรู้
2. ใช้วิธีการที่หลากหลาย และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้บทเรียนสร้างจิตสำนึกในคณิตศาสตร์และหลีกเลี่ยงขั้นตอนการเรียนรู้ที่เปิดหนังสือและดำเนินตามที่ครูอธิบาย
3. จัดอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ความคิดรวบยอด และกระบวนการต่าง ๆ ตามลำพัง เป็นกลุ่มเล็ก ๆ และการทำกิจกรรมร่วมกันทั้งชั้น
4. ครูควรใช้คำถามที่เป็นไปได้ และคำถามเปิด พร้อมทั้งฟังสิ่งที่นักเรียนพูด
5. ครูจะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการต่าง ๆ และการคิด แม้นักเรียนยังแก้ปัญหาไม่เสร็จสมบูรณ์ หรือถูกต้องเป็นบางส่วน
6. ต้องให้ความสำคัญกับการประเมินนักเรียน และประเมินผลการสอนของตน
7. ครูจะต้องยอมรับความรู้สึกรู้สึกของนักเรียน จะต้องไม่ทำให้นักเรียนละอาย ย่ำแย่ หวัหวัระ เหน็บแนม ความผิดพลาดและความเข้าใจผิดเป็นผลเนื่องจากยังไม่มีความคิดรวบยอดและกระบวนการ ควรนำข้อผิดพลาดมาเป็นพื้นฐานในการสร้างความคิดรวบยอดและกระบวนการต่าง ๆ ให้ชัดเจน

บทบาทของนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์

1. นักเรียนจะต้องตื่นตัวเข้าร่วมกิจกรรม กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนจะต้องทำงานตามความหลากหลาย อย่างอิสระในกลุ่มเล็ก ๆ และร่วมกันทั้งชั้น
3. นักเรียนควรใช้รูปธรรมต่าง ๆ ภาพ กราฟ สัญลักษณ์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด และวิธีการต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์
4. นักเรียนจะต้องทำความคิดให้แจ่มแจ้ง โดยเข้าร่วมการอภิปรายในกลุ่มเล็ก และในชั้นเรียน ความเข้าใจที่ได้พัฒนาเป็นรูปธรรมหรือรูปแบบอื่นจะต้องเชื่อมโยงกับสัญลักษณ์ที่เขียนและที่พูด
5. นักเรียนใช้ความคิดรวบยอดและกระบวนการต่าง ๆ ในบริบทที่มีความหมาย ใช้คณิตศาสตร์เป็นแรงกระตุ้นการเรียนรู้ และสถานการณ์เชื่อมโยงไปยังโลกแห่งความเป็นจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า บทบาทของครูในกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้น ครูจะต้องสร้างบรรยากาศและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการจัดกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนสนใจคณิตศาสตร์ และครูจะต้องประเมินผลงานของนักเรียนด้วย

สำหรับบทบาทของนักเรียนในกิจกรรมคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมกับผู้อื่น และนักเรียนต้องใช้ความคิดรวบยอดในเรื่องต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ตนเองเกิดการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปยังโลกแห่งความเป็นจริงได้

1.6 กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2544? : 51 – 53) กล่าวถึงกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

ชุมนุมคณิตศาสตร์ หมายถึง กลุ่มของนักเรียนซึ่งมีความสนใจ ความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์

จุดมุ่งหมายในการจัดชุมนุมคณิตศาสตร์

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์กว้างขวางยิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจและรู้จักค้นคว้าหาความรู้ทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนมีความกล้าหาญ มีความรับผิดชอบมากขึ้น
4. เพื่อฝึกการทำงานร่วมกัน และช่วยกันแก้ปัญหาตามแนวคิดประชาธิปไตย
5. เพื่อส่งเสริมให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

กิจกรรมที่ชุมนุมคณิตศาสตร์จัดขึ้นควรเป็นกิจกรรมที่สมาชิกของชุมนุมสนใจ เป็นกิจกรรมที่ทุกคนมีส่วนร่วม เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมงาน และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ส่งเสริมความสามัคคีและความสัมพันธ์อันดีระหว่างสมาชิก

ตัวอย่างกิจกรรมชุมชนคณิตศาสตร์

1. การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างสมาชิกของชุมชน หรือการแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียน หรือตอบปัญหาของสมาคมหรือองค์กรต่าง ๆ จัดขึ้น
2. การจัดนิทรรศการคณิตศาสตร์
3. การเชิญวิทยากรมาบรรยายในหัวข้อที่สมาชิกส่วนใหญ่สนใจ
4. การส่งโครงการคณิตศาสตร์เข้าประกวด
5. การศึกษานอกสถานที่
6. การเล่นเกมเสริมคณิตศาสตร์
7. การทำวารสารเกี่ยวกับความรู้
8. การจัดแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมา หรือถกเถียงปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์
9. การฉายภาพยนตร์หรือสไลด์เกี่ยวกับความรู้และงานคณิตศาสตร์

ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมชุมชน

1. ได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมความสามัคคีในหมู่คณะและส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียน
3. ส่งเสริมความคิดริเริ่มและความรับผิดชอบ มีความเชื่อมั่นในตนเอง
4. รู้จักการเข้าสังคมและการปฏิบัติต่อผู้อื่น รู้สิทธิและหน้าที่ดีขึ้น
5. ได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลิน
6. ส่งเสริมการเรียนรู้ในชั้นให้ดีขึ้น
7. ส่งเสริมความมีน้ำใจนักกีฬา และแนวคิดประชาธิปไตย

ปัญหาและอุปสรรคในการจัดกิจกรรมชุมชนคณิตศาสตร์

1. ขาดความร่วมมือและสนับสนุนจากสมาชิก ครู และผู้บริหาร
2. ขาดงบประมาณและอุปกรณ์ในการจัด
3. เวลาในการจัดกิจกรรมมีน้อย สถานที่ในการจัดไม่เพียงพอ เนื่องจากในโรงเรียนมีหลายชุมนุมจัดกิจกรรมพร้อม ๆ กัน
4. ขาดการแนะนำและการวางแผนที่ดี การแบ่งงานไม่ทั่วถึง ไม่มีการวางแผนในระยะยาว ไม่มีการบันทึกผลงาน และข้อบกพร่อง
5. ขาดการติดต่อประสานงานที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน ระหว่างสมาชิก
6. ขาดการประชาสัมพันธ์

7. กิจกรรมต่าง ๆ ทำไม่สม่ำเสมอ หรือเป็นกิจกรรมที่สมาชิกไม่สนใจ

8. ทำให้สนใจการเรียนน้อยลง ผลการเรียนต่ำ เนื่องจากนักเรียนสนใจกิจกรรมของชุมนุมมากเกินไปจนละเลยการเรียนในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีความสนใจหรือความถนัดทางคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ด้วยตนเองอย่างเต็มกำลังความสามารถ และกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ได้แก่ นิทรรศการคณิตศาสตร์ เกมส่งเสริมคณิตศาสตร์ การศึกษานอกสถานที่ และกิจกรรมส่งเสริมความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมการพัฒนาทางด้านสติปัญญาของนักเรียน อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ เช่น ความรับผิดชอบ การทำงานเป็นหมู่คณะ การปรับตัวให้เข้ากับสังคม เป็นต้น ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์จะต้องได้รับความร่วมมือและสนับสนุนจากสมาชิก ครู และผู้บริหารของโรงเรียนรวมทั้งการสนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดด้วย

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

นิมมอนส์ (Nimmons. 1997: Online) ได้ทำการศึกษาผลของความรู้สึกรู้สึกของการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก (graphing calculator) ที่มีต่อความแตกต่างทางเพศในการนึกภาพเชิงปริภูมิ ระดับของความเข้าใจ และความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในพีชคณิตระดับวิทยาลัย การศึกษาทั้งหมดเน้นถึงผลของการใช้กิจกรรมที่กระตุ้นนักเรียนให้ศึกษาคณิตศาสตร์ต่อเพศที่ต่างกันในด้านความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จุดมุ่งหมายของการวิจัยเป็นการสร้างวิชาพีชคณิตระดับวิทยาลัยและบรรยากาศที่จะส่งเสริมการศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด ระเบียบวิธีการวิจัยในการศึกษานี้ คือการแบ่งนักเรียนที่เรียนพีชคณิตระดับวิทยาลัยออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกตลอด โดยกลุ่มทดลองกลุ่มหนึ่งใน 2 กลุ่มแรก เข้าร่วมกิจกรรมที่สนับสนุนนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วย กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนแบบเดิมโดยปราศจากการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก แต่ยังคงเข้าร่วมกิจกรรมที่สนับสนุนนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิมโดยปราศจากการใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิก และไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรมที่สนับสนุนนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการทดสอบและวิจัยเชิงคุณภาพ ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล การสัมภาษณ์นักเรียน การเขียนของนักเรียน และแบบบันทึกการสอนเป็นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยปรากฏว่า ทั้งนักเรียนหญิงและนักเรียนชายที่ได้รับการสอนโดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกทำคะแนนแบบทดสอบการนึกภาพเชิงปริภูมิสูงกว่านักเรียนที่

ไม่ได้ใช้เครื่องคิดเลขกราฟฟิกอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ นักเรียนหญิงที่ร่วมในกิจกรรมที่สนับสนุนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แสดงการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกของพวกเขาต่อวิชาคณิตศาสตร์ในระหว่างการศึกษาในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

โบลเลอร์ (Boaler. 2002: 3 – 21) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจลักษณะของกิจกรรมคณิตศาสตร์: การใช้ทฤษฎี การวิจัย และการตั้งสมมติฐานการทำงานเพื่อทำให้การรู้ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กว้างขวางขึ้น นักเรียนใช้ความชำนาญอะไรมาช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และในระดับใดที่อาจจะวัดได้โดยความรู้ประเภทต่าง ๆ เป็นคำถามที่ใช้พิจารณาในงานวิจัยนี้ ซึ่งได้สำรวจความคิดความสามารถที่นอกเหนือจากความรู้ รวมไปถึงความรู้สึกทางคณิตศาสตร์และการปฏิบัติที่นักเรียนนำมาแก้ปัญหา การสำรวจนี้จะเคลื่อนจากกรอบแนวคิด 2 กรอบที่แนะนำในสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พิจารณาแนวทางในความรู้ด้านวิจัยเป็นความรู้ที่คิดค้นและพัฒนา การสะท้อนบทบาทของทฤษฎีที่สำคัญและสมมติฐานการทำงานของการเชื่อมโยงด้วยการปฏิบัติในทางใหม่ที่สามารถจะเป็นไปได้

เอ็ดเวิร์ดส์ และ รุทเวน (Edwards; & Ruthven. 2003: 249 – 260) ได้สำรวจความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเยาวชนที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมประจำวัน 5 กิจกรรม จากการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลในเกรด 7 และ 10 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 4 โรงเรียนของประเทศอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่าเยาวชนรู้ว่าคณิตศาสตร์มีอยู่ในกิจกรรมประจำวันมากกว่าที่เคยคิดมาก่อน แต่ก็ไม่มีหลักฐานมาสนับสนุนทฤษฎีที่ว่าเยาวชนมีปัญหาที่จะระบุว่าคณิตศาสตร์ใดที่มีอยู่ในกิจกรรมหรือเป็นกิจกรรมที่ผู้หญิงเคยทำมา อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างมักจะจำกัดว่าคณิตศาสตร์ในกิจกรรมเกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาที่มีคำตอบเดียวและกิจกรรมที่ต้องการวิธีที่เป็นขั้นตอนมากกว่าวิธีที่เกิดจากการทดลองหรือวิธีการที่เกิดขึ้นในใจเอง กลุ่มตัวอย่างบางคนจะเชื่อมโยงการอธิบายทางคณิตศาสตร์ของพวกเขาให้เข้ากับลักษณะของแต่ละกิจกรรมซึ่งใช้เวลาและความตั้งใจมาก

กูเบอร์แมน (Guberman. 2004: 117 – 150) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกิจกรรมนอกโรงเรียนของเด็กกับผลสัมฤทธิ์ทางเลขคณิต เขาได้พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างชาติพันธุ์ กิจกรรมนอกโรงเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางเลขคณิตในเด็กเชื้อชาติละติน-อเมริกันและเด็กเชื้อชาติเกาหลี่-อเมริกันในเกรด 1 เกรด 2 และเกรด 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ชนิด ได้แก่ ทักษะคิดและความเชื่อด้านการศึกษาของผู้ปกครอง รายงานของผู้ปกครองเกี่ยวกับกิจกรรมในแต่ละวันของเด็กที่เกี่ยวข้องกับเลขคณิตและเงิน และผลงานทางเลขคณิตของเด็ก ในทัศนคติทางการศึกษาของผู้ปกครองมีความแตกต่างเล็กน้อย ถึงแม้ว่ารายงานของพวกเขาจะเผยถึงความแตกต่างในกิจกรรมนอกโรงเรียนของเด็กซึ่งเด็กละติน-อเมริกันทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเงินมากกว่า และเด็กเกาหลี่-อเมริกันที่ทำกิจกรรมที่มุ่งสนับสนุนการเรียนในโรงเรียนของพวกเขามากกว่า ผลงานเกี่ยวกับเลขคณิตของนักเรียนสะท้อนการ

ทำงานของพวกเขาในกิจกรรมนอกโรงเรียน : เด็กละติน-อเมริกันแก้ปัญหาได้ถูกต้องในงานที่เกี่ยวข้องกับเงินมากกว่าเงินสมมุติ และเด็กเกาหลี-อเมริกันแก้ปัญหาอย่างถูกต้องเกี่ยวกับเงินสมมุติมากกว่าเงินจริง ๆ ผลวิจัยถูกนำมาอภิปรายในด้านความเข้าใจการเชื่อมโยงระหว่างวัฒนธรรมและการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเด็ก และเป็นการสร้างสรรค์ด้านวัฒนธรรมให้ตรงกับการสอนในโรงเรียนถึงจะสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างไม่เป็นทางการ

งานวิจัยในประเทศ

เยาวเรศ จตุรพรสวัสดิ์ (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การจัดการค่ายคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการทดลองใช้ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ ใช้เวลาในการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ 2 วัน กับ 1 คืน โดยใช้เนื้อหาเรื่อง จำนวนนับ การหาตัวประกอบ จำนวนเฉพาะ อัตราส่วน การหาพื้นที่ การหาปริมาตร และคู่อันดับ ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สายสมร สุขะจิระ (2543: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การพัฒนากิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์เพื่อประกอบการสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่า โดยเฉลี่ยแล้วกิจกรรมที่เหมาะสมจะใช้ประกอบการสอนชุมนุมคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คือกิจกรรมเกมและกิจกรรมปริศนาปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.56 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ผู้วิจัยได้สร้างเป็นชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์รวมทั้งสิ้น 25 กิจกรรม เป็นกิจกรรม จำนวน 17 กิจกรรม เป็นปริศนาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 กิจกรรม และผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านจากเกณฑ์ที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.56 ขึ้นไป และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ได้กิจกรรมคณิตศาสตร์จำนวนทั้งหมด 18 กิจกรรม เป็นกิจกรรมเกม 12

กิจกรรม ได้แก่ เกมหมากจตุรัส เกมวิ่งแข่ง ห.ร.ม. เกมเลื้อยตามช่อง เกมหาพื้นที่ เกมค้นหาภาพ เกมสนุกกับจำนวนเฉพาะ เกมทายตัวเลข เกมคู่อันดับสร้างภาพ เกมเศษส่วนเท่ากัน เกมกากบาทบนสิบสองจุด เกมจัดอันดับภาพ เกมค่ายกลเศษส่วน และกิจกรรมปริศนาปัญหาทางคณิตศาสตร์ 6 กิจกรรม ได้แก่ ปริศนาไม้ขีดไฟ ปริศนาการจัดเหรียญ ปริศนาทายตัวเลข ปริศนาใช้ดินสอ-ปากกา ปริศนาถามตอบปริศนาจำนวนไขว้

อภิญา บุญรอด (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้แฟ้มสะสมงานประเมินผลงาน สำหรับนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแฟ้มสะสมงานเป็นรายบุคคล และสอบผ่านเกณฑ์การวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องเงิน การวัด และเรขาคณิต จำนวน 11 ชิ้นงานมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไปที่ระดับนัยสำคัญ .01 และคะแนนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังเข้าร่วมการจัดการกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดการกิจกรรมที่ระดับนัยสำคัญ .01

อรพรรณ สง่า (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา ผลการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายหลังใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่าการจัดการกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนที่มีความสนใจวิชาคณิตศาสตร์เป็นพิเศษ หรือมีความถนัดทางคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ที่ตนสนใจกว้างขวางมากขึ้น พัฒนาสติปัญญา ความเป็นอิสระ การทำงานเป็นกลุ่ม และยังเป็นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ด้วย

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้และมีพื้นฐานในการที่จะนำไปศึกษาต่อนั้น จำเป็นต้องบูรณาการเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่นการใช้ความรู้ในเรื่องเซตในการให้คำจำกัดความหรือบทนิยามในเรื่องต่าง ๆ เช่น บทนิยามของฟังก์ชันในรูปของเซต บทนิยามของลำดับในรูปของฟังก์ชัน

นอกจากการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ด้วยกันแล้ว ยังมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้ในการแก้ปัญหา เช่นในเรื่องการเงิน การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้ในเรื่องเลขยกกำลังและผลบวกของอนุกรม ในงานศิลปะและการออกแบบบางชนิดก็ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต (กรมวิชาการ. 2545ข: 203)

2.1 ความหมายของการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1991. อ้างจาก สมบัติ แสงทองคำสุก. 2545: 33.) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยง คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชารวมทั้งพีชคณิต เรขาคณิต และตรีโกณมิติ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมาย

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่างๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ กีฬา หรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่างๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรงกับสภาพชีวิตจริง

ดังนั้น ทักษะการเชื่อมโยง หมายถึง การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการเรียนรู้อย่างมีความหมายและให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือสามารถการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสภาพชีวิตจริงได้

2.2 มาตรฐานของการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 84) กล่าวถึงมาตรฐานในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเกรด 5-8 ซึ่งนักเรียนทุกคนมีความสามารถ ดังนี้

1. มองคณิตศาสตร์ในภาพรวม
2. สำรวจปัญหาและบรรยายผลที่ได้ โดยใช้กราฟ จำนวน ลักษณะทางกายภาพ พีชคณิตและรูปแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยคำพูด หรือการนำเสนอข้อมูล
3. ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ
4. ประยุกต์ความคิดทางคณิตศาสตร์และรูปแบบในการแก้ปัญหาซึ่งพบในศาสตร์อื่น เช่น ศิลปะ ดนตรี วิทยาศาสตร์ และธุรกิจ

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 64) ได้กำหนดมาตรฐานในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลถึงเกรด 12 เป็นโปรแกรมการศึกษาเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักและใช้การเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจแนวทางการเชื่อมโยงความคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันและสร้างแนวคิดต่าง ๆ โดยเชื่อมโยงความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่
3. ตระหนักและประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2543: 17) กล่าวว่ามาตรฐานการเชื่อมโยงที่สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM) ได้จัดทำและพิมพ์เผยแพร่เอกสารมาตรฐานและการวัดผลที่ชื่อว่า The Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 1989 (พ.ศ. 2532) ไว้ดังนี้

มาตรฐานที่ 9 การเชื่อมโยง (Connections)

โปรแกรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้มีการเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนได้รู้และเข้าใจคณิตศาสตร์ และเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถ

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการเชื่อมโยง และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สามารถเข้าใจถึงวิธีการที่จะสร้างแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ได้
3. ขยายความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปช่วยการพิจารณาปัญหาวิธีต่าง ๆ ได้
4. สามารถระลึกถึงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว และสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้เชื่อมโยงในการเรียนคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ได้

กรมวิชาการ (2545ข: 26 – 27) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ข: 6) กล่าวถึง มาตรฐานในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นได้ สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) ไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงความรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ
2. นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิต

จากมาตรฐานการเชื่อมโยงดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า มาตรฐานของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ การที่นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และสามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้

2.3 แนวทางการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989: 84 – 86) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นทั้งในโรงเรียนและในสังคม ปัจจุบันมากขึ้น ครุคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าและร่วมมือกับครูในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียน การรวมคณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของมาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้เข้าใจได้ ทักษะการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และการจำลองปรากฏการณ์ที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง และการสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอของปัญหาช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนและชัดเจนขึ้นทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน

การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์สามารถสร้างได้หลายทาง เช่น เมื่อนักเรียนสร้างและอภิปรายการแปลงทางเรขาคณิต “20 ไปทางขวา” และ การแปลงในครั้งที่ 2 “45 ไปทางซ้าย” ผลที่ได้เหมือนกันคือ เป็นการรวมกันของจำนวนเต็ม การอธิบายในเรื่องเศษส่วนสามารถอธิบายโดยการเชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องการวัด อัตราส่วน และแนวคิดเกี่ยวกับพีชคณิต ดังเช่นเมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งที่สามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ การเชื่อมโยงทั้งหมดสามารถปรากฏออกมาขณะที่นักเรียนทำคณิตศาสตร์ การพัฒนาและสำรวจแบบรูปในรูปสามเหลี่ยมปาสคาล (Pascal's triangle) ซึ่งสามารถใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการนับ เลขยกกำลัง พีชคณิต แบบรูป เรขาคณิต ความน่าจะเป็นและทฤษฎีจำนวน โดยทั่วไปการเชื่อมโยงเหล่านี้ยังไม่ควรทำในลักษณะที่เป็นทางการในระดับเกรด 5-8 ครูสามารถเสนอรูปแบบอย่างที่ไม่เป็นทางการที่ง่ายกว่าโดยให้นักเรียนแก้ปัญหาผ่าน : คุณสามารถหาจำนวนของรูปสามเหลี่ยมในสามเหลี่ยมปาสคาล ? ทำไมมันจึงเกิดขึ้น ? สามเหลี่ยมปาสคาลมีบางสิ่งนำไปสู่เรื่องความน่าจะเป็นในการเกิดหัว 2 หัว ในการโยนเหรียญ 3 เหรียญหรือไม่ ? ทำไม ?



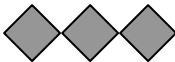
สิ่งที่ยืนยันตามมาคือ การตระหนักและเคลือบการเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อจะเข้าไปในตัวนักเรียน ความหวังว่าแนวคิดที่พวกเขาเรียนจะมีประโยชน์ในการแก้ปัญหาอื่น และการสำรวจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ความรู้ของพื้นที่ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการดำเนินการบนเศษส่วน การใช้ตัวแทนข้อมูลทางสถิติ การแก้ปัญหาสัดส่วน การค้นพบปัจจัยต่าง ๆ และความน่าจะเป็น การสำรวจความหมายของความรู้สึกทางพีชคณิต ตามที่นักเรียนมีความคิดรวบยอดใหม่หรือแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนส่งเสริมกระบวนการคิดและทักษะโดยการสร้างแนวคิดที่พัฒนา

มาก่อน นี่เป็นความสามารถที่บูรณาการแนวคิดและความคิดรวบยอดที่เชื่อมกันของนักเรียนในการคิดด้วยตัวของพวกเขาเอง เช่นเดียวกับทักษะของการสื่อสารของเขา หนังสือหลักสูตรสามารถสร้างทัศนคติในตัวนักเรียนว่าจะสนับสนุนพวกเขาไปสู่การมองการเชื่อมโยง แต่ครูมองด้วยโอกาสถึงการช่วยนักเรียนสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เทคโนโลยีมีประโยชน์ต่อการแสดงการเชื่อมโยง ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาคอมพิวเตอร์ – การให้กำเนิดเส้นขดเป็นวงกลม ส่วนของเส้นตรง นักเรียนอาจจะพบว่าขนาดของมุมภายในกับที่พวกเขาใส่ค่าเข้าไปในคอมพิวเตอร์เป็นความสัมพันธ์ถึง “รูปร่าง” ของการขดเป็นวง ตัวอย่างเช่น มุม 90 องศา กำเนิดจากการขดรูปสี่เหลี่ยม เพราะว่า คอมพิวเตอร์ยอมให้นักเรียนใส่ค่าน้อยที่สุดและเห็นผลของรูปเรขาคณิตโดยตรง พวกเขาอาจจะพบทั้งผลประโยชน์และการตอบแทนในการศึกษาความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตโดยตรงภายในระหว่างจำนวนและเรขาคณิต : มุม 72 องศา กำหนดให้ขด 5 ด้าน และ $2 \times 72 = 144$ องศา กำหนดให้เป็นรูปดาวห้าแฉก

การตั้งปัญหาหลากหลายมีความหมายโดยให้นักเรียนสามารถเน้นย้ำและสร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ บทเรียนเรื่องการวัดสามารถจะให้โอกาสสำหรับนักเรียนถึงการสร้างสูตรและแก้ปัญหาขณะการสำรวจทางเรขาคณิต การวัด แนวคิดทางพีชคณิต พิจารณาตัวอย่างสถานการณ์ด้วยแบบรูปสี่เหลี่ยม



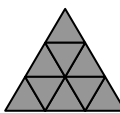
การอธิบายแบบรูป คำถามที่เราสามารถถามเกี่ยวกับแบบรูปคืออะไร

				...	
จำนวนของ	1	2	3	4	n
รูปสี่เหลี่ยมที่ต้องการ				...	
ความยาวรอบรูป	4	8	12	16	4n

ภาพประกอบ 1 สถานการณ์ A

ที่มา : NCTM. (1989). Standard 4 : Mathematical Connections. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. p.85.

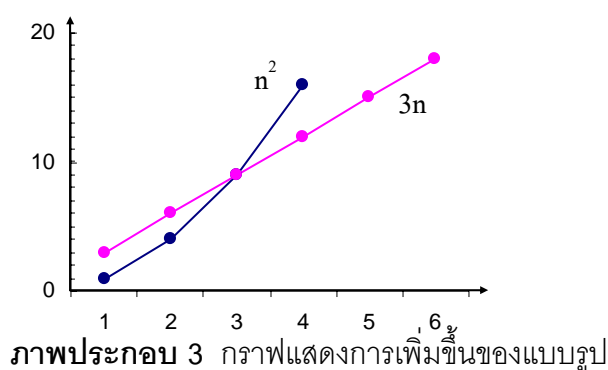
สถานการณ์ในภาพประกอบ 2 ให้นักเรียนเดาและทำให้เชื่อแนวคิดอื่นที่มีเหตุผลของพวกเขา นอกจากนี้ยังมี คำถามเกี่ยวกับพื้นที่ (จำนวนของรูปสี่เหลี่ยม) หรือความยาวรอบรูปของรูปที่ 10 หรือรูปที่ n ที่เกิดขึ้นในแบบรูปที่เหมือนกัน

				...		
จำนวนของรูปสามเหลี่ยมที่ต้องการ	1	4	9	16	...	n^2
ความยาวรอบรูป	3	6	9	12	...	$3n$

ภาพประกอบ 2 สถานการณ์ B

ที่มา : NCTM. (1989). Standard 4 : Mathematical Connections. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. p.86.

เราสามารถนำเสนอการเปลี่ยนพื้นที่ (จำนวนของรูปสามเหลี่ยม) หรือความยาวรอบรูปโดยจำนวนเชิงสี่เหลี่ยม อภิปรายด้วยคำพูด หรือกฎพีชคณิต ถ้าเราต้องการเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของความยาวรอบรูปและจำนวนของรูปสามเหลี่ยมที่ต้องการ เราสามารถสร้างกราฟบนแกนที่เหมือนกันดังนี้



ที่มา : NCTM. (1989). Standard 4 : Mathematical Connections. *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. p.86.

ชนิดของงานการเชื่อมโยงภายในการทำงานเกี่ยวกับแบบรูป สามารถสร้างความประหลาดใจให้ทั้งครูและนักเรียน นักเรียนถูกคาดหวังจากครูบ่อยเมื่อแก้ปัญหาชนิดเดียวกันที่ยากขึ้น การสร้างเกณฑ์ของความรู้สึกในคณิตศาสตร์เป็นการสร้างความเชื่อมั่นที่แท้จริงของนักเรียน เช่น สถานการณ์ทั้งหมดให้ห้องเรียนสำรวจแบบจำลองความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย และบอกความเชื่อมั่นได้ว่าเป็นแบบจำลองอย่างเดียวกัน และแต่ละวิธีสามารถบอกจุดเด่นความแตกต่างเกณฑ์ของปัญหา มากกว่าการเพิ่มของพื้นที่ ในสถานการณ์ B สามารถเห็นจากจำนวน แต่กราฟแสดงเปลี่ยนในทางเคลื่อนที่ เป็นการเชื่อมโยงที่สำคัญอย่างหนึ่ง นักเรียนในเกรด 5 – 8 ควรเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในตาราง พีชคณิตในรูปทั่วไป และการใช้ตัวแทนด้วยกราฟ

มีหลายครั้งที่แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และการฝึกหัดอื่น ๆ ที่พบในโรงเรียนคณิตศาสตร์เกิดขึ้นไม่เพียงแต่ในวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นในวิชาอื่นเช่นเดียวกัน ในวิชาสังคมศึกษา ตัวอย่างเช่น การศึกษาเรื่องแผนที่เป็นเวลาที่ยอดเยี่ยมในการเรียน เรื่อง การวัดและความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดที่คล้ายคลึงกัน อัตราส่วน และสัดส่วน หัวข้อการวัดมีสิ่งเกี่ยวข้องกับวิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ในบ้าน เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และพลศึกษา ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูในวิชาดังกล่าว

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ตัวอย่างเช่น ปัญหา “การจับมือกับผู้อื่น” สามารถใช้ในการแสดงการเชื่อมโยงระหว่างจำนวนของรูปสามเหลี่ยมและเส้นทแยงมุมของรูปหลายเหลี่ยม นักเรียนเกรด 5 – 8 จะมีความสนใจเกี่ยวกับโลกรอบตัวเรา ความน่าจะเป็นและสถิติ จึงกลายเป็นการเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างโลกแห่งความจริงกับห้องเรียนคณิตศาสตร์ การพยากรณ์อากาศ การทดลองวิทยาศาสตร์ การอ้างโฆษณา เหตุผลที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ แนวโน้มทางเศรษฐกิจ ตัวอย่างดังกล่าวเป็นเนื้อหาเพียงส่วนน้อยที่นักเรียนสามารถสืบสวนโดยใช้กฎทางคณิตศาสตร์ในสังคมของเรา สถิติที่น่าเสนอข้อมูลทางสังคมให้กับนักเรียน เนื้อหาได้ก็ตามที่มีความจำเป็นต่อการศึกษาคณิตศาสตร์ค่อย ๆ ซึมซาบเข้าไปในทัศนคติของการสืบสวนสอบสวนและไหวพริบในการหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างรูปแบบของคณิตศาสตร์และสิ่งที่เป็นจริงในโลกเข้าไปในตัวนักเรียน

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 274 – 277) กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการเชื่อมโยงสำหรับนักเรียนในเกรด 6-8 ดังนี้ ครูมีหน้าที่ในการเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอก รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาแนวคิดใหม่ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัดหรือย่อ แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา เช่น สัดส่วนและพีชคณิต

ครูเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์กับนักเรียน ด้วยการให้สาขาวิชาอื่นเป็นแหล่งข้อมูล ปัญหาหลายปัญหา ตัวอย่างเช่น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาสังคมศึกษาเป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนเกี่ยวกับการวัดข้อมูลและพีชคณิต ศิลปะสามารถนำมาใช้สร้างความสำเร็จเกี่ยวกับรูปร่าง สมมาตร ความคล้ายและการถ่ายทอดของแบบรูปทางเรขาคณิต ครูศิลปศาสตร์สามารถบรรยาย ยุทธวิธีเมื่อมีความเหมาะสมในการยกตัวอย่างแย้งทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับสูตร ช่วยให้นักเรียน ตระหนักและวิเคราะห์รูปแบบของการอ้างเหตุผลและข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทาง คณิตศาสตร์

ตัวอย่างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง

วงดนตรีของโรงเรียนแห่งหนึ่งได้รับหน้าที่เป็นเจ้าภาพในการจัดคอนเสิร์ตโดยนักเรียน เกรด 7 ทำหน้าที่จัดเตรียมอาหารว่าง ซึ่งหนึ่งในอาหารเหล่านั้นคือพินช์ พอคิ้วของโรงเรียนให้ ส่วนผสมในการทำพินช์ 4 สูตรที่แตกต่างกันแก่นักเรียนซึ่งมีส่วนผสมของน้ำโซดาและน้ำแครนเบอร์รี่ ดังนี้

สูตร A น้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย น้ำโซดา 3 ถ้วย	สูตร B น้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วย น้ำโซดา 4 ถ้วย
สูตร C น้ำแครนเบอร์รี่ 3 ถ้วย น้ำโซดา 5 ถ้วย	สูตร D น้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วย น้ำโซดา 3 ถ้วย

ที่มา : NCTM. (2000). Connections Standard for Grades 6 – 8. *Principles and Standards for School Mathematics*. p.275.

แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. สูตรพินช์สูตรใดมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้น พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

2. สูตรพันธุวิธีใดที่มีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี่เจือจาง พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน
3. ถ้าหัวหน้าวงดนตรีต้องการพันธ์ทุกลู สูตรละ 120 ถ้วย ต้องมีส่วนผสมของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดาที่ถ้วย พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในข้อ 1 – 2 เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 – 3 คน เมื่อแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จให้แต่ละกลุ่มออกมาเสนอผลงานและอธิบายคำตอบของพวกเขา

แต่ละกลุ่มพยายามคำนวณว่าสูตรใดที่มีน้ำแครนเบอร์รี่เข้มข้น โดยแต่ละกลุ่มมีวิธีในการคำนวณแตกต่างกัน เช่น บางกลุ่มคำนวณโดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของน้ำแครนเบอร์รี่กับจำนวนส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละสูตร (สูตร A – D เป็น $\frac{2}{5}, \frac{4}{12}, \frac{3}{8}, \frac{1}{5}$ ตามลำดับ) บางกลุ่มพิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่กับน้ำโซดา (สูตร A – D เป็น $\frac{2}{3}, \frac{4}{8}, \frac{3}{5}, \frac{1}{4}$ ตามลำดับ) บางกลุ่มพิจารณาผิดพลาด โดยพิจารณาเพียงจำนวนน้ำแครนเบอร์รี่ของแต่ละสูตรเท่านั้น (สูตร A – D เป็น 2, 4, 3, 1 ตามลำดับ) หลังจากถามและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบและเปรียบเทียบวิธีการของแต่ละกลุ่มแล้ว แต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจที่จะตอบคำถามในข้อสุดท้ายก่อน โดยที่นักเรียนแต่ละกลุ่มมอบหมายงานเพื่อตัดสินใจว่าต้องใช้ปริมาณของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดาเท่าไรในสูตร ต่อไปนี้เป็นยุทธวิธี 4 วิธีที่กลุ่มใช้เป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A

เรามีแนวทางที่แต่ละสูตรจะได้พันธ์ 5 ถ้วย : น้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย ดังนั้นถ้าทำ 120 ถ้วย จะต้องทำ $\frac{120}{5} = 24$ ซึ่งเป็นจำนวนพันธ์ที่เราต้องการ เมื่อเราต้องการใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 2 ถ้วย และน้ำโซดา 3 ถ้วย สำหรับการปรุง 1 ครั้ง ถ้าเราต้องการใช้น้ำแครนเบอร์รี่ $2 \times 24 = 48$ ถ้วย และน้ำโซดา $3 \times 24 = 72$ ถ้วย สำหรับการปรุง 24 ครั้ง และเมื่อนำน้ำแครนเบอร์รี่ 48 ถ้วย รวมกับโซดา 72 ถ้วย จะได้น้ำพันธ์ทั้งหมด 120 ถ้วย ตามต้องการ

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร B

กลุ่มเราคิดว่ามีน้ำแครนเบอร์รี่ 4 ถ้วย และน้ำโซดา 8 ถ้วย เป็นอัตราส่วนเดียวกับน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ถ้วย เราจึงคิดจะแบ่งพันธ์ 120 ถ้วยออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 40 ถ้วย : $40 + 40 + 40 = 120$ เราต้องการน้ำแครนเบอร์รี่ 1 ส่วน ดังนั้นมีน้ำแครนเบอร์รี่ 40 ถ้วย และน้ำโซดา 2 ส่วน ดังนั้นมีน้ำโซดา 80 ถ้วย ในที่นี้ทำพันธ์ 120 ถ้วย และคุณยังใช้อัตราส่วนของน้ำแครนเบอร์รี่และน้ำโซดาเป็น 1 : 2 เช่นเดิม

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร C

เราได้เพิ่มวิธีปรงเป็น 2 เท่า แต่มันก็ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นเราจึงต้องเพิ่มวิธีปรงขึ้นเรื่อย ๆ และเห็นว่าจำนวนถ้วยของพันธ์เท่าไรที่เรามี และมองดูแบบรูปที่เกิดขึ้น จนกระทั่งเราได้ 120 ถ้วย แสดงได้ดังตาราง

ตาราง 1 สัดส่วนของการปรงพันธ์

น้ำแครนเบอรี่ (ถ้วย)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
น้ำโซดา (ถ้วย)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
พันธ์ (ถ้วย)	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120

ที่มา : NCTM. (2000). Connections Standard for Grades 6 – 8. *Principles and Standards for School Mathematics*. p.276.

จากตารางหมายความว่า เรามีน้ำแครนเบอรี่ 45 ถ้วย และน้ำโซดา 75 ถ้วย หลังจากอภิปรายในชั้นเรียน กลุ่มนี้สังเกตว่าพวกเขาสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วจาก $\frac{3}{5}$ ไปยัง $\frac{45}{75}$ ได้ ด้วยการคูณด้วย 15 เพราะพวกเขาต้องทำพันธ์สูตร C นี้ ทั้งหมด 15 ครั้ง

กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D

เราทดลองใช้จำนวนต่าง ๆ ตอนแรกทดลองใช้น้ำแครนเบอรี่ 20 ถ้วย นี่หมายถึง เราต้องทำ 4 ครั้ง เท่าน้ำหรือน้ำโซดา 80 ถ้วยแต่ยังน้อยเกินไปเพราะ $20 + 80 = 100$ ถ้วย ดังนั้นเราลองใช้ 30 ถ้วย หมายความว่า ใช้น้ำ $30 \times 4 = 120$ ถ้วย ซึ่งทำให้ได้น้ำพันธ์จำนวนมาก $30 + 120 = 150$ ถ้วย ต่อไปเราทดลองใช้น้ำแครนเบอรี่ 25 ถ้วยและน้ำโซดา $25 \times 4 = 100$ ถ้วย ดังนั้นเราลองใช้น้ำแครนเบอรี่ 24 ถ้วย จะต้องใช้น้ำโซดา $24 \times 4 = 96$ ถ้วย จากงานนี้จะทำให้ได้น้ำพันธ์ $24 + 96 = 120$ ถ้วย

หลังจากแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอวิธีการของพวกเขาในการตอบคำถามข้อที่ 3 ครูดำเนินการพูดคุย โดยกระตุ้นให้นักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างยุทธวิธีของแต่ละกลุ่ม

ปัญหา “การทำพันธ” เป็นการนำแนวคิดเรื่องต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เศษส่วน อัตราส่วน สัดส่วน การดำเนินการ ขนาด ความรู้สึกเชิงจำนวน แบบรูป และอื่น ๆ โดยการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความเข้าใจและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยนักเรียนได้รับการพัฒนาความเข้าใจ ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานสำหรับการเรียนต่อไป เช่น หัวข้อเกี่ยวกับอัตราของการเปลี่ยนแปลง และความสัมพันธ์เชิงเส้น

แต่งงานดังกล่าวต้องการให้นักเรียนอธิบายยุทธวิธีของพวกเขา นักเรียนทุกคนมีโอกาสในการสร้างความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วน โดยการฟังแนวความคิดที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ตัวอย่างเช่น กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร D ใช้วิธีการเดาแล้วตรวจสอบในการแก้ปัญหากลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร C สร้างตารางและใช้แนวคิดของการเพิ่มอัตราส่วนและเพิ่มในทางเดียวกัน ซึ่งนักเรียนสามารถหาได้โดยใช้เศษส่วนที่เท่ากัน กลุ่มที่ทำโดยใช้สูตร A และ B คิดเกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณและการใช้อัตราส่วน

ไม่มีนักเรียนคนใดกล่าวว่าคำตอบที่ได้จากคำถาม 2 ข้อแรก จะมีความชัดเจนมากขึ้น ถ้าพวกเขาแก้ปัญหาในข้อ 3 ได้ ในแต่ละสูตรเราสามารถเพิ่มจำนวนถ้วยของน้ำแครนเบอร์รี่ไปสู่จำนวนถ้วยของน้ำพันธตามที่เราต้องการได้ เรามีสัดส่วนในการทำพันธให้ได้วิธีละ 120 ถ้วยนั้น จะต้องทำพันธในแต่ละวิธีทั้งสิ้น 24 , 10 , 15 และ 24 ครั้ง ตามลำดับ ของส่วนผสมที่ต้องการ เพราะว่าสูตร A – D ใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 2 , 4 , 3 และ 1 ถ้วย ตามลำดับ พวกเขาจะใช้น้ำแครนเบอร์รี่ 48 , 40 , 45 และ 24 ถ้วย ตามลำดับ เมื่อต้องการนำมาให้คน 120 คน ซึ่งเราจะพบว่าสูตร D มีรสและกลิ่นแครนเบอร์รี่เจือจาง และสูตร A มีรสและกลิ่นแครนเบอร์รี่เข้มข้น นี่เป็นการค้นพบที่ยืนยันก่อนได้รับคำตอบและวิธีการของนักเรียน

กรมวิชาการ (2545ข: 203 – 205) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์นั้น ผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์ปัญหา สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน

ตัวอย่างการเชื่อมโยง

กำหนดสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

บริษัทก่อสร้างดำรงต้องการเช่าที่ดินขนาด 2 ไร่ จำนวน 1 แปลง สำหรับเก็บวัสดุก่อสร้าง ในราคาประหยัด และมีผู้นำที่ดินมาเสนอให้เช่า 2 ราย ดังนี้

นายบุญ เสนอที่ดิน 2 ไร่ 1 งาน คิดราคาค่าเช่าที่ดินทั้งแปลง เดือนละ 7,000 บาท

นางล้วน เสนอที่ดิน 5 ไร่ 3 งาน แบ่งที่ดินให้เช่าได้ โดยคิดค่าเช่าตารางวาละ 100 บาท

ต่อปี

ถ้าผู้เรียนเป็นเจ้าของบริษัทก่อสร้างดำรง ผู้เรียนจะเช่าที่ดินของใคร เพราะเหตุใด

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จะเห็นว่าผู้เรียนต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ ค่าเช่าที่ดิน ต้องคำนึงถึงราคาที่ต้องประหยัด ต้องใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ การนำเสนอเฉพาะ คำตอบจากการคำนวณของผู้เรียนไม่ใช่สิ่งสำคัญที่สุด ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญต่อแนวคิดและ เหตุผลของผู้เรียนแต่ละคนประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนอาจเป็นดังนี้

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 ซึ่งเมื่อคิดค่าเช่าเป็นตารางวาต่อปีแล้วจะจ่าย เพียงตารางวาละ 93 บาท ($\frac{700 \times 12}{900} \approx 93$) ซึ่งถูกกว่าค่าเช่าที่ดินของนางล้วน

ผู้สอนอาจเปิดประเด็นให้ผู้เรียนได้มีการอภิปรายต่อในเรื่องนี้ได้อีก ในประเด็นที่ว่าในชีวิตจริงแล้ว ก่อนตัดสินใจลงทุนทำกิจการใด ผู้ลงทุนไม่พิจารณาค่าเช่าเพียงอย่างเดียวต้องพิจารณา องค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม ความสะดวกในการเข้าออก ที่ดินอยู่ใกล้หรือไกลจาก บริษัทเพียงใด ประเด็นเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความคิดพิจารณาในวงกว้างขึ้น สามารถนำ ความคิดเช่นนี้ไปประยุกต์ในชีวิตจริงได้ เป็นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทำให้เหตุผล ความคิด สร้างสรรค์ ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในด้านการคิดอย่างถี่ถ้วนรอบคอบ กล้าแสดงความคิดเห็น และคิดอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

ในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ ผู้สอนควรจัดกิจกรรม หรือให้ปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สามารถบอกแนวคิด และแสดงเหตุผลได้ ผู้สอนไม่ควรดูเฉพาะคำตอบที่หาได้จากการคำนวณเท่านั้น คำตอบของปัญหาอาจมีมากกว่า 1 คำตอบ ขึ้นอยู่กับการให้เหตุผลประกอบที่สมเหตุสมผลด้วย

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

ในหมู่บ้านของท่านมีการประชุมเพื่อแสดงความคิดเห็นว่าจะเสนอทางราชการให้ตั้งจุดตรวจในหมู่บ้านหรือไม่ ในการประชุมมีบางกลุ่มที่เชื่อว่า การมีจุดตรวจของตำรวจอยู่ใกล้หมู่บ้านจะช่วยลดปัญหาอาชญากรรม ที่ประชุมจึงได้ขอข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่ โดยได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 จำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมในปีที่ผ่านมาจากสถานีตำรวจท้องที่

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

ที่มา : อัมพร ม้าคนอง (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. หน้า 101.

1. จากข้อมูลดังกล่าว ท่านคิดว่าที่ประชุมควรสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความใกล้/ไกลจากจุดตรวจ กับจำนวนครั้งของการเกิดอาชญากรรมต่อกิโลเมตรอย่างไร เพราะเหตุใด
2. มีบางคนในที่ประชุมพยายามใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ข้อสรุปเชื่อถือได้มากขึ้น ท่านจะช่วยคนเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การทำกิจกรรมในลักษณะนี้ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหา คณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตประจำวันและเชื่อมโยงระหว่างความรู้คณิตศาสตร์ต่าง ๆ ที่จำเป็น สำหรับการแก้ปัญหาเพื่อจะตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม การเชื่อมโยงในปัญหานี้ ผู้เรียนจะต้อง คิดว่าจะใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรที่ตนมีอยู่ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากข้อมูล ในตัวอย่างนี้แตกต่างจากข้อมูลประเภทเดียวกันที่เคยพบในหนังสือเรียนหรือผู้สอนสมมติขึ้น ผู้เรียน ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ เพื่อจะได้อธิบายข้อมูลอย่างเป็นเหตุเป็นผล และได้ข้อสรุปที่น่าเชื่อถือโดยใช้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ

2.4 ลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของการเชื่อมโยงในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

ไวท์ (White, 2001: 134 – 136) ได้ทำการสอนให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความเป็น อิสระกับสถิติไคสแควร์ โดยกล่าวว่า สถิติไคสแควร์ใช้เพื่อทดสอบความเหมาะสม (Goodness of fit) สัดส่วนของประชากร (Homogeneity of Proportion) และทดสอบความเป็นอิสระ (Independence) ในการสอนจะใช้การทดสอบความเหมาะสมของสถิติไคสแควร์ไปสัมพันธ์กับงานของการทดสอบความ เป็นอิสระโดยวันแรกเป็นการนำเสนอเนื้อหาที่ครอบคลุมการทดสอบความเหมาะสมแล้วมอบหมาย งาน ต่อมาวันที่สองเป็นการนำเสนอเนื้อหาเพื่อพิจารณาความเป็นอิสระตามรูปแบบของความน่าจะเป็น ที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว จากนั้นนำสถิติไคสแควร์มาทดสอบความเป็นอิสระโดยมีตัวอย่างที่ ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์กัน

คอยราลา; และ กู๊ดวิน (Koirala; & Goodwin, 2002: 86-90) ได้ทำการสอนนักเรียนในระดับ เกรด 5 – 8 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้แผนที่สหรัฐอเมริกา กิจกรรมนี้ให้นักเรียนในระดับเกรด 5 – 8 สำรวจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์โดยใช้แผนที่สหรัฐอเมริกาเป็นการนำเสนอ ระหว่างฝึกหัด กิจกรรมเป็นเวลา 5 วัน โดยนักเรียนทำงานในการศึกษาการเชื่อมโยง รัฐอื่น ๆ และตำบลที่อยู่ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ เช่น การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การสื่อสาร การสร้างการ เชื่อมโยงและการใช้ตัวแทนที่หลากหลายเหมือนกับหัวข้อทางคณิตศาสตร์ เช่น สัดส่วน กราฟ และ ค่าเฉลี่ยทางสถิติ

มัวร์; และ ชวาร์ซ (Moore; & Schwarz, 2003: 78 – 82) ได้ทำการสอนเกี่ยวกับเรื่องสนุก ภายใต้วงอาทิตย์ ซึ่งเป็นสัปดาห์ของการเชื่อมโยงทางเรขาคณิต บทเรียนเป็นการบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จากการสำรวจการใช้สื่อที่จับต้องได้เป็นการนำเสนอ ลักษณะเด่นของ บทเรียนจะสนุกและสร้างสรรค์กิจกรรมที่นักเรียนในโรงเรียนระดับเกรด 5 - 8 จะพบทั้งความตื่นเต้น

และเข้าถึงได้ กิจกรรมนี้ให้ครูเตรียมทั้งการเรียนแบบร่วมมือเกี่ยวกับการรวมเรขาคณิตและการวัด สัดส่วนและสิ่งแวดล้อม

โอ'คอนเนอร์ (O'Connor. 2003: 38 – 40) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงวิชาพีชคณิตกับวิชาเคมี เขาอธิบายขั้นตอนที่เขาทำไปสู่การสร้างสรรค์ร่วมกันระหว่างหลักสูตรวิชาเคมีและวิชาพีชคณิต ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการจับคู่หลักสูตรพีชคณิตกับหัวข้อที่สอนในวิชาเคมี แม้ว่าการสอนจะราบรื่นก่อนที่ จะพัฒนาการรวมหลักสูตรเคมีและพีชคณิต นักเรียนและผู้ร่วมงานมีการดำเนินการความพยายามที่จะ รวมความคิดรวบยอดในคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนสำคัญในการนำไปสู่การขยาย เป้าหมายตอนต้นให้นักเรียน มีการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในทั้งสองวิชา

วีเบอร์ (Weber. 2003: 450 – 454) ได้กล่าวถึงการสำรวจทางเรขาคณิตในโลกแห่งความเป็นจริงโดยให้นักเรียนในเกรด 3 และ 4 สำรวจความคิดรวบยอดทางเรขาคณิตที่สำคัญและเชื่อมโยง การศึกษาคณิตศาสตร์ในโลกที่เป็นจริงผ่านกิจกรรมคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับวรรณคดี ซึ่งกิจกรรม คณิตศาสตร์นี้ได้เชื่อมโยงกับหนังสือเรื่องการนั่งในกล่องของฉัน (Sitting in My Box) โดย Dee Lillegard พวกเขาสนใจนักเรียนระดับประถมศึกษาและทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดรวบ ยอดที่สำคัญทางเรขาคณิตและการวัด ระหว่างที่นักเรียนพัฒนาการแก้ปัญหาด้วย

เบอร์กเนอร์; และ โกรท (Bergner; & Groth). 2004: 298 – 305) ได้ทำการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์โดยการสร้างทรงสี่หน้า (Tetrahedra) เป็นโครงการที่ให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายใช้ความคิดรวบยอดจากการสำรวจพื้นที่ของทรงสี่หน้าทางคณิตศาสตร์ในมาตรวัดที่ใหญ่ เป็นการอธิบาย การออกแบบพัฒนาความเข้าใจความคิดรวบยอดพื้นฐานของเรขาคณิตระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายของนักเรียน โครงการนี้ต้องการให้นักเรียนมีส่วนร่วม 1 ใน 5 ชั่วโมง โดยให้ พวกเขาสำรวจคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสร้างทรงสี่หน้าและสร้างทรงสี่หน้าในมาตรวัดที่ใหญ่ขึ้น

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547: 50 – 51) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นไปได้ หลายลักษณะดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างสูตรการหา พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม ต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใน 2 ประเด็น คือ พื้นที่รูปสามเหลี่ยมที่เป็นครึ่งหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ ความกว้างคูณ ความยาว ดังนั้น

$$\text{สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม คือ } \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

2. การเชื่อมโยงระหว่างเรื่องต่าง ๆ ของคณิตศาสตร์ เช่น การลบเป็นการดำเนินการตรงข้ามของการบวก การคูณเป็นการบวกซ้ำ ๆ การคูณและการหารเป็นการดำเนินการตรงกันข้าม ร้อยละ สัมพันธ์กับเศษส่วน การวัดสัมพันธ์กับเรขาคณิต

3. การเชื่อมโยงแบบจำลองหลาย ๆ แบบสู่ความคิดรวบยอดเดียวกัน เช่น การให้นักเรียนสร้างหน่วยการวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานตามความต้องการของตนเองก็จะได้หน่วยที่ไม่เป็นมาตรฐาน หลาย ๆ ลักษณะ แต่ทุกหน่วยนำไปสู่ความคิดรวบยอดเดียวกันว่าเป็นหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐาน

4. การเชื่อมโยงความคิดรวบยอดไปสู่วิธีคำนวณ เช่น ในการเรียนรู้เรื่องหน่วยการวัดเด็กต้องเกิดความคิดรวบยอดว่าจำนวนต่าง ๆ จะมาบวกกันได้ต้องมีหน่วยการวัดเดียวกัน ดังนั้นถ้าหากจำนวนเหล่านี้มีหน่วยต่างกันจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกัน

5. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการกำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นวิถีทางหนึ่งที่สนับสนุนส่งเสริมการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้เปิดโอกาสให้เด็กได้ศึกษา สัมผัสเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ที่ตนสนใจ ได้มีโอกาสแสดงความคิดริเริ่ม ได้สร้างสิ่งต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน ยังคงเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย หน่วยการเรียนรู้อาจเป็นหน่วยการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือเป็นหน่วยการเรียนรู้กลางที่คณิตศาสตร์เรียนรู้ร่วมกับวิชาอื่น ๆ ก็ได้

อัมพร ม้าคนอง (2547: 101) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่นที่ตนเองพบ การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ประเภท ดังนี้

1. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเรียนกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์หรือสาขาวิชาอื่น

จากลักษณะการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์นั้นสามารถเชื่อมโยงได้หลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครู เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และสถานการณ์ในโลกแห่งความเป็นจริง ที่สามารถแสดงการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง

2.5 ประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง

เยลแลนด์ (Yelland. 2003: 31 – 45) กล่าวถึงการเชื่อมโยงด้วยแนวคิดที่สูงขึ้นในการวัดความยาว เขาศึกษาการทดสอบยุทธวิธีของนักเรียนในการคำนวณความยาวระดับพื้นฐานที่สมบูรณ์เป็นข้อมูลที่ได้จากห้องเรียนระดับประถมศึกษาในออสเตรเลีย การค้นพบแสดงว่านักเรียนรักษาความสนใจและสามารถต่อสู้ในการคิดระดับสูงทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของการวัด

เมื่อกิจกรรมการคำนวณมีอยู่ในหลักสูตรซึ่งอธิบายโดยการสืบสวนสอบสวน การตรวจสอบอย่างคล่องแคล่ว และการแก้ปัญหา

แม็ค (Mack. 2004: 226 – 232) กล่าวถึงการเชื่อมโยงในการพัฒนาความคล่องแคล่วในการคำนวณด้วยเศษส่วน โดยให้นักเรียนเกรด 5 – 8 ดำเนินการด้วยขนาดของหน่วยที่เหมือนกัน ขณะที่สนับสนุนให้นักเรียนมองสิ่งที่เหมือนกัน นักเรียนสำรวจการบวกและการลบเศษส่วน วิธีการนี้อาจจะช่วยให้เด็กนักเรียนมองเห็นการบวกและการลบของเศษส่วนในวิธีเปลี่ยนหน่วยให้เป็นแบบเดียวกัน จึงเป็นการสนับสนุนนักเรียนให้เกิดการพัฒนาความคล่องแคล่วในการคำนวณด้วยเศษส่วน

กรมวิชาการ (2545ข: 203) กล่าวถึงประโยชน์ของทักษะการเชื่อมโยง ดังนี้ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในวิชาที่พบบางอย่างโดยตรง เช่น การตัดเย็บเสื้อผ้า งานคหกรรมเกี่ยวกับอาหาร งานเกษตร งานออกแบบสร้างหีบห่อบรรจุภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงการนำคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เช่น การซื้อขาย การชั่ง ตวง วัด

สรุปได้ว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์เอง หรือความสัมพันธ์กับวิชาอื่น ๆ รวมทั้งยังมีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้เข้าใจมากขึ้นและเห็นความสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นด้วย

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยง

งานวิจัยต่างประเทศ

เดริกเซล (Drexel. 1997: Online). ได้ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างเศษส่วนธรรมดา (Common Fraction) กับเศษส่วนทศนิยม (Decimal Fraction) หรือเศษส่วนที่มีพหุคูณของ 10 โดยเลือกนักเรียน 9 คน จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 6 ที่อยู่ต่างห้องเรียนกันจำนวน 19 คน มาทดสอบความเชื่อมโยงเศษส่วนธรรมดา และเศษส่วนทศนิยม โดยให้ทำข้อสอบเศษส่วนแบบเขียนตอบ และสัมภาษณ์ถึงการเรียนเรื่องเศษส่วนที่ผ่านมา เพื่อจะได้ทราบระดับความรู้ และมโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียน ปรากฏว่ามโนคติเรื่องเศษส่วนของนักเรียนมีอยู่จำกัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้บทเรียน 6 บท ในการปูพื้นฐานมโนคติและทักษะเรื่องเศษส่วน และใช้บทเรียนเพียง 2 บท ในการเชื่อมโยงมโนคติของเศษส่วนธรรมดา และทศนิยมกับกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการใช้บทเรียน ทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถจำแนกเปรียบเทียบ ดำเนินการบวก และการลบเศษส่วนทศนิยมได้ สามารถนำหลักการของเศษส่วนธรรมดาไปใช้กับเศษส่วนทศนิยมได้ และนักเรียนยังสามารถแปลงส่วนจาก 10 และ 100 เป็น 1,000 แต่ยังไม่สามารถแปลงการคูณเศษส่วนมาเป็นการคูณทศนิยมได้ ซึ่งข้อจำกัดนี้ชี้ชัดว่า ความรู้ของนักเรียนยังมีปัญหาต่อการนำมาใช้ แต่จาก

การที่นักเรียนสามารถโยงเศษส่วนธรรมดาและทศนิยมมาสัมพันธ์กันได้ อาจมีความหมายต่อความเข้าใจมโนคติ และการดำเนินการในทศนิยม

พอร์ซีโอ (Porzio. 1999: 1 – 29). ได้ศึกษาผลการใช้วิธีนำเสนอเนื้อหาที่แตกต่างกันและการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายที่มีต่อการสร้างมโนคติทางคณิตศาสตร์ เป็นการศึกษาดูผลของความแตกต่างในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยจัดนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เรียนหลักสูตรแคลคูลัสแบบเดิมที่เน้นการนำเสนอด้วยสัญลักษณ์ กลุ่มที่ 2 เรียนหลักสูตรแคลคูลัสที่เรียนโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟที่เน้นการนำเสนอด้วยกราฟ และกลุ่มที่ 3 เรียนหลักสูตร Calculus & Mathematica ที่เน้นการนำเสนอที่หลากหลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนหลักสูตร Calculus & Mathematica มีทักษะในการแก้ปัญหาและสามารถแสดงมโนคติได้หลายวิธี ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเชื่อมโยงความรู้

ลอร์สัน; และ ชินนาพแพน (Lawson; & Chinnappan. 2000: 26 – 43). ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานแก้ปัญหากับการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียน และศึกษาต่อไปถึงตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต ระหว่างนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ขึ้นเองได้มากกว่า และสามารถโยงความรู้ที่ครูจัดตามแผนการสอน มาสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ และตัวชี้วัดความสามารถด้านการเชื่อมโยง มีผลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาสูงกว่าตัวชี้วัดความสามารถด้านเนื้อหา จุดมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้ข้อมูลกับครูในการหาวิธีสอน เพื่อให้ นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ที่มีคุณภาพได้

พูกาลี (Pugalee. 2001: 236 – 245). ได้ศึกษาการเขียนของนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงรูปแบบของการรู้คิดที่ชัดเจน กับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 20 คน ที่เรียนวิชาพีชคณิตโดยในการทำโจทย์ปัญหา ให้เขียนอธิบายตามกระบวนการแก้ปัญหา ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนแสดงรูปแบบการรู้คิดของตนเองออกมาในการเขียนอธิบายแสดงถึงการมีพฤติกรรมกรู้คิดที่หลากหลาย ทั้งการกำหนดทิศทาง การวางแผนจัดการ การดำเนินการ และรูปแบบการพิสูจน์ในการแก้ปัญหา ซึ่งพฤติกรรมกรู้คิดมีอิทธิพลอย่างมากในการแก้ปัญหา การศึกษานี้เน้นที่การเขียนเพื่อเป็นแนวทางในการบูรณาการหลักสูตรคณิตศาสตร์และสนับสนุนความต้องการในการวิจัย เรื่องการเขียนในคณิตศาสตร์ที่มีมากขึ้น

โจนส์ (Jones. 2002: Online). ได้ศึกษาลักษณะของการสอนแบบบูรณาการห้องเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนระดับเกรด 5 – 8 เป็นการศึกษาค้นคว้าเฉพาะประโยชน์ของครูผู้บูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับของการบูรณาการของงานมีประโยชน์ในการ

บูรณาการในชั้นเรียนและเกณฑ์เฉพาะของการบูรณาการในห้องเรียนประกอบด้วย การจัดกลุ่มของสิ่งของ สิ่งแวดล้อมของงาน ที่มาของต้นฉบับ และชนิดของการบรรยาย การศึกษาเกี่ยวข้องกับกรณีศึกษา 4 กรณีที่ครูโรงเรียนระดับเกรด 5 – 8 ใช้บูรณาการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหลักสูตรออกแบบที่มหาวิทยาลัยรัฐอิลลินอยส์ (Illinois State University) ในการศึกษา มีครูผู้สอนเกรด 7 จำนวน 2 คน และเกรด 8 จำนวน 2 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานรายงานของครู การสังเกตห้องเรียน สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ วิธีการสัมภาษณ์ของครูและนักเรียนโดยให้นักเรียนที่เลือกจากแต่ละห้องหนึ่งประชุมเป็นกลุ่ม วิธีที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบฝึกหัดในห้องเรียนแบบบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นเหมือนการรวมโดยเปลี่ยนรูปแบบเอกสารคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ใหม่ การศึกษาพบว่าประโยชน์อย่างหนึ่งของการบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เป็นธรรมชาติของการเชื่อมโยงที่มีนัยและเชื่อมโยงกับโลกที่เป็นจริง ที่นักเรียนสำนึกได้ ระดับของการบูรณาการพบหลายงานใน Mathematics / Science Continuum ของ Huntley ซึ่งแนะนำว่ามันไม่จำเป็นต้องบูรณาการงานแต่ละงานในห้องเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ แต่จะบูรณาการทั้งหมด มีหลักสูตรที่ออกแบบบูรณาการคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่ช่วยครูสร้างการเชื่อมโยงเมื่อครูไม่พยายามทำ พบว่านักเรียนในห้องเรียนบูรณาการเห็นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน การเชื่อมโยงในชีวิตจริงจากกิจกรรมทั้งหมดที่พวกเขาเข้าร่วม เกณฑ์ของการเชื่อมโยงทำโดยนักเรียนในการบูรณาการห้องเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไม่เป็นคำอธิบายใน Mathematics / Science Continuum ของ Huntley

คิม (Kim, 2002: Online) ได้ศึกษาการพัฒนาการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการของการสอนเรื่อง การเท่ากันและการบวก การศึกษานี้ประกอบด้วยการประเมินหน่วยการสอนในคณิตศาสตร์ที่สอนเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของการเท่ากันและการบวก หน่วยการสอนออกแบบแนะนำความรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นทางการในห้องเรียน เช่นเดียวกับการสร้างการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ทางคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการ ซึ่งนิยามโดยผู้วิจัยดำเนินการโดยการสัมภาษณ์คนอื่นเป็นการสังเคราะห์ว่าเด็กเปรียบเทียบการเท่ากันและการบวกอย่างไร นิยามของการเชื่อมโยงและคะแนนความรู้สึกทั่วไป ที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์หนังสือเรียนประเภทลำดับ A, B และ C โดยใช้สัมประสิทธิ์ Cohen's Kappa เป็นการวัดจุดมุ่งหมายที่แน่นอนของการวิเคราะห์ คำตอบแรกของคำถามการวิจัยที่พบว่าความเข้าใจแบบไม่เป็นทางการของเด็กและใช้การเท่ากันและการบวก แตกต่างจากความหมายเดิมของความคิดรวบยอดในความรู้สึกทางคณิตศาสตร์พบจากหนังสือเรียนที่สนับสนุนนักเรียนไปสู่ความไม่แน่ใจความคิดรวบยอดที่ดี การวิเคราะห์ลำดับหนังสือเรียนที่แนะนำคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการ อย่างไรก็ตาม การสำรวจข้อจำกัดพบว่า สิ่งแรก จำนวน

ของหน้ากำหนดระเบียบการอย่างไม่เป็นทางการมากกว่าความคิดรวบยอดแบบไม่เป็นทางการ สิ่งที่สอง มีความรู้ทางคณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการเพียงเล็กน้อยที่พบในหนังสือเรียน รูปแบบที่ชัดเจนของการ ใช้การนำเสนอความรู้คณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการ ความรู้คณิตศาสตร์แบบเป็นทางการ และการจัดหมวดหมู่ของความรู้คณิตศาสตร์แบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการของการเท่ากันและการบวก เป็นสิ่งที่จะกำหนดรูปแบบที่ใช้การนำเสนอความรู้แบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการอย่างเหมาะสม ในลำดับ A และ B การไม่เปลี่ยนแปลงของรูปแบบในบทเช่นเดียวกับการข้ามบทต่านั้นคาดว่า เป็นรูปแบบเรื่องที่แท้จริง การไม่เปลี่ยนแปลงของรูปแบบในลำดับ C มีสูง ปรากฏในหน่วยที่ข้ามไป หน่วยการสอนมีความสำคัญต่อการสอนความรู้ที่เป็นคิดรวบยอดแบบไม่เป็นทางการและแบบเป็นทางการ การแนะนำการเท่ากัน สิ่งแรกที่มาแทนคือการบวก การเชื่อมโยง การปฏิบัติ และการใช้ปัญหา เนื้อเรื่อง (Story Problem) เป็นรูปแบบที่พบบ่อย

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ แสงทองคำสุก (2545: บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงดังกล่าว หลังได้รับการสอนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เทอดเกียรติ วงศ์สมบูรณ์ (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงสามารถสอบผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .01

นงลักษณ์ แก้วมาลา (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศศิธร แก้วรักษา (2547: บทคัดย่อ) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบ ชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าว สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ พบว่าทักษะการเชื่อมโยงเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในสาขาต่าง ๆ และส่งผลดีต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้อย่างชัดเจน ลึกซึ้ง ครอบคลุม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต และแก้ปัญหาสภาพสังคมจริงได้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญ ทักษะการให้เหตุผลเป็นการฝึกผู้เรียนให้รู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียนนั่นเอง

3.1 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลนั้นมีความสัมพันธ์กัน สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM. 2000: 56) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งกำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์
2. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

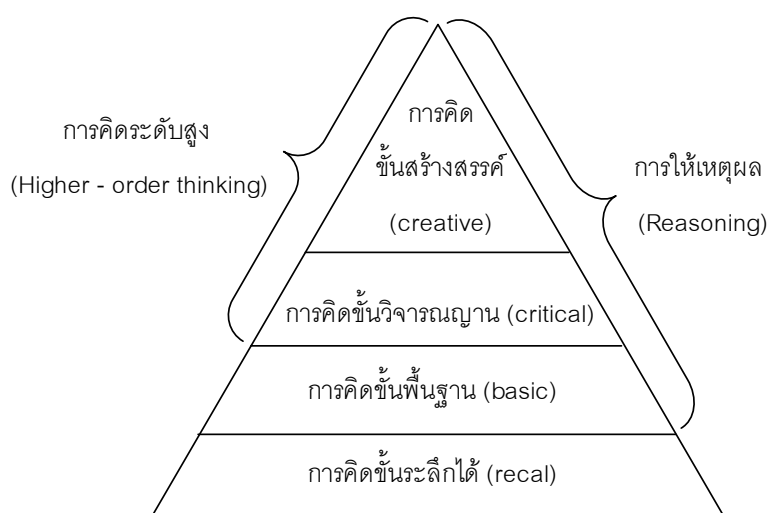
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีคำนิยามเช่นเดียวกับ การให้เหตุผล การคิดทางคณิตศาสตร์ และการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการให้เหตุผล การให้เหตุผล การคิดและการคิดอย่างมีเหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer. 1990 : 378) ได้ให้ทฤษฎีเกี่ยวกับ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำนองเดียวกันกับ ครูลิคและรูดนิค คือมองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ เช่นกัน และเป็นความคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

กรีนวูด (Greenwood. 1993 : 144) ได้กล่าวถึง การคิดทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถ ในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้ และการ ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ กรีนวูดยัง กล่าวย่ำว่าถ้าสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

ครูลิคและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993 : 3 – 5) ได้กล่าวว่า การคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยนักเรียนต้อง สร้างข้อความคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบาย ข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับ

ครูลิคและรูดนิค ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การคิดขั้นระลึกได้ (recall) การคิดขั้น พื้นฐาน (basic) การคิดขั้นวิจารณ์ญาณ (critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (creative) ส่วนการให้ เหตุผล ครูลิคและรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993 : 3) มองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่เหนือไปจาก การคิดขั้นระลึกได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นของการคิด

ที่มา : Krulik; & Rudnick. (1993). An Introduction to Higher-Order Thinking Skills and Problem Solving. *Reasoning and Problem Solving*. p.3.

ครูลิขิตและรุตนิก อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ระดับตอนที่แสดงในภาพมิได้แยกขาดจากกันเลยทีเดียว แต่ระดับขั้นตอนอาจจะคาบเกี่ยวกันบ้าง จากแผนภาพดังกล่าวจะเห็นว่าการให้เหตุผลจะรวมถึงการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิเคราะห์และการคิดขั้นสร้างสรรค์ ครูลิขิตและรุตนิก เรียกว่าเป็นการคิดระดับสูง (Higher – order thinking)

นอกจากนี้ โอตาฟเฟอร์ และธอร์นควิสท์ (O'Daffer; & Thornquist. 1993 : 43) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น

ซัชชัย คุ่มทวีพร (2534 : 121) ได้ให้ความหมายของการใช้เหตุผลว่า หมายถึง ลักษณะหนึ่งของการคิดที่พยายามอธิบายเหตุการณ์บางอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการใช้หลักฐานการสังเกตหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับ

ทิตนา เขมมณี (2542 : 14) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

จากความหมายของการคิด และความสัมพันธ์ระหว่างการคิดและการให้เหตุผล และคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลดังกล่าว รวมถึงมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ สรุปเป็นความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการยืนยันข้อสรุปที่สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือความสัมพันธ์ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น

3.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สำหรับการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM. 1989 : 81) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลว่า ในการสร้างข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer. 1990 : 378) กล่าวว่ามีการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมาชิกบางสมาชิกในขอบเขตหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสู่กรณีทั่วไป หรือนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในขอบเขตนั้น

2. การให้เหตุผลนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือแบบรูปที่เป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

บาร์ดูดี (Baroody. 1993 : 2 – 61) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้ (intuitive reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ จึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นหรือจากความรู้สึกภายใน เหตุผลเชิงหยั่งรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสมมติฐาน ซึ่งสิ่งที่ปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนอีก 2 ประเภทคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับของโอดาฟเฟอร์

เมื่อพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องกันระหว่างการใช้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท บาร์ดูดี (Baroody. 1993 : 2 – 59) กล่าวว่าในกระบวนการสืบค้นทางคณิตศาสตร์ มักเริ่มด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้หรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยที่เรียกว่าการสร้างข้อความคาดการณ์โดยการพิสูจน์ซึ่งกันคือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย

3.3 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษา ทดลอง เพื่อหาว่า ทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไร จึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 แนวทาง คือ แนวทางการสอนเพื่อให้เกิด

(teaching for thinking) แนวทางการสอนการคิด (teaching of thinking) และแนวทางการสอนที่เกี่ยวกับการคิด (teaching about thinking) (Brandt. 1984 : 3 อ้างจาก สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 39) โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1. การสอนเพื่อให้เกิด การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน

2. การสอนการคิด การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางในการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทาง ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้างแนวทางการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (metacognition) ของตนเอง แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนได้เพื่อหาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุด

จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (NCTM. 1989 : 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody. 1993 : 2 – 25) เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลกที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดให้การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้เวลาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ที่กำหนด และประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM. 1989 : 81)

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้การฝึก และฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ดังนั้น ในการพัฒนาทักษะในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิดโดยการอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลองและตอบคำถามต่าง ๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนด

แบบจำลอง (modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan; & Schram. 1989 : 18 – 19)

นอกจากเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และแสดงพฤติกรรมที่เป็นการฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว โรแวนและมอร์โรว์ (Rowan; & Morrow. 1993 : 16 – 18) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

สำหรับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford; & Hoepfner. 1971 : 28 – 32) ได้ให้ความเห็นว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับ สสวท. (2545 : 194 – 195) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่

กำหนดควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open – ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

สามารถสรุปได้ว่า ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาพร้อมกัน การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและให้เหตุผลควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิชาตามปกติ สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยยึดตามแนวทางการสอนเพื่อให้คิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมุ่งพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการจัดกิจกรรมโดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

เลชเชอร์ (Leshner. 1971 : 2487 – A) ได้ศึกษาการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับนักเรียนเกรด 4 – 7 พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างชั้นมีความแตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนชั้นสูงกว่าจะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้นที่ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกันกับผลการศึกษาของพอลแลนด์ (Pallrand. 1979 : 445 – 451) ที่ศึกษาชั้นการคิดแบบรูปธรรมที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปสู่ชั้นการคิดแบบนามธรรม และได้ข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

1. เด็กในช่วงการคิดแบบนามธรรมสามารถคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้
2. ระดับการศึกษาต่างกันทำให้การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แตกต่างกัน
3. การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรย์ (Ray. 1979 : 3220 – A) ได้ทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้คำถามในระดับต่ำ (Lower level questions) กับคำถามในระดับสูง (Higher level questions) ที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องที่เป็นนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 54 คน จัดการเรียนการสอนให้เหมือนกันทั้งสองห้อง ยกเว้นระดับคำถามที่ต่างกัน กลุ่มหนึ่งถามด้วยคำถามที่ส่วนใหญ่เป็นคำถามระดับต่ำ (ความจำ) ใช้เวลาสอน 24 สัปดาห์ พบว่าคะแนนจากการทำข้อสอบในเรื่องของควมมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูง สูงกว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญ

บริงเกอร์ (Brinker. 1996 : Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอและการให้เหตุผลในเรื่องจำนวนตรรกยะของนักเรียน โดยทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 จำนวน 27 คน ครูผู้สอนมีส่วนร่วมด้วย มีการสัมภาษณ์นักเรียน 7 คน เป็นตัวแทนความรู้เกี่ยวกับเศษส่วน มีนักเรียน 4 คน จาก 7 คน นี้ใช้เศษส่วนหาค่าได้เพียงค่าเดียว มี 2 คนใน 4 คนนี้ใช้การทำเศษส่วนให้เท่ากันเพื่อคำนวณหาตัวส่วนร่วม นักเรียน 2 คน หยุดใช้เศษส่วนแต่ใช้สัญลักษณ์แทน และมีนักเรียนเพียงคนเดียวที่สามารถเชื่อมคุณสมบัติอย่างชัดเจนกับความคิดรวบยอด และใช้ความรู้นี้ในการคำนวณเศษส่วน จากผลการศึกษาได้เสนอแนะว่าครูที่สอนในห้องจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เศษส่วนเป็นเครื่องมือให้คิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ของความคล้ายคลึงกัน

ดริคกี้ (Drickey. 2000 : Online) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความเหมือนกันของการสอนสิ่งที่เป็นกายภาพกับสิ่งที่เสมือนจริงในการสอนเรื่องมองเห็นและการให้เหตุผลเชิงปริภูมิของนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมต้น โดยจัดนักเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ที่มีการจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้ครูคอยอธิบายเป็นแนวทางไม่ใช้การจับต้องหรือการสัมผัส สิ่งที่น่าสนใจศึกษาคือ ผลของการใช้การจับต้องหรือการสัมผัสมีผลต่อการมองและทักษะการให้เหตุผลเกี่ยวกับระยะและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีครู 3 คน ในโรงเรียนระดับกลางเดียวกันสอนเรขาคณิต 4 – 5 สัปดาห์ให้นักเรียนในระดับเกรด 6 จำนวน 219 คน โดยใช้สิ่งที่จับต้องได้ทางกายภาพสิ่งที่จับต้องได้เชิงปริภูมิ หรือจับต้องไม่ได้ ในระหว่างการสอน ครูแต่ละคนใช้แต่ละการปฏิบัติทั้ง 3 แบบ ไปถึงในแบบใดแบบหนึ่งหรือมากกว่านั้นในห้องเรียน ด้วยการจัดให้นักเรียนกลุ่มทดลองเรียนใช้การทดสอบหลังเรียนกึ่งการทดลอง และไม่เหมือนกับกลุ่มควบคุม ข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงการมองและทักษะการให้เหตุผลและเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามของครู การสังเกตในชั้นเรียน การสำรวจจนนักเรียนและการเก็บข้อมูล ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนสอบหลังเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พอ ๆ กับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์และเจตคติทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

เพอไรน์ (Perrine. 2001 : Online) ได้ศึกษาผลกระทบของการแก้ปัญหาพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ของการให้เหตุผลเกี่ยวกับเศษส่วนของครู การพัฒนาการให้เหตุผลในเรื่องสัดส่วนมีความสำคัญในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งครูผู้สอนต้องมีวิธีการสอนที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดผู้เรียน ทำให้เข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ในการเรียน 1 ภาคเรียน จะต้องมีการเก็บคะแนนซึ่งการเพิ่มขึ้นของคะแนนจะมีผลต่อการเรียนในปีต่อไป มีผู้เข้าร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 187 คน มีวิทยากรจำนวน 6 ท่าน หนึ่งในนั้นเป็นครูประจำชั้นซึ่งมาสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชั้นเรียนได้ ใน 187 คนนี้ เมื่อถึงภาคเรียนที่ 2 มีนักเรียน

108 คน ประสบปัญหาในการสอบปลายภาค และในต้นภาคเรียนที่ 3 ผลรวมแสดงออกมาให้เห็นว่าการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลมีนัยสำคัญทางสถิติ การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลเป็นปัจจัยหลักในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ครูต้องมีวิธีการสอนที่แตกต่างไปจากการสอนแบบเดิมที่นักเรียนไม่เคยเจอมาก่อน

งานวิจัยในประเทศ

สุภานันท์ เสถียรศรี (2536 : 125 – 128) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2535 โรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม เขตสาทร กรุงเทพมหานคร ผลการทดลองพบว่าแบบฝึกกิจกรรมการคิดสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 338) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใน 3 ประการ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสาร โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ พัฒนาโดยฝึกผ่านกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนพระนารายณ์และโรงเรียนดงตาลวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 154 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 75 คน และกลุ่มควบคุม 79 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาพร บุญหนัก (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชีรา ลำดวนหอม (2546 : บทคัดย่อ) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องแบบรูปและการให้เหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถสอบผ่านเกณฑ์การเรียนเรื่องแบบรูปและการให้เหตุผลมากกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ดังนั้นสรุปได้ว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่องแบบรูปและการให้เหตุผล โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

พนารัตน์ แซ่มชื่น (2548 : บทคัดย่อ) ได้ออกแบบชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์ อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์นั้น ควรเริ่มจากการสร้างเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาพร้อมกัน การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิด การแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ต่าง ๆ และให้เหตุผลควบคู่ไปกับการทำกิจกรรม

สำหรับงานวิจัยนี้ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล โดยฝึกการคิด การวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์และสรุปแนวคิด หรือสร้างข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยฝึกจากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการลงมือปฏิบัติ การพูดคุย อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด ชี้แจงเหตุผลของตัวเองเพื่อเป็นการยืนยันหรือคัดค้านข้อสรุปหรือข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ที่ใช้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากร
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีการดำเนินการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด ดังนี้

1. การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม
2. พื้นฐานทางเรขาคณิต
3. ทศนิยม และร้อยละ
4. สมการและการแก้สมการ
5. พื้นที่และปริมาตร

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาในการทดลอง 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pre-test) 1 คาบ ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง 8 คาบ และการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Post-test) 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ตามแบบแผนการทดลองแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 249) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัยดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนของการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

X หมายถึง การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

T₁ หมายถึง การสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

T₂ หมายถึง การสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ได้แก่ กิจกรรมที่ส่งเสริมวิชาการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหนังสืออ่านประกอบเกี่ยวกับความรู้คณิตศาสตร์ เช่น กิจกรรมคณิตศาสตร์ วารสารสมาคมคณิตศาสตร์ วารสาร Mathematics Teacher วารสาร Mathematics in the Middle School เว็บไซต์ www.nctm.org , www.nrich.maths.org เป็นต้น

1.2 ศึกษารายละเอียดวิธีการสร้างกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 สร้างกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยยึดเนื้อหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1.3.1 ชื่อกิจกรรม

1.3.2 จุดมุ่งหมาย เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนทำกิจกรรมแล้ว

1.3.3 เวลาที่ใช้ เป็นส่วนที่บ่งบอกว่ากิจกรรมแต่ละกิจกรรมต้องใช้เวลานานเท่าใด

1.3.4 สื่อการเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุว่ากิจกรรมนั้น จะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ใดบ้าง

1.3.5 วิธีดำเนินกิจกรรม เป็นส่วนที่อธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการในการปฏิบัติกิจกรรม

1.3.6 เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1.3.7 การประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินความรู้ความสามารถ และพฤติกรรมของนักเรียน จากการปฏิบัติกิจกรรม

กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ประกอบด้วยกิจกรรม 4 กิจกรรม รวม 8 คาบ ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมออกแบบห้องคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คาบ

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 2 คาบ

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมนักสืบ จำนวน 2 คาบ

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมปัญหาพาสนุก จำนวน 2 คาบ

1.4 นำกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหา จากนั้นนำกิจกรรมและการประเมินผลไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรม จากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

ในส่วนของกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นั้นแต่ละกิจกรรมเป็นการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ และวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน มีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมออกแบบห้องคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงในวิชาคณิตศาสตร์กับการดำเนินชีวิตประจำวัน ที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการเลือกสถานที่ในโรงเรียนสำหรับจัดเป็นห้องคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งระบุขนาดที่ต้องการ และนำความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มและทศนิยม เพื่อใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ห้องคณิตศาสตร์ การคำนวณจำนวนกระเบื้องที่ต้องใช้ปูพื้นในห้องคณิตศาสตร์ ค่ากระเบื้องและค่าแรงในการปูกระเบื้อง คำนวณราคาเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ที่ต้องซื้อมาจัดห้องคณิตศาสตร์ กิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องใช้การประมาณค่าใช้จ่ายจากจำนวนเงินที่กำหนดให้เพื่อใช้เป็นค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการจัดห้องคณิตศาสตร์ การออกแบบและกำหนดตำแหน่งที่จะวางอุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์ในห้องคณิตศาสตร์ ให้เหมาะสม และสรุปค่าใช้จ่ายทั้งหมดภายในระยะเวลาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยนำความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของสารอาหารมาดำเนินกิจกรรมเชื่อมโยงกับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ที่เกี่ยวกับการเลือกบริโภคนม UHT โดยได้กำหนดเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนได้นำความรู้เกี่ยวกับร้อยละไปคำนวณหาพลังงานจากไขมันที่จะได้รับจากนม UHT ชนิดต่าง ๆ ตามที่กำหนดให้ นำความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิว และปริมาตร ไปใช้ในการคำนวณความจุของกล่องนม พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ออกแบบกล่องนมที่จะประหยัดกระดาษเพื่อลดต้นทุนการผลิตกล่องนม โดยนักเรียนจะต้องให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมนักสืบ เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาภาษาอังกฤษ ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นการใช้สัญลักษณ์เพื่อนำไปสู่การสื่อสารที่กำหนดเป็น รหัส เพื่อไม่ต้องการให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายในสิ่งที่ต้องการให้เป็นความลับระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร กิจกรรมนี้นักเรียนต้องนำความรู้เกี่ยวกับการใช้ตัวแปรการคำนวณหาเศษที่ได้จากการหารเพื่อนำไปค้นหาตัวอักษรภาษาอังกฤษแล้วนำตัวอักษรทั้งหมดที่หาได้มาประกอบเป็นคำและประโยคที่มีความหมาย ทำให้นักเรียนได้สร้างการสื่อสารโดยใช้รหัสลับ และใช้เหตุผลประกอบการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมปัญหาพาสุนัข เป็นกิจกรรมที่ฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การคูณ ของจำนวน ฝึกการอธิบายคำตอบที่ได้โดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและมีเหตุผล

กล่าวโดยสรุปกิจกรรมทั้งหมดส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออกด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยง การนำเสนอ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฝึกการวางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

1.5 นำกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในข้อ 1.4 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลาที่จัดกิจกรรม สื่อการเรียน ภาษาที่ใช้ในคำสั่งและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม จำนวน 10 คน

1.6 นำกิจกรรมมาปรับปรุงแก้ไขในเรื่องเวลา สื่อการเรียน ปริมาณเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในคำสั่งอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3) พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน พุทธศักราช 2548 คู่มือและแบบเรียนการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือต่าง ๆ ได้แก่ การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของพร้อมพรรณ อุดมสิน (2545 : 28 – 59) เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ของ ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ (2543 : 85 – 201) และคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ ของ สสวท. (2546ก : 28 – 73)

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ของกิจกรรม กำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัดเพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ตามจุดประสงค์ของกิจกรรม เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบพร้อมระบุการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลจำนวน 15 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ตามที่กำหนด

2.5 นำแบบทดสอบและเกณฑ์การประเมินที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และชี้แนะข้อบกพร่อง พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์ของกิจกรรมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญการสอนคณิตศาสตร์แล้วมาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.0 ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบจำนวน 10 ข้อ

2.9 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบเขียนตอบที่นักเรียนทำได้ โดยแบ่งคะแนนเป็น 4 คะแนน และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมโดยตรวจเป็นรายข้อ ดังนี้

ตาราง 4 เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดเชิงเปรียบเทียบได้
3	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน
2	ตอบได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายเหตุผลได้เป็นบางส่วน แต่ยังไม่ชัดเจน
1	ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้
0	ให้คำตอบได้ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และเกณฑ์การให้คะแนน

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในกระดาษคำตอบ

โจทย์ ร้านขายเครื่องเขียน 2 ร้าน ขายดินสอชนิดเดียวกันในราคาที่แตกต่างกัน ดังนี้

ร้าน X ขายดินสอจำนวน 2 แท่ง ราคา 4 บาท

ร้าน Y ขายดินสอจำนวน 4 แท่ง ราคา 6 บาท

ควรจะเลือกซื้อดินสอจากร้านใด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

นักเรียน	แนวคำตอบ	เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวม
A	เลือกซื้อจากร้าน Y	1 คะแนน ให้คำตอบได้ แต่ไม่ รู้ความหมายของปริมาณ และคำอธิบายไม่ชัดเจน
B	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน X จะแพงกว่า	2 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ แต่คำอธิบายไม่ชัดเจน
C	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน X 4 แท่ง จะต้องจ่ายเงิน 8 บาท	3 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายค่อนข้างชัดเจน
D	เลือกซื้อจากร้าน Y เพราะถ้าซื้อร้าน Y 4 แท่ง แต่ จ่ายเงินเพียง 6 บาท	3 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายค่อนข้างชัดเจน
F	เลือกซื้อจากร้าน X ถ้าต้องการเพียง 2 แท่ง แต่ ถ้าใช้มากกว่า 2 แท่ง ต้องซื้อที่ร้าน Y เพราะถ้า ซื้อ 4 แท่งที่ร้าน X เป็นเงิน 8 บาท แต่ซื้อที่ร้าน Y เป็นเงิน 6 บาท จะถูกกว่า 2 บาท	4 คะแนน ให้คำตอบได้ รู้ความหมายของปริมาณ มีคำอธิบายและแสดงแนวคิด เชิงเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจน

2.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วทั้ง 10 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.11 นำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าดัชนีความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 199 – 201) คัดเลือกข้อที่มีความยากระหว่าง 0.43 - 0.50 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.65 – 1.0 โดยคัดเลือกไว้จำนวน 5 ข้อ

2.12 นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงและคัดเลือกจำนวน 5 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่น โดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha – Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200) หาค่าความเชื่อมั่นได้เท่ากับ 0.70 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการดำเนินการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร เพื่อขอใช้กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จากกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลา 1 คาบ
3. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลา 8 คาบ
4. ทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุม โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลา 1 คาบ
5. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำคะแนนที่ได้จากการตรวจไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร $t - test$ Dependent
2. เพื่อทดสอบสมมติฐานในการผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตร $t - test$ one group

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 การหาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N คือ จำนวนคะแนนทั้งหมด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

1.2 การหาค่าความแปรปรวน โดยคำนวณจากสูตร

$$s^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ คือ ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$N - 1$ คือ จำนวนตัวแปรอิสระ (Degrees of freedom)

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 76 - 77)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายของกิจกรรม (Index of Consistency)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมายของกิจกรรม

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 248 – 249)

2.2 หาดัชนีความยากของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ P_E คือ ดัชนีค่าความยาก

S_U คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

X_{\max} คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{\min} คือ คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 199 – 200)

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกเพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	D	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	คือ	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	คือ	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	คือ	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	คือ	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543 : 201)

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ด้วยวิธีการของครอนบาค (Cronbach) สูตรที่ใช้คือ

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

เมื่อ	α	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	คือ	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม โดยใช้สูตร t – test Dependent

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

เมื่อ $\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

$\sum D^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

N คือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 104)

3.2 เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยการทดสอบสมมติฐานในการผ่านเกณฑ์ โดยใช้สูตร t – test one group

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

เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบที่นักเรียนทำได้

μ_0 คือ ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ร้อยละ 80

s คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบ

n คือ จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

(ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2541 : 182)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างเป็นรายคู่
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างเป็นรายคู่
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าเกณฑ์ของลักษณะที่ผู้วิจัยสนใจทดสอบ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 80
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะตัวอย่างที่ผู้วิจัยสนใจ
t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้ t – test Dependent

2. ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ในการผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้ t – test one group

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้ t - test Dependent ปราบกฎผลดังนี้

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง โดยใช้ t - test Dependent

	N	\bar{X} ก่อน	\bar{X} หลัง	$\sum D$	$\sum D^2$	t
กลุ่มตัวอย่าง	15	13.07	18.80	86	742	5.27**

$$t_{(.01,14)} = 2.624$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 จะพบว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่า แสดงว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 1

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ในการผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 โดยใช้ t – test one group ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ในการผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80 โดยใช้ t – test one group

	N	\bar{X} หลัง	μ_0	s	t
กลุ่มตัวอย่าง	15	18.80	16	0.941	11.52**

$$t_{(.01,14)} = 2.624$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง กับค่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยที่ได้สูงกว่าค่าเกณฑ์ แสดงว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สามารถสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ทั้งหมด จำนวน 15 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาทั้งหมด ดังนี้

1. การบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม
2. พื้นฐานทางเรขาคณิต
3. ทศนิยม และร้อยละ
4. สมการและการแก้สมการ
5. การหาพื้นที่และปริมาตร

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ใช้เวลาในการทดลอง 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยแบ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน (Pre-test) 1 คาบ ดำเนินการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง 8 คาบ และทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน (Post-test) 1 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ประกอบด้วยกิจกรรม 4 กิจกรรม รวม 8 คาบ ได้แก่

กิจกรรมที่ 1	กิจกรรมออกแบบห้องคณิตศาสตร์	จำนวน 2 คาบ
กิจกรรมที่ 2	กิจกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์	จำนวน 2 คาบ
กิจกรรมที่ 3	กิจกรรมนักสืบ	จำนวน 2 คาบ
กิจกรรมที่ 4	กิจกรรมปัญหาพาสุนัข	จำนวน 2 คาบ

เป็นกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขเกี่ยวกับความถูกต้องและความสอดคล้องของแต่ละขั้นตอนครบทั้ง 4 กิจกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญพร้อมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบพร้อมระบุการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลจำนวน 5 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่า IOC ในแต่ละข้อเท่ากับ 1.00 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.43 – 0.50 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.65 – 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.70

การดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองจากกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ตามขั้นตอนดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบถึงการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง เพื่อที่นักเรียนจะได้ปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง
2. ทำการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ใช้เวลา 50 นาที
3. ดำเนินการสอนด้วยตนเองโดยใช้กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลา 8 คาบ คาบละ 50 นาที
4. เมื่อเสร็จสิ้นการสอนโดยใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์แล้ว ทำการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ชุดเดียวกับที่ใช้สอบก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ใช้เวลา 50 นาที
5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ โดยใช้ t – test Dependent
2. เปรียบเทียบคะแนนหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงกับเกณฑ์ โดยใช้ t – test one group

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง ผลปรากฏว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งพอสรุปว่ามาจากสาเหตุต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น มีลักษณะที่เอื้อให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีอิสระในการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยสร้างความสนใจให้แก่นักเรียนอย่างดียิ่ง ส่งผลให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน ช่วยให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลและตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดริคกี (Drickey. 2000: Online); สุภานันท์ เสถียรศรี (2536: 125-128); และอารีย์ ศรีเดือน (2547: 85) พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

2. กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นกิจกรรมที่เชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษ และการเชื่อมโยงวิชาคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน จัดให้มีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ให้นักเรียนอธิบายแนวคิดและให้เหตุผลยืนยันแนวคิดนั้น ๆ ตั้งแต่การให้เหตุผลด้วยวาจา ด้วยการใช้ภาษาง่าย ๆ รวมทั้งใช้อุปกรณ์แสดงให้เห็นจริง (สสวท. 2547: 16) ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้และทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพูกาลี (Pugalee. 2001: 236-245); สมบัติ แสงทองคำ (2545: บทคัดย่อ); นางลักษณ แก้วมาลา (2547: บทคัดย่อ) และศศิธร แก้วรักษา (2547: บทคัดย่อ) พบว่าการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

3. กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เรียบเรียงเนื้อหาโดยการใช้กิจกรรมเข้ามาประกอบการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่รู้สึกรำคาญ มีความสุขกับการเรียน รวมทั้งมีการยกตัวอย่างประกอบอย่างหลากหลายและชัดเจน โดยเริ่มจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันได้เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติชิ้นงานก่อนแล้วต่อกิจกรรมที่เป็นลักษณะนามธรรม ผูกการคิดวิเคราะห์พร้อมทั้งหาเหตุผลประกอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกูเบอร์แมน (Guberman. 2004: 117-150) พบว่ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเด็กได้

4. เนื้อหาส่วนใหญ่ที่ใช้สอนในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนผ่านมาบ้างแล้วในชั้นเรียน จึงทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น รวมทั้งการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่รอบตัวมาช่วยในการทำกิจกรรม เช่น กลองนม เป็นต้น ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการและสามารถทำกิจกรรมได้เป็นอย่างดี

5. นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่มีความตั้งใจที่จะมาเรียนอยู่แล้วจึงมีความสนใจในการเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากการซักถามในชั้นเรียน การร่วมกิจกรรมต่าง ๆ และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนที่นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจของตนเอง จึงส่งผลให้นักเรียนประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้สูงขึ้น

ข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. ในกิจกรรมที่ 1 (ออกแบบห้องคณิตศาสตร์) นักเรียนจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น สามารถแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ ช่วยกันตัดสินใจเลือกสถานที่ เลือกซื้อกระเบื้อง เลือกซื้อเฟอร์นิเจอร์ รวมทั้งได้ออกแบบจัดวางเฟอร์นิเจอร์ในห้องคณิตศาสตร์

2. ในกิจกรรมที่ 2 (ออกแบบผลิตภัณฑ์) นักเรียนสนใจร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมนี้มาก เพราะเป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยสื่อที่จับต้องได้ นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่เหมือนจริง คำนวณ ปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมจากสื่อที่เป็นของจริง จึงทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลได้เป็นอย่างดี

3. ในกิจกรรมที่ 3 (นักสืบ) นักเรียนได้เรียนรู้การสื่อสารกันโดยการใช้อักษรลับ ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกคิดคำนวณจากตัวแปรที่กำหนดให้ เพื่อจะได้แปลอักษรลับเหล่านั้นเป็นคำศัพท์ และข้อความที่เป็นประโยคในภาษาอังกฤษ ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมนี้นักเรียนแต่ละคนจะรู้สึกตื่นเต้น ช่วยคำนวณหา ค่าที่ใช้แทนค่าตัวแปรที่กำหนดให้ เพื่อจะได้นำไปใช้ในการถอดรหัส นอกจากนี้ยังให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดรหัสลับแล้วส่งให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ถอดรหัส นักเรียนจะสนใจมีส่วนร่วมมาก เป็นกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ดีอีกกิจกรรมหนึ่งด้วย

4. ในกิจกรรมที่ 4 (ปัญหาพาสุนัข) นักเรียนจะรู้สึกสนุก เนื่องจากได้ฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อแก้ปัญหา พร้อมทั้งฝึกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง

5. กิจกรรมทั้งหมดเป็นการฝึกให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ฝึกการวางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผล ทักษะการนำเสนอ และใช้ทักษะการสื่อสารในรูปแบบต่าง ๆ จากการที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

6. จากการสังเกตระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก พบว่าในการทำกิจกรรมส่วนใหญ่จะเขียนแสดงวิธีคิดสั้น ๆ ไม่ค่อยชอบเขียนอธิบายยาว ๆ แต่เมื่อให้นำเสนอผลงานนักเรียนจะนำเสนอ พร้อมกับยกตัวอย่างประกอบทำให้เหตุผลได้อย่างชัดเจน แสดงว่านักเรียนชอบที่จะพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันมากกว่าที่จะเขียนลงในใบกิจกรรม ฉะนั้นครูจะต้องยอมรับพฤติกรรมของนักเรียน และปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนในส่วนของการสังเกตพฤติกรรมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มให้มากขึ้น เพื่อรวมกับคะแนนผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมของกลุ่ม

7. ถ้านำกิจกรรมลักษณะนี้ไปใช้กับนักเรียนที่เรียนอ่อน ครูผู้สอนควรปรับกิจกรรมทั้งหมด ดังนี้

7.1 ครูผู้สอนควรปรับกิจกรรมในส่วนของเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ควรเพิ่มเวลาในแต่ละกิจกรรมจาก 2 คาบ เป็น 3 - 4 คาบ เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของนักเรียนในกลุ่มนั้น ๆ และอาจจะปรับกิจกรรมบางส่วนที่ยากให้ง่ายลงได้ หรืออาจจะเลือกใบงานเพียง 1 ใบงาน จากแต่ละกิจกรรม เพราะแต่ละใบงานนั้นสามารถแยกออกมาทำแล้วสรุปคำตอบ และความรู้ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมได้

7.2 ครูผู้สอนควรปรับวิธีการดำเนินกิจกรรมบางขั้นตอน อาจจะยกตัวอย่างมากกว่า 1 ตัวอย่างหรือยกตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากที่สุด เพื่อที่นักเรียนจะได้เข้าใจอย่างชัดเจนมากขึ้น อาจจะอธิบายขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมอย่างละเอียด ช้า ๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยอย่างค่อยเป็นค่อยไป ต้องมีความอดทนในการรอคอยคำตอบจากนักเรียน และคอยช่วยเหลือนักเรียนเมื่อนักเรียนต้องการขณะปฏิบัติกิจกรรม

7.3 ครูผู้สอนควรปรับเกณฑ์การประเมินทั้งในส่วนของการสังเกตพฤติกรรมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม และคะแนนผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมของกลุ่ม ให้เหมาะสมกับระดับความรู้และพฤติกรรมที่นักเรียนจะแสดงออกมา

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ควรส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง เพื่อฝึกความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ แต่การจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงบางกิจกรรมต้องใช้เวลามาก ครูจึงควรวางแผนในเรื่องการใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้ดี

1.2 กิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอน สามารถใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้นในช่วงชั้นที่ 3 แต่ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนพื้นฐานและประสบการณ์เดิมของนักเรียน

1.3 ในการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงนั้น นักเรียนทุกคนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ต้องใช้เวลาและความอดทน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ด้วยวิธีการต่าง ๆ และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนควรให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน เพื่อนำไปสู่การค้นพบข้อสรุป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร รวมทั้งการใช้ตัวแทนเป็นต้น

2.2 ควรทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545ก). *หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2545ข). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2546). *แนวทางการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ตามหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จิตรา ทองเกิด. (2542, กุมภาพันธ์). กิจกรรมที่จัดในโรงเรียน. *วารสารวิชาการ*. 2(2): 27 – 30.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2545?). *การสอนคณิตศาสตร์*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ชัชชัย คุ่มทวีพร. (2534). *ตรรกวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2544?). *เอกสารประกอบการสอน รายวิชาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชिरา ลำดวงหอม. (2546). *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง แบบรูปและการให้เหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2547). จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัด สู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน. ใน *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. หน้า 50 – 51. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ทิตนา เขมมณี. (2542, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. *วารสารวิชาการ*. 2(5): 3 – 25.
- เทอดเกียรติ วงศ์สมบุญ. (2547). *กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยง เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นางลักษณ์ แก้วมาลา. (2547). *ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง การแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิรมล แจ่มจำรัส. (2526). กิจกรรมส่งเสริมคณิตศาสตร์. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics) หน่วยที่ 8 – 15*. หน้า 457-511. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, สิงหาคม – ตุลาคม). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM: Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000. *วารสารคณิตศาสตร์*. 44 (503 – 505) : 4 – 18.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544 – 2545, พฤศจิกายน – ธันวาคม 2544 – มกราคม 2545). หีบสิ่งรอบกายมาใช้เรียนรู้คณิตศาสตร์: แต่งโมทงลูกบาศก์. *วารสารคณิตศาสตร์*. 45 (518–520): 53–56.
- พนารัตน์ แซ่มชื่น. (2548). *ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). *การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). *การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- _____. (2528). *กิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- เยาวเรศ จตุพรสวัสดิ์. (2543). *การจัดการจัดค่ายคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. (2541). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งรัก รุ่งรัตนเสถียร. (2543). *การศึกษาความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมมุมคณิตศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศศิธร แก้วรักษา. (2547). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบชิปปา (CIPPA MODEL) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เรื่อง สถิติเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2546ก). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2546ข). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ช่วงชั้นที่ 3 – 4 หลักสูตรการศึกษาระดับพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). *การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). *การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหา เพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ สีนรุระเวชญ์. (2544). *กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สายสมร สุขะจิระ. (2543). *การพัฒนากิจกรรมมุมคณิตศาสตร์เพื่อประกอบการสอนนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุชาติ รัตนกุล. (2526). การพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics) หน่วยที่ 8-15. หน้า 513-559. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2547). ความรู้และทักษะของเยาวชนไทยสำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: เซเว่นพรินติ้ง กรุ๊ป.
- สุภานันท์ เสถียรศรี. (2536). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร บุญหนัก. (2544). การพัฒนาชุดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. (2548). ผลของการประเมินระดับชาติ (GAT) ปีการศึกษา 2546. สืบค้นเมื่อ 9 มิถุนายน 2548, จาก www.moe.go.th/webbpps/gis/MyPage.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2547). แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ :สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- อภิญา บุญจอย. (2547). การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ โดยใช้เพิ่มสะสมงานประเมินผลงาน สำหรับนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 2 ที่เข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรรถวรรณ สง่า. (2547). ผลการใช้ชุดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 101 – 102. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อารีย์ ศรีเดือน. (2547). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ เรื่องการประยุกต์ 1 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Bergner, Jennifer A.; & Groth, Randall E. (2004, December/ 2005, January). Making Mathematical Connections by Constructing Tetrahedra. *Mathematics Teacher*. 98(5) :298 – 305.
- Boaler, Jo. (2002). Exploring the Nature of Mathematical Activity: Using Theory, Research and 'Working Hypotheses' to Broaden Conception of Mathematics Knowing. *Educational Studies in Mathematics*. 51(1/2): 3 – 21. Retrieved June 25, 2005, from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Brandt, Ron. (1984, September). "Teaching of Thinking for Thinking about Thinking". *Educational Leadership*. 42(1): 3. (อ้างจาก สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ด (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 39).
- Brinker, Laura Jane. (1996). *Representations and Students' Rational Number Reasoning* Retrieved August 11, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/9629584>.
- Burrill, Gail. (1998, January). Let's Talk About Mathematical Thinking and Reasoning. in *NCTM News Bulletin*. NCTM. p.3.
- Drexel, Robert Earl. (1997). *Connecting Common and Decimal Fraction Concepts: A Common Fraction Perspective*. Retrieved June 25, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/9722725>.
- Drickey, Nancy Ann. (2000). *A Comparison of Virtual and Physical Manipulatives in Teaching Visualization and Spatial Reasoning to Middle School Mathematics Students*. Retrieved August 11, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/3004011>.
- Edwards, Amanda; & Ruthven, Kenneth. (2003). Young People's Perception of Mathematics Involved in Everyday Activities. *Educational Research*. 45(3): 249 – 260. Retrieved June 25, 2005, from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Greenwood, Jonathan Jay. (1993, November). On the Nature of Teaching and Assessing 'Mathematical Power' and 'Mathematical Thinking'. *Arithmetic Teacher*. 41(3): 144 – 152.

- Guberman, Steven R. (2004, March). A Comparative Study of Children's Out – of – School Activities and Arithmetical Achievements. *Journal For Research in Mathematics Education*. 35(2): 117 – 50.
- Guilford, J.P.; & Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Jones, Shelly Monica. (2002). *Characterization of Instruction in Integrated Middle School Mathematics and Science Classrooms*. Retrieved June 14, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/3088024>.
- Kim, Jinho. (2002). *Development of Instructional Units Connecting Informal and Formal Mathematical Knowledge of Equivalency and Addition*. Retrieved June 14, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/30528889>.
- Koirala, Hari P.; & Goodwin, Phillip M. (2002, October). Middle – Level Students Learn Mathematics Using the U.S. Map. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 8(2): 86 – 90.
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving*. A Handbook for Elementary School Teachers. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Lappan, Glenda; & Schram, Pamela W. (1989). Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics. In *New Directions for Elementary School Mathematics 1989 Yearbook*. p. 14 – 30. Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Lawson, Michael J.; & Chinnappan, Mohan. (2000, January). Knowledge Connectedness in Geometry Problem Solving. *Journal For Research in Mathematics Education*. 31(1): 26 – 43.
- Leshner, Ronald E. (1971, November). A Study of Logical Thinking in Grades Four Through Seven. *Dissertation Abstract International*. 32(5): 2487 – A.
- Mack, Nancy K. (2004, November). Connecting to Develop Computational Fluency with Fractions. *Teaching Children Mathematics*. 11(4): 226 – 232.
- Moore, Deborah A. & Schwarz, Maria C. (2003, October). Fish Fun Under the Sun : A Week of Geometry Connections. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 9(2): 78 – 82.

- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- _____. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va: NCTM. (อ้างจาก สมบัติ แสงทองคำสุก. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเพื่อส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยง เรื่อง อนุพันธ์ของฟังก์ชัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. หน้า 33)
- _____. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Nimmons, Lee Ann. (1997). *Spatial Ability and Dispositions Toward Mathematics in College Algebra: Gender – Related Differences*. Retrieved June 25, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/9804393>.
- O'Connor, Sean. (2003, January). Connecting Algebra & Chemistry. *The Science Teacher*. 70(1): 38 – 40.
- O'Daffer, Phares G. (1990, May). Inductive and Deductive Reasoning. *Mathematics Teacher*. 84(5): 378 – 380.
- O'Daffer, Phares G.; & Thornquist, Bruce A. (1993). Critical Thinking, Mathematical Reasoning, and Proof. In *Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. p. 39 – 56. New York: Macmillan Publishing Company.
- Pallrand, G.J. (1979, November). The Transition to Formal Thought. *Journal of Research in Science Teaching*. 5(6): 445 – 451.
- Perrine, Vicki. (2001). *Effect of a Problem-Solving-Based Mathematics Course on the Proportional Reasoning of Preservice Teachers*. Retrieved August 11, 2005, from <http://wwwlib.umi.com/dissertation/fullcit/3006601>.
- Porzio, Donald. (1999). Effects of Differing Emphases in the Use of Multiple Representations and Technology on Students' Understanding of Calculus Concepts. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 21(3): 1 – 29.
- Pugalee, David K. (2001, May). Writing, Mathematics, and Metacognition: Looking for Connections Through Students' Work in Mathematical Problem Solving. *School Science and Mathematics*. 101(5): 236 – 245.

- Ray, Charles Lear. (1979, December). A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non-Direction High School Chemistry Classrooms. *Dissertation Abstract International*. 40: 3220 – A.
- Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. (1993). Implementing K-8 Curriculum and Evaluation Standards. *in Arithmetic Teacher*. p.16 – 18. Reston Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Weber, William B. Jr. (2003, April). Exploring Real – World Geometry. *Teaching Children Mathematics*. 9(8): 450 – 454.
- White, Wes. (2001, February). Connecting Independence and the Chi – Square Statistic. *Mathematics Teacher*. 94(2): 134 – 136.
- Yelland, Nicola. (2003). Making Connections with Powerful Ideas in the Measurement of Length. *Yearbook (National Council of Teachers of Mathematics)*. Retrieved June 25, 2005, from [http:// vnweb.hwwilsonweb.com](http://vnweb.hwwilsonweb.com).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางค่าความยาก (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. ตารางค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (∞ -Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3. ตารางคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
4. การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ โดยใช้ t – test Dependent
5. การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ในการผ่านเกณฑ์ โดยใช้ t – test one group

ตาราง 7 ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	P_E	D
1	0.47	0.65
2	0.50	1.0
3	0.50	1.0
4	0.43	0.65
5	0.46	0.91

ตาราง 8 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α - Coefficient) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i^2
1	140	292	0.96
2	234	892	3.44
3	265	997	2.95
4	188	494	1.41
5	131	381	2.09

ค่าความเชื่อมั่นของแบบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื่องจาก $n = 5$; $\sum s_i^2 = 10.85$

$$\begin{aligned}
 \text{หาค่า } s_t^2 &= \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N^2} \\
 &= \frac{100 \times 11592 - (958)^2}{100 \times 100} \\
 &= \frac{1159200 - 917764}{10000} \\
 &= 24.14
 \end{aligned}$$

ดังนั้น โดยใช้สูตรของของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{10.85}{24.14} \right\} \\ &= \frac{5}{4} (1 - 0.45) \\ &= \frac{5}{4} (0.55) \\ &= 0.70\end{aligned}$$

เมื่อ	α	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	คือ	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	s_t^2	คือ	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

ตาราง 9 คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

คนที่	ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20)	หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20)	D (ผลต่าง)	D ² (ผลต่างกำลังสอง)
1	4	19	15	225
2	16	20	4	16
3	11	18	7	49
4	7	17	10	100
5	12	20	8	64
6	14	19	5	25
7	13	18	5	25
8	16	18	2	4
9	18	18	0	0
10	15	20	5	25
11	18	18	0	0
12	10	19	9	81
13	20	20	0	0
14	11	19	8	64
15	11	19	8	64
รวม	196	282	86	742

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ t – test Dependent ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 104)

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} && ; df = N ; N - 1 \\
 &= \frac{86}{\sqrt{\frac{(15 \times 742) - (86)^2}{14}}} \\
 &= \frac{86}{\sqrt{\frac{11,130 - 7,396}{14}}} \\
 &= \frac{86}{\sqrt{\frac{3,734}{14}}} \\
 &= \frac{86}{\sqrt{266.71}} \\
 &= \frac{86}{16.33} \\
 &= 5.27
 \end{aligned}$$

$$t_{(.01,14)} = 2.624$$

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในการผ่านเกณฑ์ โดยใช้สถิติ t – test one group ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2541 : 182)

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

$$\text{เมื่อ } \bar{X} = 18.8$$

$$\mu_0 = 16$$

$$n = 15$$

$$s = 0.941$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t &= \frac{18.8 - 16}{0.941 / \sqrt{15}} \\ &= \frac{2.8}{0.243} \\ &= 11.52 \end{aligned}$$

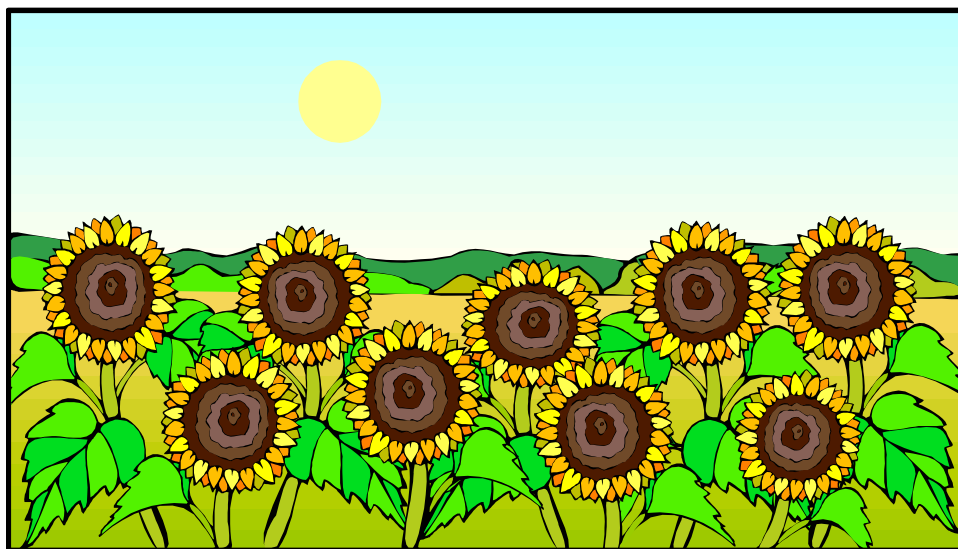
$$t_{(.01,14)} = 2.624$$

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างกิจกรรมชุมชนอุดมคติศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง

ตัวอย่าง
แผนการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์
โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดย

นางสาวรัชดา ยাত্রา

นิสิตปริญญาโท

สาขาวิชาการมัธยมศึกษา(การสอนคณิตศาสตร์)



ชื่อกิจกรรม ออกแบบห้องคณิตศาสตร์

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถ

1. บวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มและทศนิยม พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
2. นำความรู้เรื่องพื้นที่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด
3. ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างเหมาะสม
4. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปได้อย่างเหมาะสม
5. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้
6. วางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ
7. ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
8. ทำงานร่วมกับผู้อื่น

เวลาที่ใช้ 80 นาที

สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม “ออกแบบห้องคณิตศาสตร์”
2. รายการแสดงราคากระเบื้องปูพื้นและเฟอร์นิเจอร์ เพื่อใช้ในการออกแบบห้องคณิตศาสตร์
3. ดินสอ ยางลบ
4. กรรไกร
5. กาว
6. แผ่นโป่งใสประกอบการนำเสนอผลงานของนักเรียน

วิธีดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบ ตลอดจนการทำกิจกรรม “ออกแบบห้องคณิตศาสตร์”
2. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบห้องคณิตศาสตร์ตามความสนใจของนักเรียน

ขั้นสอน (50 นาที)

1. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จำนวน 5 กลุ่ม เพื่อร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม
2. ให้นักเรียนเลือกประธาน รองประธาน และเลขานุการ ของกลุ่ม
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบกิจกรรม “ออกแบบห้องคณิตศาสตร์”
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด วางแผนดำเนินการและหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยการเขียนแนวคิดในการหาคำตอบ

ขั้นสรุป (20 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน โดยใช้แผ่นโป่งใสประกอบ แล้วร่วมกันอภิปราย ชักถาม โดยครูตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
2. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1. การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนเต็มและทศนิยม
2. การหาพื้นที่ และการเขียนรูปเรขาคณิต

ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การเชื่อมโยง

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมของกลุ่ม

🚚 รายการกระเบื้องปูพื้น 🚚



แกรนิตขัดเงา
40 x 40 cm
ซิคโก้
10 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.60 ตรม.
ปกติ 80.00 ฿
ลดเหลือ 70.00 ฿



แกรนิตขัดเงา
50 x 50 cm
มิราโน 7 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.75 ตรม.
ปกติ 135.00 ฿
ลดเหลือ 120.00 ฿



แกรนิต
60 x 60 cm
Milanis
4 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.44 ตรม.
ปกติ 200.00 ฿
ลดเหลือ 155.00 ฿



แกรนิต
40 x 40 cm
BLACK - FOREST
4 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.44 ตรม.
ปกติ 230.00 ฿
ลดเหลือ 170.00 ฿



แกรนิต
50 x 50 cm
ANGEL WOOD
4 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.44 ตรม.
ปกติ 200.00 ฿
ลดเหลือ 155.00 ฿



Campana
60 x 60 cm
อลิควาเต้ น้ำตาล
4 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 1.44 ตรม.
ปกติ 175.00 ฿
ลดเหลือ 160.00 ฿



กระเบื้อง Rustic -S
30 x 30 cm.
มาราโม้ ครีม
10 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 0.9 ตรม.
ปกติ 190.00 ฿
ลดเหลือ 175.00 ฿



Duragres Rustic - K
30 x 30 cm.
เมทัลลิก
10 แผ่น/กล่อง
กล่องละ 0.9 ตรม.
ปกติ 215.00 ฿
ลดเหลือ 200.00 ฿

🌸🌸 ราคาหมาปูกระเบื้อง ตารางเมตรละ 420 บาท

รายการเฟอร์นิเจอร์ โต๊ะ และเก้าอี้



LK-100 **HOT**
รหัสสินค้า: 001
ราคา 2,875.00 บาท



LK-102
รหัสสินค้า: 002
ราคา 3,825.00 บาท



LK-103
รหัสสินค้า: 003
ราคา 3,950.00 บาท



LK-109
รหัสสินค้า: 004
ราคา 4,875.00 บาท



SG-323 **HOT**
รหัสสินค้า: 005
ราคา 2,225.00 บาท



LK-5
รหัสสินค้า: 006
ราคา 3,500.00 บาท



FC-104
รหัสสินค้า: 007
ราคา 3,100.00 บาท



S-666
รหัสสินค้า: 008
ราคา 3,325.00 บาท



T-2654
รหัสสินค้า: 009
ราคา 4,650.00 บาท



T-2648
รหัสสินค้า: 010
ราคา 3,350.00 บาท



SCF2-90(โต๊ะกลม เมลามีน)
รหัสสินค้า: 014
ราคา 1,850.00 บาท



S-1000S(100*60*75)melamine
รหัสสินค้า: 013
ราคา 2,100.00 บาท



รหัสสินค้า: 017
ราคา 2,650.00 บาท



รหัสสินค้า: 019
ราคา 2,480.00 บาท



รหัสสินค้า: 020
ราคา 2,230.00 บาท

ออกแบบห้องคณิตศาสตร์

กลุ่ม.....

สมาชิก

- 1..... ประธาน
- 2..... รองประธาน
- 3..... เลขานุการ



ออกแบบห้องคณิตศาสตร์

สถานการณ์ปัญหา

สมาคมผู้ปกครองและครูของโรงเรียน ได้ใช้งบประมาณในการออกแบบห้องคณิตศาสตร์มา 200,000 บาท แล้วกำหนดว่าขนาดของพื้นที่ใช้สอยจะต้องไม่เกิน 8×15 ตารางเมตร และได้ขอความร่วมมือมายังคณะกรรมการนักเรียนให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

ให้นักเรียนช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมตามคำสั่งในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. เลือกสถานที่ในโรงเรียนให้เหมาะสมสำหรับจัดห้องคณิตศาสตร์ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

สถานที่ที่เลือก คือ

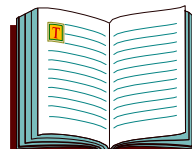
เหตุผลที่เลือก เพราะ

2. การจัดห้อง ให้นักเรียนปฏิบัติ ดังนี้



2.1 ระบุขนาดของห้องคณิตศาสตร์ที่นักเรียนต้องการ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ขนาดของห้องคณิตศาสตร์ที่ต้องการ คือ

เหตุผล เพราะ

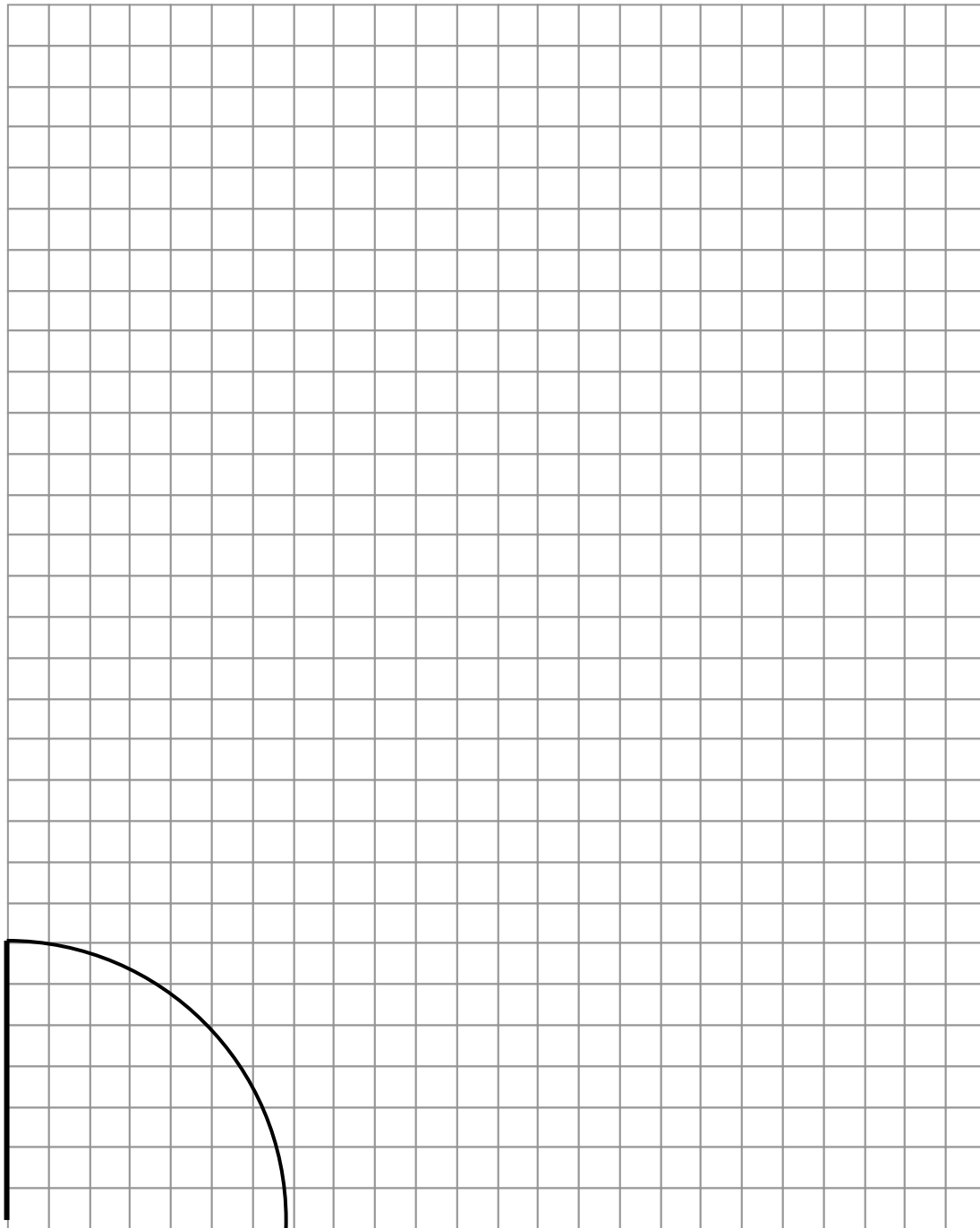


3. ให้นักเรียนเขียนรายการจัดซื้ออุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์ที่ควรจะมีในห้องคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องคำนวณค่าใช้จ่ายทั้งหมดด้วย

ลำดับที่	รายการสินค้าที่จะเลือกซื้อ	รหัสสินค้า	ราคา (บาท)
1	SG-323  	000004	2,225.00
2			
3			
4			
5			
6			

ลำดับที่	รายการสินค้าที่จะเลือกซื้อ	รหัสสินค้า	ราคา (บาท)
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
รวมราคาสินค้าทั้งหมด			

4. ให้นักเรียนออกแบบและกำหนดตำแหน่งที่จะวางอุปกรณ์ และเฟอร์นิเจอร์ที่นักเรียนเลือกซื้อในห้องคณิตศาสตร์ใหม่ให้เหมาะสมและครบทุกชิ้น โดยนำภาพมาติดลงบนกระดาษกราฟ



ชื่อกิจกรรม ออกแบบผลิตภัณฑ์

จุดประสงค์ : นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้เกี่ยวกับร้อยละไปใช้แก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
2. ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตร แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ
3. ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปได้อย่างเหมาะสม
4. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ที่กำหนดให้
5. วางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ
6. ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล
7. ทำงานร่วมกับผู้อื่น

เวลาที่ใช้ 80 นาที

สื่อการเรียนรู้

7. ใบกิจกรรม “ออกแบบผลิตภัณฑ์”
8. ใบความรู้ “ความสำคัญของสารอาหาร”
9. นมกล่อง UHT 3 รส ได้แก่ รสจืด รสหวาน และรสช็อกโกแลต
10. กระดาษแข็ง
11. กรรไกร
12. กาว
13. เทปกาวใส
14. ไม้บรรทัด
15. สีไม้
16. แผ่นโป่งใสประกอบการนำเสนอผลงานของนักเรียน

วิธีดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ (10 นาที)

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบ ตลอดจนการทำกิจกรรม “ออกแบบผลิตภัณฑ์”

2. ครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นม UHT ที่นักเรียนดื่มในชีวิตประจำวัน ว่านักเรียนมีวิธีการเลือกดื่มนมแต่ละชนิดอย่างไรบ้าง

ขั้นสอน (50 นาที)

1. ครูนำเสนอ “ความสำคัญของสารอาหาร” ที่ควรบริโภคในชีวิตประจำวันโดยใช้แผ่นโปสเตอร์ประกอบ พร้อมกับอธิบายและซักถามนักเรียน
2. ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จำนวน 5 กลุ่ม เพื่อร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม
3. ให้นักเรียนเลือกประธาน รองประธาน และเลขานุการ ของกลุ่ม
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบกิจกรรม “ออกแบบผลิตภัณฑ์” และอุปกรณ์ เพื่อประกอบการทำกิจกรรม
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด หาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูคอยให้คำแนะนำ

ขั้นสรุป (20 นาที)

2. ครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ประกอบ พร้อมกับแสดงสิ่งประดิษฐ์ของกลุ่ม แล้วร่วมกันอภิปราย ซักถาม โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง
3. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1. การคำนวณหาพื้นที่ พื้นที่ผิว ปริมาตร และร้อยละ
2. การประมาณค่า

ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การเชื่อมโยง
4. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การประเมินผล

1. สังเกตพฤติกรรมจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม
2. ตรวจสอบผลการปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมของกลุ่ม

ออกแบบผลิตภัณฑ์

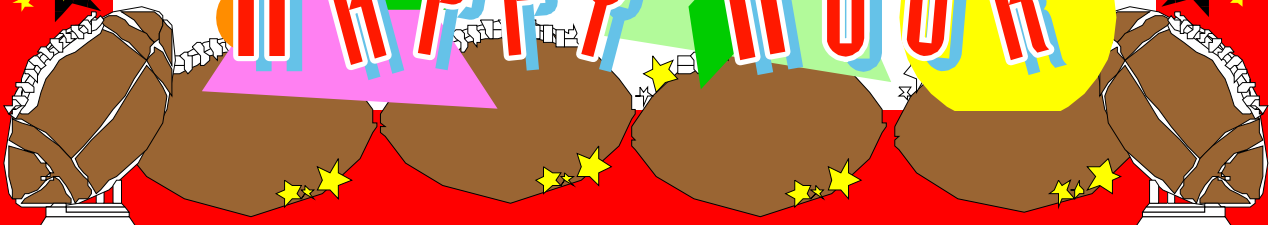
กลุ่ม.....

สมาชิก

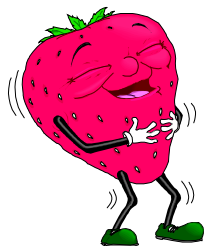
- 1..... ประธาน
- 2..... รองประธาน
- 3..... เลขานุการ



HAPPY HOUR



ความสำคัญของสารอาหาร



คนทั่วไปที่ทำงานหนักปานกลาง ต้องการพลังงานวันละประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี ผู้ที่ทำงานหนัก เช่น กรรมกร นักกีฬา ก็จะต้องการพลังงานมากกว่านี้ หรือผู้ที่ทำงานเบาๆ ก็จะต้องการพลังงานน้อยกว่านี้ สารอาหารที่ให้พลังงาน คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ปริมาณสารอาหารทั้งสามที่แนะนำให้บริโภคในฉลากโภชนาการนั้น เทียบสำหรับผู้ที่ต้องการพลังงานวันละประมาณ 2,000 กิโลแคลอรี หากต้องการพลังงานมากหรือน้อยกว่านี้ ก็ปรับกินเพิ่ม หรือลดลงตามส่วน อย่างไรก็ตาม ไม่ควรกินให้ได้พลังงานจากอย่างใดอย่างหนึ่งมากเกินไป เช่น กินแต่แป้งจำนวนมากทั้ง 2,000 กิโลแคลอรี แต่ควรกินให้เป็นสัดส่วนดังนี้ คือ

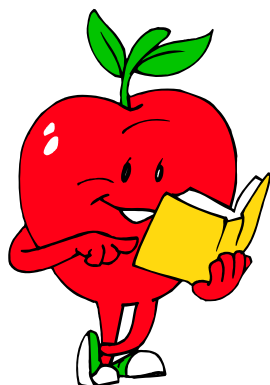
จากพลังงานทั้งหมดที่ต้องการต่อวัน ควรเป็น

- ❁ พลังงานที่ได้จาก คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 60
- ❁ พลังงานที่ได้จาก โปรตีน ร้อยละ 10 และ
- ❁ พลังงานที่ได้จาก ไขมัน ร้อยละ 30

ทั้งนี้ ปริมาณไขมันดังกล่าวก็ควรเป็นไขมันอิ่มตัวไม่เกิน ร้อยละ 10 ด้วย

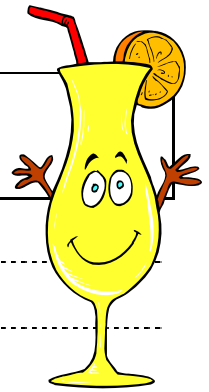


ใน 1 วันเราควรต้องเลือกรับประทาน
อาหารตามสัดส่วน เพื่อให้ได้สารอาหาร
ตามที่ร่างกายต้องการ



2

ให้นักเรียนคำนวณความจุของกล่องนม เพื่อเปรียบเทียบ
กับปริมาตรของนมที่บรรจุจริงในกล่อง

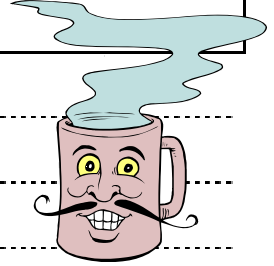


A series of horizontal dashed lines for writing.

4



ถ้าโรงงานผลิตกล่องนมมีกำลังผลิตวันละ 100,000 กล่อง จากพื้นที่ผิวของกล่องที่นักเรียนออกแบบได้ในข้อ 3 และกระดาษที่ใช้ในการผลิตมีราคาต้นทุน 20 บาทต่อตารางเมตร นักเรียนจะเลือกใช้กล่องรูปแบบใด จึงจะประหยัดเงินต้นทุนการผลิตได้มากกว่ากัน เพราะเหตุใด



5

ให้นักเรียนออกแบบตราสินค้าลงบนกล่องนมที่กลุ่มนักเรียนเลือกมา โดย
ตราสินค้าที่ออกแบบนั้นต้องประกอบด้วยรูปภาพคนิต พร้อมทั้งบอกเหตุผล

เหตุผล



ภาคผนวก ค

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
3. แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัด “ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์”

ชื่อ.....	นามสกุล.....
ชั้น.....	โรงเรียน.....

คำชี้แจง

- (1) แบบทดสอบฉบับนี้ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผลก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง
- (2) แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน
- (3) ให้นักเรียนแสดงวิธีทำลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ พร้อมทั้งสรุปและให้เหตุผลอย่างละเอียดชัดเจนทุกข้อ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้เรื่องการหาพื้นที่ พื้นที่ผิว ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนด (ข้อสอบข้อ 1)
2. นำความรู้เรื่องการหาปริมาตรไปใช้แก้ปัญหา (ข้อสอบข้อ 2)
3. นำความรู้เรื่องอัตราส่วน ทศนิยม และร้อยละไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ (ข้อสอบข้อ 3)
4. นำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การใช้ตัวแปรและการแทนค่า ไปใช้แก้ปัญหา (ข้อสอบข้อ 4 – 5)

- 1.) สายทองมีกระเบื้องปูพื้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีความยาวด้านละ 12 เซนติเมตร อยู่ 550 กล่อง บรรจุกระเบื้องกล่องละ 10 แผ่น สายทองต้องการใช้กระเบื้องทั้งหมดปูพื้นห้องที่มีขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตร และลักษณะห้องไม่มีส่วนที่ยื่นออกมา นักเรียนคิดว่าสายทองต้องใช้กระเบื้องทั้งหมดจำนวนกี่แผ่น และมีกระเบื้องพอที่จะปูพื้นห้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคิด

จากโจทย์ กระเบื้อง 550 กล่อง มีทั้งหมด $550 \times 10 = 5,500$ แผ่น

ห้องกว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตร

หรือห้อง กว้าง $8 \times 100 = 800$ เซนติเมตร

ยาว $10 \times 100 = 1,000$ เซนติเมตร

ต้องการปูกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีความยาวด้านละ 12 เซนติเมตร

นั่นคือ ด้านกว้าง 800 เซนติเมตร จะต้องใช้กระเบื้องจำนวน $800 \div 12 \approx 66.66$ แผ่น

ดังนั้น จะต้องใช้กระเบื้องจำนวน 67 แผ่น เพื่อเรียงตามด้านกว้าง

และ ด้านยาว 1,000 เซนติเมตร จะต้องใช้กระเบื้องจำนวน $1,000 \div 12 \approx 83.33$ แผ่น

ดังนั้น จะต้องใช้กระเบื้องจำนวน 84 แผ่น เพื่อเรียงตามด้านยาว

ซึ่งจะต้องใช้กระเบื้องทั้งหมด $= 67 \times 84$

$= 5,628$ แผ่น

แสดงว่าสายทองจะต้องใช้กระเบื้องจำนวน 5,628 แผ่น

ดังนั้น สายทองมีกระเบื้องไม่พอที่จะปูพื้นห้อง เพราะยังขาดกระเบื้องอีกจำนวน

$5,628 - 5,500 = 128$ แผ่น

- 2.) กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่ง ถ้าด้านแต่ละด้านของกล่องใบนี้ ยาวเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของความยาวเดิมของแต่ละด้าน แล้ว ปริมาตรของกล่องใบใหม่ จะเป็น 2 เท่าของกล่องใบเดิม ข้อความนี้ถูกต้องหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

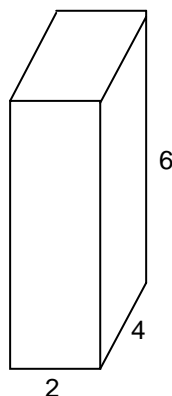
แนวคิด

วิธีที่ 1

กล่องใบเดิม



กล่องใบใหม่



สมมติให้กล่องใบเดิม กว้าง 1 หน่วย ยาว 2 หน่วย และสูง 3 หน่วย

ดังนั้น กล่องใบใหม่ กว้าง $2 \times 1 = 2$ หน่วย

ยาว $2 \times 2 = 4$ หน่วย

และสูง $2 \times 3 = 6$ หน่วย

ปริมาตรของกล่องใบเดิมเป็น $1 \times 2 \times 3 = 6$ ลูกบาศก์หน่วย

ปริมาตรของกล่องใบใหม่เป็น $2 \times 4 \times 6 = 48$ ลูกบาศก์หน่วย

$= 8 \times 6$ ลูกบาศก์หน่วย

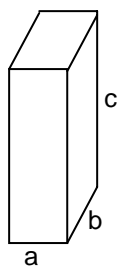
แสดงว่า

ปริมาตรของกล่องใบใหม่เป็น 8 เท่าของปริมาตรของกล่องใบเดิม

ดังนั้น ข้อความดังกล่าวไม่ถูกต้อง เพราะปริมาตรของกล่องใบใหม่ จะเป็น 8 เท่าของกล่องใบเดิม

วิธีที่ 2

กล่องใบเดิม



กล่องใบใหม่



สมมติให้กล่องใบเดิม กว้าง a หน่วย ยาว b หน่วย และสูง c หน่วย
 ดังนั้น กล่องใบใหม่ กว้าง $2a$ หน่วย ยาว $2b$ หน่วย และสูง $2c$ หน่วย
 ปริมาตรของกล่องใบเดิมเป็น $a \times b \times c$ ลูกบาศก์หน่วย
 ปริมาตรของกล่องใบใหม่เป็น $2a \times 2b \times 2c$ ลูกบาศก์หน่วย
 $= 8(a \times b \times c)$ ลูกบาศก์หน่วย

แสดงว่า

ปริมาตรของกล่องใบใหม่เป็น 8 เท่าของปริมาตรของกล่องใบเดิม

ดังนั้น ข้อความดังกล่าวไม่ถูกต้อง เพราะปริมาตรของกล่องใบใหม่ จะเป็น 8 เท่าของกล่องใบเดิม

3.) ในการทำน้ำมะนาวจะต้องใส่น้ำมะนาว น้ำเชื่อม และเกลือเล็กน้อย ซึ่งมีสูตรการทำ 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ใช้น้ำมะนาว 3 ผล ต่อน้ำเชื่อม 4 ถ้วย

สูตรที่ 2 ใช้น้ำมะนาว 4 ผล ต่อน้ำเชื่อม 5 ถ้วย

สูตรที่ 3 ใช้น้ำมะนาว 5 ผล ต่อน้ำเชื่อม 8 ถ้วย

จงพิจารณาว่าสูตรการผสมน้ำมะนาวกับน้ำเชื่อม สูตรใดมีน้ำมะนาวเข้มข้นที่สุด เพราะเหตุใด พร้อมทั้งอธิบายคำตอบของนักเรียน

แนวคิด

จากสูตรการทำน้ำมะนาวทั้ง 4 สูตร

สูตรที่ 1 ใช้น้ำมะนาว 3 ลูก ต่อน้ำเชื่อม 4 ถ้วย คิดเป็นอัตราส่วน $\frac{3}{4}$

สูตรที่ 2 ใช้น้ำมะนาว 4 ลูก ต่อน้ำเชื่อม 5 ถ้วย คิดเป็นอัตราส่วน $\frac{4}{5}$

สูตรที่ 3 ใช้น้ำมะนาว 5 ลูก ต่อน้ำเชื่อม 8 ถ้วย คิดเป็นอัตราส่วน $\frac{5}{8}$

นั่นคือ เปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะนาวทั้ง 3 สูตร โดยการทำให้เท่ากัน ได้ดังนี้

ค.ร.น. ของ 4, 5, และ 8 คือ 40

ทำตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสิ้นให้เท่ากับ 40 ได้ดังนี้

$$\frac{3}{4} = \frac{3}{4} \times \frac{10}{10} = \frac{30}{40}$$

$$\frac{4}{5} = \frac{4}{5} \times \frac{8}{8} = \frac{32}{40}$$

$$\frac{5}{8} = \frac{5}{8} \times \frac{5}{5} = \frac{25}{40}$$

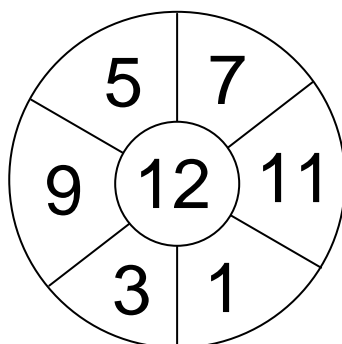
สามารถเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำมะนาวทั้ง 3 สูตร ได้ดังนี้

$$\frac{30}{40} < \frac{32}{40} > \frac{25}{40}$$

$$40 \quad 40 \quad 40$$

ดังนั้น สูตรที่ 2 มีน้ำมะนาวเข้มข้นที่สุด เพราะ อัตราส่วนระหว่างน้ำมะนาวกับน้ำ เป็นอัตราส่วนที่มากที่สุด ซึ่งแสดงว่ามีน้ำมะนาวอยู่มากที่สุด

4.) กำหนดแป้นปาเป้า ดังนี้



ข้อตกลง ในการปาเป้า 4 ครั้ง ให้ถือว่าเข้าเป้าทุกครั้ง

นักเรียนจะต้องปาเข้าเป้าที่แต้มใดบ้าง จึงจะได้แต้มรวม 27

จงอธิบายพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ทุกวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมด

แนวคิด

จากเป้าที่กำหนดให้ จำนวนที่อยู่รอบนอกไม่มีสี่จำนวนใดที่รวมกันได้ 27 ทำให้ต้องใช้ 12 เป็นหนึ่งในสี่ของเป้าที่ปาถูกเสมอ จึงทำให้วิธีในการปาเป้าให้ได้คะแนนรวม 27 ที่เป็นไปได้ทั้งหมด มีดังนี้

วิธีที่ 1 $12 + 11 + 3 + 1 = 27$

วิธีที่ 2 $12 + 9 + 5 + 1 = 27$

วิธีที่ 3 $12 + 7 + 5 + 3 = 27$

วิธีที่ 4 $12 + 7 + 7 + 1 = 27$

วิธีที่ 5 $12 + 9 + 3 + 3 = 27$

วิธีที่ 6 $12 + 5 + 5 + 5 = 27$

- 5.) กฤษณ์ต้องการเช่ารถตู้ ยี่ห้อเดียวกัน และสภาพรถเหมือนกันทุกประการ ไป-กลับ จากกรุงเทพฯ ถึงจังหวัดนครราชสีมา ถ้าระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึงจังหวัดนครราชสีมา 250 กิโลเมตร เขาได้ข้อมูลดังนี้ บริษัทสิทธิโชค จำกัด คิดค่าเช่าวันละ 2,000 บาท และค่าน้ำมันกิโลเมตรละ 2.25 บาท บริษัทนำชัย จำกัด คิดค่าเช่าวันละ 1,800 บาท และค่าน้ำมันกิโลเมตรละ 2.75 บาท นักเรียนคิดว่า กฤษณ์ ควรเลือกเช่ารถจากบริษัทใด จึงจะประหยัดเงินมากกว่า พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

แนวคิด

ถ้ากฤษณ์ เช่ารถจากบริษัทสิทธิโชค จำกัด จะต้องเสียค่าเช่าทั้งหมด ดังนี้

ค่าเช่ารถ	2,000 บาท
ค่าน้ำมันไป-กลับ	$250 \times 2 \times 2.25 = 1,125$ บาท
รวมต้องจ่ายเงิน	$2,000 + 1,125 = 3,125$ บาท

ถ้ากฤษณ์ เช่ารถจากบริษัทนำชัย จำกัด จะต้องเสียค่าเช่าทั้งหมด ดังนี้

ค่าเช่ารถ	1,800 บาท
ค่าน้ำมันไป-กลับ	$250 \times 2 \times 2.75 = 1,375$ บาท
รวมต้องจ่ายเงิน	$1,800 + 1,375 = 3,175$ บาท

ดังนั้น กฤษณ์ ควรเลือกเช่ารถจากบริษัทสิทธิโชค จำกัด เพราะประหยัดเงินมากกว่า

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

กิจกรรม.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน									รวม
		วางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ			การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล			การทำงานร่วมกับผู้อื่น			
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	
กลุ่ม											
1											
2											
3											
กลุ่ม											
1											
2											
3											
กลุ่ม											
1											
2											
3											
กลุ่ม											
1											
2											
3											
กลุ่ม											
1											
2											
3											

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. **วางแผนและทำงานอย่างเป็นระบบ** หมายถึง มีการนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการทำงาน การเตรียมงานอย่างมีระบบมีครบทุกขั้นตอน

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	มีการนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการทำงาน การเตรียมงานอย่างมีระบบครบทุกขั้นตอน และถูกต้อง
2 ดี	มีการนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการทำงาน การเตรียมงานไม่ครบทุกขั้นตอน และผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	มีการวางแผนการดำเนินงาน แต่การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

2. **การตัดสินใจอย่างมีเหตุผล** หมายถึง กระบวนการพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือก เพื่อพิจารณาการตัดสินใจ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	มีกระบวนการพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือก เพื่อพิจารณาการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2 ดี	มีกระบวนการพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือก เพื่อพิจารณาการตัดสินใจได้บ้าง
1 พอใช้	ไม่มีกระบวนการพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือก เพื่อพิจารณาการตัดสินใจ

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง การแสดงออกถึงความสามัคคีในกลุ่ม การรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	การแสดงออกถึงความสามัคคีในกลุ่ม การรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายครบทุกงาน
2 ดี	การแสดงออกถึงความสามัคคีในกลุ่ม การรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายได้บ้าง
1 พอใช้	การแสดงออกถึงความสามัคคีในกลุ่มบ้าง ไม่รับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
กิจกรรม.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม	
		การแก้ปัญหา			การให้เหตุผล			การสื่อสาร สื่อ ความหมาย การนำเสนอ			การเชื่อมโยง			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
กลุ่ม																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม																		
1																		
2																		
3																		
กลุ่ม																		
1																		
2																		
3																		

ผู้ประเมิน.....

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าว

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ หมายถึง การเลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ และบันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสม และบันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
1	เลือกรูปแบบของการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอด้วยวิธีการที่เหมาะสมได้บางส่วน และบันทึกผลงานในทุกขั้นตอนอย่างสมเหตุสมผล
0	ไม่นำเสนอ และไม่บันทึกผลงานเลย

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และในชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ สาระอื่น และในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
1	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 6 – 7 หมายถึง ดี

คะแนน 4 – 5 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 0 – 3 หมายถึง ควรปรับปรุง

ภาคผนวก ง
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

แผนการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยง และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์

ข้าราชการบำนาญ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ และผู้เชี่ยวชาญพิเศษ สาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล

อาจารย์ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช และผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา สสวท.

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวรัชดา ยাত্রา
วันเดือนปีเกิด	24 กุมภาพันธ์ 2522
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	61/823 หมู่บ้านพฤษภา 8 หมู่ที่ 5 ตำบลลานตากฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม 73120
ตำแหน่งในหน้าที่การงาน	นักวิชาการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 924 ถนนสุขุมวิท แขวงพระโขนง เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร 10110
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จังหวัดน่าน
พ.ศ. 2544	ศษ.บ. (คณิตศาสตร์) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ. 2549	กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ