

การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
พฤษภาคม 2549

การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
พฤษภาคม 2549

รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่. (2549). การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์.ปริญญาโท กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์,
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ วางพื้นฐาน เริ่มต้นโครงการ ปฏิบัติโครงการและเสนอผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านดงดินแดง อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One Group Pretest – Posttest Design โดยดำเนินการทดลองสองระยะ ระยะที่ 1 ใช้เวลา 27 ชั่วโมง ระยะที่ 2 ใช้เวลา 13 ชั่วโมง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน(t – test for dependent samples) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance)

ผลจากการวิจัยพบว่า

1. การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์มีผลต่อความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในระดับดี โดยมีความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ร้อยละ 86.50 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ร้อยละ 87.00 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 74.36

2. การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีพัฒนาการด้านความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงขึ้น โดยภายหลังการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านสูงกว่าระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF ABILITY IN PERFORMING MATHEMATICS PROJECT,
KNOWLEDGE SEEKING SKILL AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS OF
MATHAYOMSUKSA II STUDENTS BY USING MATHEMATICS PROJECT APPROACH.

AN ABSTRACT

BY

RUJIRUT ROONGHUAPHAI

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Master of Education degree in Research and Statistic of Education
at Srinakharinwirot University

May 2006

Rujirut Roonghuaphai. (2006). *A Study of Ability in Performing Mathematics Projects , Knowledge Seeking Skill and Attitude toward Mathematics of Mathayomsuksa II Students by Using Mathematics Projects* . Master thesis, M.Ed. (Research and Statistic of Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Chusri Wongrattana, Assist. Prof. Dr.Sunan Solgosoom.

The purposes of this quasi experimental research were to study the effect of using mathematics project approach on ability in performing mathematics projects , knowledge seeking skill and attitude toward mathematics.

The subjects of this study were 30 Matayomsuksa II students selected by purposive sampling from Bandongdindang School, Nongmuang, Lopburi, enrolled in the second semester of 2005 academic year. The experimental group was taught two stages through the mathematics project approach. The one-group pretest-posttest design was used for this study. The data were analyzed by using percentage , mean , standard deviation , t-test for dependent samples , and repeated-measures analysis of variance.

The results of this study indicated that :

1. After using mathematics project approach, students had 86.50% of ability in performing mathematics projects , 87.00% of knowledge seeking skill , and 74.36% of attitude toward mathematics.
2. After using mathematics project approach in second stage , students had ability in performing mathematics projects , knowledge seeking skill , and mathematics attitude higher than first stage statistical significant at .01 level.

การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ปริญญานิพนธ์
ของ
รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ของ
รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)
วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2549

..... ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)

..... กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สลโกสุม)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษา
แนะแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ ศลโกสุม กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์
ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์ กรรมการที่แต่งตั้ง
เพิ่มเติม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ
อาจารย์ประสาธ สอ้านวงษ์ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
และอาจารย์เยาวภา พิทักษ์กิจวัฒนา ที่ได้กรุณาช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำเป็น
อย่างดีในเรื่องเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านดงดินแดง และคณะครูอาจารย์ของ
โรงเรียนทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ และ
ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดงดินแดง ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้
เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่
ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบใจเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการวิจัยและสถิติทางการ
ศึกษา ที่คอยให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของทุกท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา
มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

รุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
สมมติฐานของการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในช่วงชั้นที่ 3	8
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์	19
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์.....	47
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง	59
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	64
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	73
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	73
การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์	73
แบบแผนการทดลองและขั้นตอนการดำเนินการทดลอง	83
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	87
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	96
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	99
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	99
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	99
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	119
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	119
สมมติฐานของการวิจัย	119
วิธีดำเนินการวิจัย	119
สรุปผลการวิจัย	121
อภิปรายผล	122
ข้อเสนอแนะ	125
บรรณานุกรม	126
ภาคผนวก	133
ภาคผนวก ก	134
ภาคผนวก ข	138
ภาคผนวก ค	178
ประวัติย่อผู้วิจัย	180

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์	36
2 ตัวอย่างแบบประเมินโครงการ	38
3 แบบแผนการทดลอง	83
4 วิธีการทดลอง	84
5 แบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์	88
6 เกณฑ์ในการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์	89
7 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข จากการประเมินในระหว่างการทดลอง โดยใช้วิธีการสังเกตจากแบบบันทึก การสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และการตรวจใบงาน.....	101
8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำโครงการ คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกรายด้านและโดยรวม...	109
9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์จำแนกรายด้าน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการ โครงการคณิตศาสตร์ทั้งสองรอบ.....	111
10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกรายด้าน และโดยรวม.....	112
11 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้าน และ โดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการ โครงการคณิตศาสตร์ทั้งสองรอบ.....	114
12 ผลการเปรียบเทียบพหุคุณทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้าน และโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการ โครงการคณิตศาสตร์ทั้งสองรอบ.....	115

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
13	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	116
14	ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ทั้งสองรอบ.....	118
15	ผลการเปรียบเทียบพหุคูณเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ทั้งสองรอบ.....	118
16	ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง.....	135
17	ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของ แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง.....	135
18	ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	136
19	ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของ แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์.....	136
20	แผนดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์.....	140

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ตัวอย่างแผนสำหรับแสดงโครงงาน	29
2 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจัดเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์	30
3 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเขียนรายงานของโครงงานคณิตศาสตร์	31
4 กลไกการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี Constructivist ของ อัลเดอร์ฮิลด์	48
5 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของการสร้างองค์ความรู้	51
6 ขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้	53
7 องค์ประกอบของเจตคติ	68
8 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ จำแนกรายด้าน	110
9 ค่าเฉลี่ยทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จำแนกรายด้าน	113
10 ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในแต่ละรอบ	117

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมไทยในปัจจุบันกำลังเผชิญกับวิกฤติการณ์ต่างๆ รอบด้าน อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาอย่างรวดเร็วให้ทันกระแสของโลกยุคโลกาภิวัตน์ สภาพการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นวิกฤติทางเศรษฐกิจ การเมือง ความเสื่อมโทรมของสังคม ความหย่อนยานทางศีลธรรมและจริยธรรม รวมทั้งความฟ่ายแฟในการแข่งขันคุณภาพและสมรรถภาพด้านต่างๆ ในระดับสากล ล้วนบ่งชี้อย่างชัดเจนถึงความล้มเหลวของการพัฒนา และความไม่พร้อมของปัจจัยต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพของ “คน” อันเป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดของสังคม (วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2545 : 1) ทั้งนี้เนื่องมาจากในอดีตการจัดการศึกษาได้ล้อมกรอบตัวเองแยกออกจากชุมชนและสังคม วิธีการเรียนการสอนมุ่งถ่ายทอดเนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้จากสภาพความเป็นจริง ไม่เน้นกระบวนการให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านความคิด วิเคราะห์ การแสดงออก และกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังขาดการเชื่อมโยงภูมิปัญญาท้องถิ่นกับเทคโนโลยีทันสมัยต่างๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับตัว และแก้ไขปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบททางสังคม และสภาพแวดล้อม (รุ่ง แก้วแดง. 2542 : 3)

จากสภาพการณ์ดังกล่าวได้ก่อให้เกิดกระแสเรียกร้องให้มีการปรับปรุงแก้ไข และพัฒนาคุณภาพการศึกษาของชาติอย่างเร่งด่วนด้วยการปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ โดยมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 เป็นกฎหมายแม่บทในการบริหารและจัดการศึกษา กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษาโดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี และให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อผู้เรียนพัฒนาได้อย่างเต็มตามศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและรู้จักแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง (วรรณ ขุนศรี. 2546 : 73) อันส่งผลกระทบโดยตรงต่อครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมวดที่ 4 มาตรา 22 หลักการจัดการศึกษา มาตรา 24 กระบวนการเรียนรู้ ครูจะต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ผู้ให้แต่ความรู้ มาเป็นบทบาทของผู้ที่คอยเอื้ออำนวยการเรียนรู้ เป็นผู้ให้คำปรึกษา โดยการสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด วิเคราะห์ ลงมือทำเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) เพื่อจะได้รู้จักตนเอง เข้าใจตนเองและผู้อื่นมากขึ้น อันจะเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ที่แท้จริง (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544 : 7)

การจัดการศึกษาตามแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ซึ่งเป็นหลักสูตรการศึกษาของประเทศไทย ที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี มีขีดความสามารถในการแข่งขัน เพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544ค : 1) และผู้เรียนควรมีโอกาสได้เรียนรู้อยู่ตลอดเวลาตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน จากสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งความรู้

อื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากตำราเรียน การเปลี่ยนแปลงบทบาทของผู้เรียน จากเป็น “ผู้รับ” มาเป็น “ผู้เรียน” และเปลี่ยนบทบาทของครูจาก “ผู้สอน” หรือ “ผู้ถ่ายทอดความรู้” มาเป็น “ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้” ให้ผู้เรียน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบทบาทนี้ จะเป็นการเปลี่ยนจุดเน้นของการเรียนรู้ว่าอยู่ที่ผู้เรียนมากกว่าผู้สอน (ทศนา แคมมณี. 2542 : 4) แต่ครูผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในที่จะการสนับสนุนและสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายแก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล (ธนู ฤทธิกุล. 2542 : 43)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ. 2544 : 1) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่ผ่านมาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมความสามารถในการคิด การให้เหตุผล ทักษะ/กระบวนการ และความคิดสร้างสรรค์ ทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นจุดเน้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากการเน้นให้จดจำข้อมูลทักษะพื้นฐาน เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจในหลักการและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีทักษะพื้นฐานที่เพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ ผู้เรียนจะต้องได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง (วรณัน ขุนศรี. 2546 : 74)

การจัดกิจกรรมโครงการเป็นการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษา (สุพล วังสินธุ์. 2543 : 11) ทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้ประมวลความรู้และนำความรู้ความสามารถ ตลอดจนกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน และการจัดกิจกรรมโครงการเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างอิสระ ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ได้ฝึกทักษะกระบวนการในการค้นคว้าหาความรู้ (ลัดดา ภูเกียรติ. 2544 : 7) ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และยังช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์และตลอดชีวิต

กระบวนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ของผู้เรียน ให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยเชื่อมความรู้ใหม่ ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ การดำเนินกิจกรรมการสอนอาจจะให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้และอื่นๆ (กรมวิชาการ. 2544 : 90) และครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ ด้วยตนเองนั่นคือครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยง ผู้ประสานงานเป็นที่ปรึกษาและผู้ติดตามผลเท่านั้น (นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์. 2540 : 16) ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

การศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลของการทดลองจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการทดลองปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ทำให้ทราบว่าช่วยส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาในการนำกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2548 ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขนาดกลางในอำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านดงดินแดง อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์
 - 2.2 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 2.3 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนจะให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้และอื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ มีแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 **วางพื้นฐาน** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ในหัวข้อต่างๆ เช่น ความหมาย หลักการ จุดมุ่งหมาย ประเภท ขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นต้น โดยศึกษาจากวิดิทัศน์ ใบความรู้ ตัวอย่างโครงการคณิตศาสตร์ ฯลฯ

1.2 **เริ่มต้นโครงการ** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเลือกเรื่องที่จะทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยเลือกจากเรื่องที่ตนเองสนใจศึกษาจากบทเรียน จากประเด็นทั่วๆ ไป หรือจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญต้องเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสงสัยหรือต้องการหาคำตอบอย่างลึกซึ้ง ไม่ใช่ครูเป็นผู้กำหนด

1.3 **ปฏิบัติโครงการ** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษา มากำหนดวัตถุประสงค์ ระบุประโยชน์ หาแนวโน้มน หรือคาดเดาคำตอบ (สมมติฐาน) วางแผนและกำหนดวิธีการศึกษาที่หลากหลาย เลือกแนวทางการศึกษา ลงมือศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

4. **เสนอผลการศึกษา** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนสรุปผลการศึกษาหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำเสนอผลการศึกษาและเผยแพร่ผลงานให้กว้างขวาง โดยการอธิบาย การสาธิต การเขียนรายงานโครงการ การจัดป้ายนิเทศ และการจัดนิทรรศการ ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสเขียนนำเสนอและแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่างๆ ด้วยตนเอง โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ

(feedback) การสะท้อนความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับผลการศึกษาระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

2. การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ระยะที่หนึ่ง หมายถึง การเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งดำเนินการจัดกิจกรรมตั้งแต่ขั้นตอนวางพื้นฐาน เริ่มต้นโครงงาน ปฏิบัติโครงงาน และเสนอผลการศึกษา

3. การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ระยะที่สอง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ภายหลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์รอบที่หนึ่งเสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งดำเนินการจัดกิจกรรมตั้งแต่ เริ่มต้นโครงงาน ปฏิบัติโครงงาน และเสนอผลการศึกษา

4. ความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความรู้ ความคิดและการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งวัดได้โดยแบบวัดความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบประเมินผลโครงงานคณิตศาสตร์ของ อัลลิ่งเจอร์ และคนอื่นๆ(อาร์ริตัน ขวัญทะเล. 2546 : 26; อ้างอิงจาก Allinger ;and others. 1999 : 11-12) โบลท์ และ ฮอบส์ (2540 : 14-15) ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 15) ;และสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541 : 2-6) โดยวัดพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ศัพท์เทคนิค หลักการทางคณิตศาสตร์ การค้นเอกสารอ้างอิง ที่ถูกต้องและเหมาะสมกับโครงงานที่นักเรียนปฏิบัติ รวมทั้งมีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ ของเรื่องที่ทำ

4.2 ด้านทักษะการปฏิบัติงาน หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะการสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษา ออกแบบการทดลองได้ความสอดคล้องกับปัญหา ใช้การวัดและการควบคุมตัวแปร อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ การรวบรวม ข้อมูล บันทึกข้อมูลมีความถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยและเหมาะสม รวมทั้งแปลความหมายและการสรุปผล สอดคล้องกับผลที่ได้

4.3 ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไปในโครงงานที่ทำ ทำให้ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญและมีความแปลกใหม่มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่ แปลก ในการควบคุมหรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ

4.4 ด้านการนำเสนอผลงาน หมายถึง ความสามารถในการจัดแสดงผลงานที่น่าสนใจ ชัดเจน เข้าใจง่าย ออกแบบและติดตั้งได้สวยงาม อภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้อง ต่อเนื่องสมบูรณ์ตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

5. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่เพิ่มเติมจากความรู้และประสบการณ์เดิม

ตามความสนใจหรือความต้องการของตนเอง โดยวิธีการค้นคว้าหาความรู้นั้นมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบตามแผนงานที่วางไว้ก่อนล่วงหน้า ซึ่งประกอบไปด้วย

5.1 การกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นค้นคว้า การกำหนดขอบเขตของการค้นคว้า การอธิบายประเด็นค้นคว้า และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นค้นคว้า

5.2 การคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นคาดเดาผล การอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็น และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผล

5.3 การเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกวิธีการค้นคว้า การเลือกวิธีการค้นคว้า การวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนด การคาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้า และการการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

5.4 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการจำแนกจัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูล รวมทั้งการพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

5.5 การสรุปผลการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูล การอธิบายผลการค้นคว้า การสรุปกระบวนการในการค้นคว้า และการประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้า

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากการสร้างโดยผู้วิจัย

6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็น ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน และประโยชน์ที่ได้รับ หลังจากที่มีประสบการณ์ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปในทางใดทางหนึ่งหรือในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคิร์ต (Likert)

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่สองสูงกว่าในระยะที่หนึ่ง
2. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในช่วงชั้นที่ 3
 - 1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544
 - 1.2 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.2 หลักการของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.3 จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.4 ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.5 ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.6 การประเมินผลโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.7 แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.8 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.9 ประโยชน์และสิ่งที่ได้รับจากการทำโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงงานคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.2 แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.4 ขั้นตอนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.5 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 4.1 ความหมายของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 4.2 ลักษณะของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 4.3 แนวทางการส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

- 5.1 ความหมายของเจตคติ
- 5.2 ลักษณะของเจตคติ
- 5.3 องค์ประกอบของเจตคติ
- 5.4 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ
- 5.5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
- 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนในช่วงชั้นที่ 3

1.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ได้กล่าวถึงหลักการ จุดหมาย โครงสร้าง และการจัดหลักสูตรไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544 : 4 - 10)

หลักการ

เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นไปตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศจึงกำหนดหลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มุ่งเน้นความเป็นไทยควบคู่ความเป็นสากล
2. เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและเท่าเทียมกัน โดยสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มศักยภาพ
4. เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์
2. มีความคิดสร้างสรรค์ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน รักการอ่าน รักการเขียน และรักการค้นคว้า

3. มีความรู้อันเป็นสากล รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ มีทักษะและศักยภาพในการจัดการ การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ปรับวิธีการคิดวิธีการทำงานได้เหมาะสมกับสถานการณ์

4. มีทักษะและกระบวนการ โดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญา และทักษะในการดำเนินชีวิต

5. รักการออกกำลังกาย ดูแลตนเองให้มีสุขภาพและบุคลิกที่ดี

6. มีประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภค มีค่านิยมเป็นผู้ผลิตมากกว่าเป็นผู้บริโภค

7. เข้าใจในประวัติศาสตร์ของชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย เป็นพลเมืองดี ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข

8. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ภาษาไทย ศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณี กีฬา ภูมิปัญญาไทย ทรัพยากรธรรมชาติและพัฒนาสิ่งแวดล้อม

9. รักประเทศชาติและท้องถิ่น มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามให้สังคม

โครงสร้าง

เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษา จึงได้กำหนดโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานดังนี้

1. ระดับช่วงชั้น

กำหนดหลักสูตรเป็น 4 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียนดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3
ช่วงชั้นที่ 2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6
ช่วงชั้นที่ 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3
ช่วงชั้นที่ 4	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

2. สาระการเรียนรู้

กำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่มดังนี้

2.1 ภาษาไทย

2.2 คณิตศาสตร์

2.3 วิทยาศาสตร์

2.4 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

2.6 ศิลปะ

2.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.8 ภาษาต่างประเทศ

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มนี้เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องรู้ โดยอาจจัดเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก ประกอบด้วย ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม เป็นสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานความคิดและเป็นกลยุทธิ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤติของชาติ กลุ่มที่สอง ประกอบด้วย สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ภาษาต่างประเทศ เป็นสาระการเรียนรู้ที่เสริมสร้างพื้นฐานความเป็นมนุษย์และสร้างศักยภาพในการคิดและการทำงานอย่างสร้างสรรค์

เรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้กลุ่มต่างๆ โดยเฉพาะกลุ่มวิทยาศาสตร์ กลุ่มสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม กลุ่มสุขศึกษาและพลศึกษา

กลุ่มภาษาต่างประเทศ กำหนดให้เรียนภาษาอังกฤษทุกช่วงชั้น ส่วนภาษาต่างประเทศอื่นๆ สามารถเลือกจัดการเรียนรู้ได้ตามความเหมาะสม

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับส่วนที่ตอบสนองต่อความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนนั้น สถานศึกษาสามารถกำหนดเพิ่มขึ้นได้ ให้สอดคล้องและสนองตอบศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน

เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองตามศักยภาพ มุ่งเน้นเพิ่มเติมจากกิจกรรมที่ได้จัดให้ผู้เรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่ม การเข้าร่วมและปฏิบัติกิจกรรมที่เหมาะสมร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุขกับกิจกรรมที่เลือกด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจอย่างแท้จริง การพัฒนาที่สำคัญ ได้แก่ การพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ให้ครบทุกด้าน ทั้งร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคม โดยอาจจัดเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสนองนโยบายการสร้างเยาวชนของชาติให้เป็นผู้มีศีลธรรม จริยธรรม มีระเบียบวินัย และมีคุณภาพเพื่อพัฒนาองค์รวมของความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกของการทำประโยชน์เพื่อสังคม ซึ่งสถานศึกษาจะต้องดำเนินการอย่างมีเป้าหมาย มีรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสม กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 กิจกรรมแนะแนว เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้เหมาะสมตามความแตกต่างระหว่างบุคคล สามารถค้นพบและพัฒนาศักยภาพของตน เสริมสร้างทักษะชีวิต ภูมิภาวะทางอารมณ์ การเรียนรู้ในเชิงพหุปัญญา และการสร้างสัมพันธภาพที่ดี ซึ่งผู้สอนทุกคนต้องทำหน้าที่แนะแนวให้คำปรึกษาด้านชีวิต การศึกษาต่อและการพัฒนาตนเองสู่โลกอาชีพ และการมีงานทำ

3.2 กิจกรรมนักเรียน เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองอย่างครบวงจร ตั้งแต่ศึกษา วิเคราะห์ วางแผน ปฏิบัติตามแผน ประเมิน และปรับปรุงการทำงาน โดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เช่น ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาด และผู้บำเพ็ญประโยชน์ เป็นต้น

4. มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้

8 กลุ่ม ที่เป็นข้อกำหนดคุณภาพผู้เรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และ ค่านิยมของแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้เป็นจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ซึ่ง กำหนดเป็น 2 ลักษณะ คือ

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละ กลุ่มสาระการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระการ เรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละช่วงชั้น คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6

มาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กำหนดไว้เฉพาะมาตรฐาน การเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคนเท่านั้น สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ที่ สอดคล้องกับสภาพปัญหาในชุมชนและสังคม ภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อ เป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ ตลอดจนมาตรฐานการเรียนรู้ที่เข้มข้น ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียน ให้สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมได้

5. เวลาเรียน

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดเวลาเรียนในการจัดการเรียนรู้และกิจกรรม พัฒนาผู้เรียนไว้ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 – 3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800 - 1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4 – 5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 800 - 1,000 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 4 – 5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 มีเวลาเรียนประมาณปีละ 1,000 - 1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละ 5 – 6 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 มีเวลาเรียนประมาณปีละไม่น้อยกว่า 1,200 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

การจัดหลักสูตร

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในการพัฒนา ผู้เรียนตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถปรับใช้ได้กับการจัดการศึกษาทุกรูปแบบ ทั้งในระบบ นอกระบบ และการศึกษาตาม อรรถาศัย

ในส่วนของการจัดการศึกษาปฐมวัย กำหนดให้มีหลักสูตรการศึกษาปฐมวัยเป็นการเฉพาะ เพื่อเป็นการเสริมสร้างพัฒนาการและเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมในการเข้าเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานที่สถานศึกษานำไปใช้จัดการเรียนรู้ในสถานศึกษานั้น กำหนดโครงสร้างที่เป็นสาระการเรียนรู้ จำนวนเวลาอย่างกว้างๆ มาตรฐานการเรียนรู้ที่แสดงคุณภาพผู้เรียนเมื่อเรียนจบ 12 ปี และเมื่อจบการเรียนรู้แต่ละช่วงชั้นของสาระการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม สถานศึกษาต้องนำโครงสร้างดังกล่าวนี้ไปจัดทำเป็นหลักสูตรสถานศึกษา โดยคำนึงถึงสภาพปัญหา ความพร้อม เอกลักษณ์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ทั้งนี้สถานศึกษาต้องจัดทำรายวิชาในแต่ละกลุ่มให้ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด

นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถจัดทำสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเป็นหน่วยการเรียนรู้รายวิชาใหม่ๆ รายวิชาที่มีความเข้มข้นอย่างหลากหลาย ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความถนัด ความสนใจ ความต้องการ และความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเลือกสาระการเรียนรู้จาก 8 กลุ่มในช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 และช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 และจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้หรือรายวิชานั้นๆ ด้วย สำหรับช่วงชั้นที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 นั้น ยังไม่ควรให้เลือกเรียนรายวิชาที่เข้มข้น ควรเรียนเฉพาะรายวิชาพื้นฐานก่อน

สถานศึกษาต้องจัดสาระการเรียนรู้ให้ครบทั้ง 8 กลุ่มในทุกช่วงชั้น ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของการเรียนรู้ และระดับพัฒนาการของผู้เรียน โดยในช่วงการศึกษาภาคบังคับ คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จัดหลักสูตรเป็นรายปีและชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จัดเป็นหน่วยกิต ดังนี้

ช่วงชั้นที่ 1 และ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 และปีที่ 4-6 การศึกษาระดับนี้เป็นช่วงแรกของการศึกษาภาคบังคับ หลักสูตรที่จัดขึ้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม ทักษะพื้นฐานด้านการอ่าน การเขียน การคิดคำนวณ การคิดวิเคราะห์ การติดต่อสื่อสาร และพื้นฐานความเป็นมนุษย์ เน้นการบูรณาการอย่างสมดุลทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคมและวัฒนธรรม

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 เป็นช่วงสุดท้ายของการศึกษาภาคบังคับ หลักสูตรที่จัดขึ้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสำรวจความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง และพัฒนาบุคลิกภาพส่วนตน พัฒนาความสามารถ ทักษะพื้นฐานด้านการเรียนรู้ และทักษะในการดำเนินชีวิต ให้มีความสมดุลทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ความดีงาม และความรับผิดชอบต่อสังคม สามารถเสริมสร้างสุขภาพส่วนตนและชุมชน มีความภูมิใจในความเป็นไทย ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อ

ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะเฉพาะด้าน มุ่งปลูกฝังความรู้ ความสามารถ และทักษะในวิทยาการและเทคโนโลยี เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาต่อและการประกอบอาชีพ

มุ่งมั่นพัฒนาตนและประเทศตามบทบาทของตน สามารถเป็นผู้นำ และผู้ให้บริการชุมชนในด้านต่างๆ ลักษณะหลักสูตรในช่วงชั้นนี้จัดเป็นหน่วยกิต เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการจัดการการเรียนรู้ ที่ตอบสนองความสามารถ ความถนัด ความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน ทั้งด้านวิชาการและวิชาชีพ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตรที่มุ่งเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และความรับผิดชอบต่อสังคม เพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล โดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด ทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ โดยสถานศึกษาต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่

1.2 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางที่มีลักษณะเป็นกรอบและแนวทางในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามจุดหมายของหลักสูตร โดยได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยที่กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีแนวทางในการจัดการเรียนรู้อย่างนี้ (กรมวิชาการ. 2545 : 1-7)

ความสำคัญ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

ธรรมชาติ/ลักษณะเฉพาะ

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่างๆ ขึ้น

และนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผน เป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัวเอง

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และเป็นทั้งศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกัน ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ

วิสัยทัศน์

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง และตลอดชีวิตตาม ศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำ ความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้ง สามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็น ความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้ บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น ให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มี ความรู้ทัดเทียมกับนานาชาติ

คุณภาพของผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจใน เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนัก ในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจน สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานใน การศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุล ระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ นั้นไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ การนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจรณ์ญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 1 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 - 3)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 1 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้เชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับและศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสามารถสร้างโจทย์ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร และความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล จัดระบบข้อมูลและอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่งได้
6. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 - 6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 2 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้เชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวน และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสามารถสร้างโจทย์ได้
2. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของจำนวน พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐานของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูปและอธิบายความสัมพันธ์ได้

6. สามารถวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแก้สมการนั้นได้

7. เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิต่างๆ สามารถอภิปรายประเด็นต่างๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตาราง และกราฟ รวมทั้งใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้นในการอภิปรายเหตุการณ์ต่างๆ ได้

8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 ผู้เรียนควรจะสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดและความรู้เชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถคำนวณเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง และสามารถนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และความจุ สามารถวัดปริมาณดังกล่าวได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้

3. สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติ มีความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร สามารถเลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทของพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้

5. มีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

6. สามารถวิเคราะห์แบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการ กราฟ หรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ในการแก้ปัญหาได้

7. มีความเข้าใจเกี่ยวกับค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยม และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถาม กำหนดวิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมได้ สามารถนำเสนอข้อมูล รวมทั้งอ่าน แปลความหมาย

และวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ สามารถใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ ตลอดจนเข้าใจถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

8. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

9. มีความเข้าใจเกี่ยวกับการประมาณค่าและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

10. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง และสามารถนำเสนอสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

3. มีความเข้าใจและสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยได้

4. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซตและการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

5. สามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้

6. สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

7. นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้

8. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผล สื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

สาระ

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจในระบบจำนวน และสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และการใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการ
คาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ
และแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 6.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล

มาตรฐาน ค 6.3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทาง
คณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 6.4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทาง
คณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ได้

มาตรฐาน ค 6.5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้า
จากสื่อและเทคโนโลยีต่างๆ โดยอิสระ โดยที่ครูผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรม
ให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
โดยอาจจัดกิจกรรมประกอบการเรียนรู้ในลักษณะให้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียน
ได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและ
กันนอกจากนี้ครูผู้สอนควรเลือกรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และ
เหมาะสมกับผู้เรียน การเรียนรู้เนื้อหาหนึ่งๆ อาจใช้รูปแบบของการเรียนรู้หลายรูปแบบผสมผสาน
กันได้ และครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการบูรณาการด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และสอดแทรก
คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม โดยสอดแทรกในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาสาระให้ครบถ้วน เพื่อให้
บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์

โคเฮน และคนอื่นๆ (Cohen ;and others. 1991 : 4) กล่าวว่า โครงการคณิตศาสตร์
คือ งานที่ได้รับมอบหมายที่มีหลายขั้นตอน โดยทั่วไปจะต้องใช้เวลา 2 สัปดาห์ในการทำโครงการ
ให้สำเร็จ โครงการอาจจะเป็นงานที่มอบหมายให้เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ในแต่ละโครงการ
จะมีบางจุดที่คาดว่านักเรียนที่เก่งที่สุดก็อาจจะติดขัดในการทำงาน บางครั้งนักเรียนอาจจะสามารถ
แก้ไขจุดที่ติดขัดได้ด้วยตนเอง แต่ส่วนใหญ่แล้วนักเรียนมักจะขอความช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้สอน

เพื่อแก้ไขจุดติดขัดของโครงการที่วางแผนมา การให้ความช่วยเหลือมักจะอยู่ในรูปของคำถาม คำแนะนำหรือแบบฝึกหัด และการอ่านเพิ่มเติม

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 5) กล่าวว่า โครงการงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีตามความถนัดและความสนใจ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) ภายใต้การแนะนำปรึกษาช่วยเหลือและดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษาและ/หรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถดำเนินกิจกรรมได้ทั้งในและนอกบริเวณโรงเรียน ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ แล้วเขียนเป็นรายงานและแสดงผลงาน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543 : 75) กล่าวว่า โครงการงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมนอกหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้ศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ตามความถนัดและตามความสนใจ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อาจทำเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ เป็นการฝึกปฏิบัติงานที่นักเรียนหาข้อสงสัย ตั้งสมมติฐาน ทดลอง และสืบสวน รวบรวมหาข้อสรุป จัดทำรายงาน และแสดงผลงานเพื่อเผยแพร่ความรู้ การทำโครงการได้รับคำแนะนำดูแลจากอาจารย์ที่ปรึกษา และ/หรือผู้ทรงคุณวุฒิ อาจจัดทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2544 : 8) กล่าวว่า โครงการงานคณิตศาสตร์ คือ งานที่ผู้ทำได้คิดอย่างอิสระ เป็นการฝึกปฏิบัติในข้อที่สงสัย โดยอาศัยความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษาและค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการตั้งสมมติฐาน หรือตั้งจุดประสงค์ ลงมือทดลองหรือปฏิบัติ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เมื่อพบแล้วก็เผยแพร่ข้อมูลนั้น

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่นๆ (2544 : 1) กล่าวว่า โครงการงานคณิตศาสตร์ หมายถึง ผลการทำงานหรือการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง ด้วยกระบวนการที่เป็น ขั้นตอนหรือที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า มีการอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการทำงานหรือการแก้ปัญหานั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า โครงการงานคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

2.2 หลักการของโครงการงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 6) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543 : 75) กล่าวถึง หลักการที่สำคัญของโครงการงานคณิตศาสตร์ ซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นเรื่องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หรือความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหมายถึง โครงงานคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นต้องยึดหลักความจริงที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ
2. เป็นการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. คำนึงถึงเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงงานในเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่เป็นองค์ประกอบ

2.3 จุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 6) กล่าวว่า เพื่อให้การทำโครงงานคณิตศาสตร์บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน นักการศึกษาและสถาบันต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษากล่าวถึงจุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก ความสนใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา
3. เพื่อให้นักเรียนนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน หรือออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ได้ โดยตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์
4. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก พร้อมทั้งได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง
7. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
8. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจ และมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544 : 6-7) กล่าวถึง จุดมุ่งหมายสำคัญในการให้นักเรียนทำโครงงานคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการปฏิบัติงานคณิตศาสตร์ในเชิงบูรณาการ คือ ใช้หลายทักษะผสมผสานกันในการปฏิบัติงานทั้งทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ตลอดจนทักษะย่อยอื่นๆ เช่น การสังเกต การวัด การประมาณค่า การคาดคะเน เป็นต้น
2. ฝึกการค้นคว้า โดยเป็นการสืบค้นข้อมูลความรู้ที่อยู่นอกเหนือตำรา จากแหล่งการเรียนรู้รอบๆ ตัว ทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน หรือทั่วโลกจากเครือข่ายใยแมงมุม (World Wide Web : www) ที่กระจายอยู่อย่างมหาศาลในอินเทอร์เน็ต ทั้งในรูปข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ

3. ฝึกการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาทั่วๆ ไปที่มีปัญหาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เป็นชีวิตจริงของนักเรียน

4. ฝึกการสร้างชิ้นงาน สร้างกิจกรรมด้วยตนเอง เพื่อให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ไม่ เป็นสิ่งที่น่าเบื่อหน่าย มีแต่การคิดคำนวณ จดจำสูตรต่างๆ แต่เพียงอย่างเดียว เพราะจริงๆ แล้ว นักเรียนสามารถหาความเพลิดเพลินและความงามที่ได้จากคณิตศาสตร์ หรือลักษณะกิจกรรมที่ จะทำโครงการคณิตศาสตร์

ชัยรัตน์ สุล่านาจ (2547 : 12) กล่าวว่า จุดมุ่งหมายของการทำโครงการคณิตศาสตร์เป็น การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้และประสบการณ์ไปบูรณาการในการปฏิบัติงานตามความ สนใจ ความถนัดของตนเอง ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนา ความคิดสร้างสรรค์และสร้างเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า จุดมุ่งหมายในการทำโครงการคณิตศาสตร์ คือ การ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการค้นคว้า ลงมือปฏิบัติกิจกรรมวิชาคณิตศาสตร์ ในเชิงบูรณาการ มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง ผสมผสานกับทักษะและกระบวนการ ต่างๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร เป็นต้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกการทำงานอย่างเป็น ระบบ การทำงานเป็นทีม และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์อีกด้วย

2.4 ประเภทของโครงการคณิตศาสตร์

การทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นการศึกษาค้นคว้าหัวข้อเรื่องหรือสิ่งที่นักเรียนสนใจด้วย ตัวของนักเรียนเอง โครงการคณิตศาสตร์ทำได้หลายรูปแบบที่แตกต่างกันตามลักษณะของกิจกรรม หรือสาระการเรียนรู้ หรือข้อกำหนดอื่นๆ การแบ่งประเภทของโครงการจึงแตกต่างกันออกไป เช่น

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 7-8) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543 : 76-77) ได้แบ่งประเภทของโครงการคณิตศาสตร์ไว้ 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการคณิตศาสตร์ประเภททดลอง (Experimental Research Project) โครงการ ประเภทนี้เป็นการศึกษาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบทดลองและดำเนินการ ทดลอง เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการทราบ หรือเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขั้นตอนของการ ทำโครงการประเภทนี้ประกอบด้วยกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลองซึ่ง จะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาแล้วดำเนินการทดลองโดยจัด กระทำกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตาม การแปลผล และการสรุปผล การทดลอง

2. โครงการคณิตศาสตร์ประเภทสำรวจ (Survey Research Project) โครงการนี้เป็น กิจกรรมการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหา ความรู้ที่มีอยู่ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้วิธีการสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูล

เหล่านั้นมาจัดกระทำ เช่น การจำแนกเป็นหมวดหมู่ แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม

3. โครงการงานคณิตศาสตร์ประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Research Project) โครงการประเภทนี้อาจเป็นการพัฒนาหรือการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆ ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยการประยุกต์ทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนหรือการปรับปรุงอุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้ว ให้ใช้งานได้ดีกว่าเดิม รวมทั้งอาจเป็นการเสนอหรือปรับสร้างแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาได้ปัญหาหนึ่ง

4. โครงการงานคณิตศาสตร์ประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Research Project) โครงการประเภทนี้เป็นโครงการที่ผู้ทำจะต้องเสนอแนวคิดใหม่ๆ ในการอธิบายเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีเหตุผล มีหลักการทางคณิตศาสตร์หรือทฤษฎีสนับสนุน หรือเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปคำอธิบาย สูตรหรือสมการ โดยมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นสนับสนุน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดีและต้องศึกษาค้นคว้าเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างมาก จึงจะสามารถสร้างคำอธิบายหรือทฤษฎีได้

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่นๆ (2544 : 5) ได้จำแนกตามลักษณะงานที่นำมาทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยเทียบเคียงกับงานวิจัยดังนี้

1. งานศึกษาค้นคว้า เช่น นักเรียนอาจสนใจว่า π , +, -, $\times$, $\div$ มีความเป็นมาอย่างไร ใครคิดประดิษฐ์ขึ้นมา มีสัญลักษณ์อื่นๆ อีกหรือไม่ที่แทนความหมายเดียวกัน หรืออาจสนใจประวัติความเป็นมาของหน่วยการวัด ประวัติความเป็นมาของคณิตศาสตร์แขนงต่างๆ เป็นต้น

2. งานสร้างทฤษฎีหรือสูตรใหม่ๆ เป็นงานที่นักเรียนต้องใช้วิธีสังเกตรูปแบบ อาจมีการทดลองเพื่อสร้างสมมติฐานหรือข้อคาดเดา จากนั้นจึงตรวจสอบโดยวิธีพิสูจน์ สิ่งที่พิสูจน์ได้นั้น จะได้รับการยอมรับว่าเป็นทฤษฎีบท เช่น นักเรียนทดลองนำจำนวนคี่ที่เรียงตามลำดับมารวมกัน แล้วศึกษาหาผลรวมสังเกตพบว่า ผลรวมน่าจะเท่ากับกำลังสองของจำนวนเทอม ข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตนี้ ยังไม่เป็นที่ยอมรับจนกว่าเราจะพิสูจน์ในรูปทั่วไปได้

3. งานประยุกต์ความรู้ไปใช้ เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้างเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ในชีวิตที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ เช่น ออกแบบลายผ้า ออกแบบลายกระเบื้องด้วยรูปเรขาคณิต งานประเภทสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปเป็นความรู้ใหม่ เช่น ข้อสรุปเกี่ยวกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุในถนน อัตราการเพิ่มจำนวนสัตว์เลี้ยง อัตราการนำสินค้าจากนอกหมู่บ้านเข้ามาในหมู่บ้าน ค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงสัตว์เลี้ยง ฯลฯ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า โครงการงานทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ โครงการงานประเภทศึกษาค้นคว้า (Documentation Projects) โครงการงานประเภททดลอง (Experimental Projects) โครงการงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Projects) และโครงการงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Projects)

2.5 ขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์

โบลท์ และ ฮอบส์ (2540 : 9-10) ได้เสนอแนวทางการทำโครงการดังนี้

1. การพิจารณางาน การเลือกหัวเรื่อง ก่อนอื่นจะต้องพิจารณาข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พิจารณานิตของคำถาม พิจารณาข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และสามารถนำมาใช้ได้ทันทีหรือยังมีสถิติและข้อมูลอะไรที่จะต้องรวบรวม จะสอบถามข้อมูลได้จากใครบ้าง ห้องสมุดจะให้ข้อมูลอะไรบ้าง

2. การเลือกแนวทางการทำงาน เมื่อนักเรียนได้แสดงทัศนะส่วนตัวและความสนใจของตนแล้วจะต้องตัดสินใจเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่ง นักเรียนส่วนใหญ่พยายามเสนอความเห็นกว้างๆ เพื่อให้ครอบคลุมมากๆ ดังนั้นจึงควรจำกัดเรื่องให้แคบลง จำกัดปัญหาให้เหลือเพียงพอที่จะทำได้สำเร็จก่อนที่นักเรียนจะหมดความสนใจ

3. การวางแผนและลงมือปฏิบัติ เมื่อได้ตกลงเลือกเรื่องและวางแผนแนวทางดำเนินงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการนำแผนไปใช้ เริ่มด้วยการพิจารณาว่าจะต้องการข้อมูลข่าวสารอะไรบ้าง และจะได้รับความรู้ข้อมูลเรื่องนั้นอย่างไร จะมีการวัดผลอย่างไร จะรวบรวมสถิติข้อมูลมาบันทึกอย่างไร ใครบ้างที่พอจะช่วยให้ได้ ควรจะออกสำรวจเมื่อใด ต้องเตรียมเครื่องมืออะไร และหาได้จากที่ไหน

คำตอบที่ได้ข้างต้นจะต้องบันทึกไว้ และถ้าเป็นไปได้ก็ควรทำในรูปแบบผังแสดงลำดับขั้นตอนต่างๆ อะไรที่ต้องการทำและใครจะเป็นผู้ทำ แผนทั้งหมดนี้ควรทำให้เสร็จก่อนลงมือปฏิบัติ

4. การบันทึกและกระบวนการทำงาน เมื่อรวบรวมข้อมูลสถิติต่างๆ ได้แล้ว จะต้องบันทึกข้อมูลไว้ในรูปแบบที่มีความหมาย ซึ่งอาจจะเป็นตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม หรือแผนภาพก็ได้ กระบวนการบันทึกข้อมูลอาจเขียนเป็นกราฟ หาค่าเฉลี่ย ทำรูปจำลอง หรือคำนวณก็ได้ คำถามต่างๆ จะต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างชุดต่างๆ ของข้อมูล กับการตั้งและทดสอบสมมติฐานด้วย

5. การขยายงาน ระหว่างขั้นตอนต่างๆ ของการทำโครงการนั้น ย่อมมีคำถามที่เกี่ยวข้องเกิดขึ้นมาอีกมากมาย บางครั้งก็เป็นปัญหาที่นักเรียนทั้งหลายเป็นผู้เสนอ ซึ่งจะต้องนำเสนอปัญหาเหล่านี้ด้วยการทำวิจัยค้นคว้าต่อไป

6. การนำเสนอผลงาน การเขียนรายงาน นักเรียนควรสมมติตัวเองว่าเป็นที่ปรึกษาของผู้เขียนรายงานให้บุคคลที่สามมากกว่าที่จะเป็นนักสำรวจ และเขียนรายงานของบริษัทให้กับผู้ซื้อ ผลที่ได้รับของโครงการนี้อาจจะเขียนในรูปแบบตราส่วนของการขยายตัว หรือการแสดงภาพนิทรรศการ การใช้แผนภูมิรูปวงกลมหรือการแสดงรูปแบบที่ประกอบด้วยสิ่งละอันพันละน้อย ซึ่งเป็นการวิเคราะห์รูปแบบที่น่าชื่นชมมากกว่า การนำเสนอควรจะรวบรวมการอภิปรายโดยรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ควรใช้กระดานดำหรือเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ รูปแบบจำลอง หรือใช้โสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 8-13) กล่าวว่า การทำโครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมต่อเนื่องและมีการดำเนินงานหลายขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นถึงขั้นสุดท้าย ดังนี้

1. การคิดจะเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา เป็นขั้นตอนลำดับแรกในการทำโครงงาน ดังนั้นจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด หัวเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเอง โดยที่หัวข้อเรื่องของโครงงานควรมีความเฉพาะเจาะจงและชัดเจน มุ่งชัดว่าจะศึกษาสิ่งใดหรือตัวแปรใด และควรเป็นเรื่องแปลกใหม่ซึ่งแสดงความคิดสร้างสรรค์ด้วย

หัวเรื่องนี้ส่วนใหญ่จะได้มาจากความสนใจ ความสงสัย และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเอง ในเรื่องราวที่เกี่ยวกับเรื่องที่ครูสอนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน หรือจากสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว การอภิปรายร่วมกับครูและเพื่อนๆ การอ่านหนังสือหรือเอกสารต่างๆ รวมทั้งรายการวิทยุและโทรทัศน์ การไปชมงานแสดงโครงงานต่างๆ หรืออาจได้แนวคิดจากงานอดิเรกของนักเรียน

ข้อควรคำนึงถึงเกี่ยวกับการคัดเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน

- 1.1 เหมาะสมกับระดับความรู้ของนักเรียน
- 1.2 เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
- 1.3 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้
- 1.4 งบประมาณเพียงพอ
- 1.5 ระยะเวลาที่ใช้ทำโครงงาน
- 1.6 มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา
- 1.7 ความปลอดภัย
- 1.8 มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะศึกษา

2. การวางแผนในการทำโครงงาน ขั้นนี้เป็นการวางแผนในการทำโครงงาน รวมถึงการเขียนเค้าโครงของโครงงาน ซึ่งต้องมีการวางแผนหรือวางรูปแบบโครงงานไว้ล่วงหน้า เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบไม่สับสน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอความเห็นชอบและดำเนินการขั้นต่อไป

เค้าโครงของโครงงานโดยทั่วๆ ไปจะเขียนขึ้นเพื่อแสดงแนวคิด แผนงานและขั้นตอนของการทำโครงงาน ซึ่งประกอบด้วย

2.1 ชื่อโครงงาน ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายตรง และมีความเฉพาะเจาะจงว่าจะศึกษาอะไร

2.2 ชื่อผู้ทำโครงงาน

2.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน

2.4 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน อธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงงานเรื่องนี้ มีความสำคัญอย่างไร มีหลักการหรือทฤษฎีอะไรที่เกี่ยวข้อง เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่หรือมีผู้อื่นได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องทำนองนี้ไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ได้ขยายเพิ่มเติม ปรับปรุงจากเรื่องที่มีผู้อื่นทำไว้อย่างไร หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

2.5 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ควรมีความเฉพาะเจาะจงและเป็นสิ่งที่สามารถวัดได้ เป็นการบอกขอบเขตของงานที่จะทำได้ชัดเจนขึ้น

2.6 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นคำตอบ หรือคำอธิบายที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ซึ่งอาจจะถูกหรือไม่ก็ได้ การเขียนสมมติฐานควรมีเหตุมีผล คือ มีทฤษฎีหรือหลักการทางคณิตศาสตร์รองรับ และที่สำคัญก็คือ เป็นข้อความที่มองเห็นแนวทางในการดำเนินการทดสอบได้ นอกจากนี้ควรมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามด้วย

2.7 วิธีดำเนินงาน

2.7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นว่าต้องใช้มีอะไรบ้าง มาจากไหน อะไรบ้างที่ต้องจัดซื้อ อะไรบ้างที่ต้องจัดทำเอง อะไรบ้างที่ต้องขอยืม

2.7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอะไรอย่างไร จะสร้างหรือประดิษฐ์อะไร อย่างไร จะเก็บข้อมูลอะไรบ้าง เก็บข้อมูลอย่างไร และเมื่อใดบ้าง

2.8 แผนปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับกำหนดเวลาเริ่มต้นและเวลาเสร็จของการดำเนินงานแต่ละขั้นตอน

2.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

2.10 เอกสารอ้างอิง

3. การลงมือทำโครงการ เมื่อเค้าโครงของโครงการผ่านความเห็นชอบของที่ปรึกษาโครงการแล้ว นักเรียนเริ่มทำโครงการโดยปฏิบัติตามแผนดำเนินงานที่ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง การค้นคว้าเอกสารต่างๆ ซึ่งสุดท้ายแล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใด อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมจากแผนงานที่วางไว้ในตอนแรกบ้างก็ได้ เมื่อดำเนินการทำโครงการครบถ้วนตามขั้นตอนได้ข้อมูลแล้ว ควรมีการตรวจสอบผลการทดลองด้วยการทดลองซ้ำเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน ถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรงและขนาดที่เหมาะสม หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูล แปลผลและสรุปผลการศึกษา ค้นคว้า พร้อมทั้งอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า ไม่ว่าผลนั้นจะตรงตามความคาดหมายหรือตามสมมติฐาน ที่ตั้งไว้หรือไม่ก็ตาม

4. การเขียนรายงาน การเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์เป็นการเสนอผลงานของการศึกษาค้นคว้าเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบแนวคิดหรือปัญหาที่ศึกษา วิธีการศึกษาค้นคว้า ข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้ ผลการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ได้จากโครงการ

การเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้นๆ และตรงไปตรงมา โดยครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ชื่อโครงการ

4.2 ชื่อผู้ทำโครงการ

4.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

4.4 บทคัดย่อ อธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการและผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างย่อ ประมาณ 300-350 คำ

4.5 ที่มาและความสำคัญของโครงการ อธิบายถึงความสำคัญของโครงการ เหตุผลที่เลือกทำโครงการนี้ และหลักการหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เรื่องที่ทำเป็นเรื่องใหม่ หรือผู้อื่นเคยศึกษาไว้บ้างแล้ว ถ้ามีได้ผลเป็นอย่างไร เรื่องที่ทำนี้ได้ขยายเพิ่มเติม หรือปรับปรุงจากเรื่องที่ทำผู้อื่นได้ทำไว้อย่างไรบ้าง หรือเป็นการทำซ้ำเพื่อตรวจสอบผล

4.6 จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

4.7 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)

4.8 วิธีการดำเนินการ อาจแยกออกเป็น 2 หัวข้อย่อย คือ

4.8.1 วัสดุอุปกรณ์

4.8.2 วิธีดำเนินการ อธิบายถึงขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

4.9 ผลของการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลหรือผลการทดลองต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ด้วย

4.10 สรุปและข้อเสนอแนะ อธิบายผลสรุปที่ได้จากการทำโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุว่าข้อมูลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนั้นควรกล่าวถึงการนำเสนอผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการ หรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อการปรับปรุงแก้ไข หากจะมีผู้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องทำนองนี้ต่อไปในอนาคตด้วย

4.11 คำขอบคุณ ส่วนใหญ่โครงการคณิตศาสตร์มักจะเป็นกิจกรรมที่ได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย จึงควรได้กล่าวขอบคุณบุคลากรหรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จด้วย

4.12 เอกสารอ้างอิง หนังสือและ/เอกสารต่างๆ ที่ผู้ทำโครงการใช้ศึกษาค้นคว้า หรืออ่านเพื่อศึกษาหาข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำโครงการนี้

5. การแสดงผลงาน การแสดงผลงานเป็นงานชิ้นสุดท้ายและสำคัญอีกประการหนึ่งของการทำโครงการ เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จด้วยความคิด ความพยายามของผู้ทำโครงการให้ผู้อื่นรับรู้และเข้าใจถึงผลงาน การวางแผนออกแบบเพื่อจัดแสดงผลงานนั้นมีความสำคัญเท่าๆ กับการทำโครงการนั่นเอง ผลงานที่สร้างขึ้นจะดีเยี่ยมเพียงใด แต่ถ้าจัดแสดงผลงานทำได้ไม่ดีก็เท่ากับไม่ได้แสดงความคิดเยี่ยมของผลงาน ดังนั้นการวางแผนดังกล่าวต้องอาศัยเวลาและคำนึงถึงปัจจัยหลายประการ ที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งคือ ผู้ชมหรือผู้ฟัง การแสดงผลงานนั้นอาจทำได้ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น การแสดงในรูปนิทรรศการ ซึ่งมีทั้งการจัดแสดงและการอธิบายด้วยคำพูด หรือรูปแบบของการจัดแสดงโดยไม่มีการอธิบายประกอบหรือในรูปของการรายงานปากเปล่า ไม่ว่าการแสดงผลจะอยู่ในรูปแบบใดควรจัดให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญดังต่อไปนี้

5.1 ชื่อโครงการ ชื่อผู้ทำโครงการ ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

5.2 คำอธิบายย่อๆ ถึงเหตุจูงใจในการทำโครงการและความสำคัญของโครงการ

5.3 วิธีการดำเนินงาน โดยเลือกเฉพาะขั้นตอนที่เด่นและสำคัญ

5.4 การสาธิตหรือการแสดงผลที่ได้จากการทดลอง

5.5 ผลการสังเกตหรือข้อมูลเด่นๆ ที่ได้จากการทำโครงการ

ในการจัดกิจกรรมการแสดงโครงการนั้น ควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

1. ความปลอดภัยของการจัดแสดง
2. ความเหมาะสมกับเนื้อที่ที่จัดแสดง
3. คำอธิบายที่เขียนแสดง ควรเน้นเฉพาะประเด็นสำคัญและสิ่งที่น่าสนใจเท่านั้น
4. ดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชม โดยใช้รูปแบบการแสดงที่น่าสนใจ ใช้สีที่สดใส

เน้นจุดสำคัญ

5. ใช้ตารางและรูปภาพประกอบ โดยจัดวางอย่างเหมาะสม
6. สิ่งที่ต้องแสดงต้องถูกต้อง ไม่มีการสะกดผิดหรืออธิบายหลักการที่ผิด
7. ในกรณีที่เป็สิ่งประดิษฐ์ สิ่งนั้นควรอยู่ในสภาพที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ในการแสดงผลงาน ผู้นำผลงานมาแสดงจะต้องอธิบายหรือรายงานปากเปล่า หรือตอบคำถามต่างๆ ต่อผู้ชมหรือกรรมการตัดสินโครงการ การอธิบายตอบคำถาม หรือรายงานปากเปล่านั้น ควรได้คำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจกับเรื่องที่จะอธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟัง ควรให้มีความชัดเจนและ

เข้าใจง่าย

3. ควรรายงานอย่างตรงไปตรงมาไม่อ้อมค้อม
4. พยายามหลีกเลี่ยงการอ่านรายงาน แต่อาจจดหัวข้อสำคัญๆ ไว้เพื่อช่วยในการ

รายงานเป็นไปตามขั้นตอน

5. อย่าท่องจำรายงาน เพราะจะทำให้ดูไม่เป็นธรรมชาติ
6. ขณะที่รายงานควรมองตรงไปยังผู้ฟัง
7. เตรียมตัวตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ
8. ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ได้ถาม
9. หากติดขัดในการอธิบายควรยอมรับโดยดี อย่ากลบเกลื่อนหรือหาทางเลี่ยงเป็น

อย่างอื่น

10. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
11. หากเป็นไปได้ควรใช้สื่อประเภทโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงานด้วย เช่น

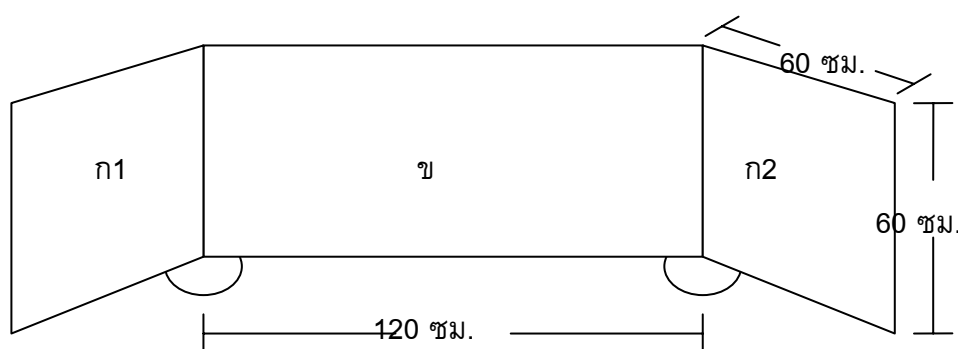
แผ่นใส สไลด์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

การทำแผนสำหรับแสดงโครงงาน ให้ใช้ไม้อัดทำตามขนาดกำหนด ดังนี้

แผ่น ก1, ก2 ขนาด 60 ซม. × 60 ซม.

แผ่น ข ขนาด 60 ซม. × 120 ซม.

ติดบานพับมีหัวรับและขอสับทำมุมฉากกับตัวแผ่นกลาง ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างแผนสำหรับแสดงโครงงาน

ที่มา : ชัยศักดิ์ สีสัจรัสกุล. (2541). *โครงงานคณิตศาสตร์*. หน้า 13.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2543 : 78 - 82) กล่าวถึง ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ว่ามี 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดจุดประสงค์ ก่อนทำโครงงานจะต้องกำหนดจุดประสงค์เสียก่อนว่าต้องการอะไรจากการทำโครงงานนั้นๆ

2. การเลือกหัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษา หัวข้อหรือปัญหาที่จะศึกษาควรให้นักเรียนเป็นผู้คิดและเลือกด้วยตนเอง เป็นเรื่องที่น่าสนใจและอยากรู้อยากเห็น โดยต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ ในการเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน

- 2.1 เหมาะสมกับระดับความรู้ ความสามารถของนักเรียน
- 2.2 วัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้
- 2.3 งบประมาณ
- 2.4 ระยะเวลาในการทำโครงงาน
- 2.5 มีอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษา
- 2.6 ความปลอดภัย
- 2.7 มีแหล่งความรู้หรือเอกสารเพียงพอที่จะศึกษาค้นคว้า

3. การวางแผนในการทำโครงงาน เมื่อได้หัวข้อเรื่องแล้วต่อไปต้องมีการจำกัดขอบเขตของงานว่าจะกว้างหรือแคบเพียงใด จำเป็นอย่างยิ่งต้องเขียนเค้าโครงของโครงงานก่อนเพื่อเป็นการวางแผนในการทำงาน โดยการเขียนเค้าโครงของโครงงานประกอบไปด้วย

3.1 ชื่อโครงงาน

3.2 ชื่อผู้ทำโครงการ

3.3 ชื่อที่ปรึกษาโครงการ

3.4 ที่มาและความสำคัญของโครงการ เป็นการอธิบายว่าเหตุใดจึงเลือกทำโครงการนี้มีความสำคัญอย่างไร

3.5 จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าควรมีความชัดเจนและสามารถวัดได้

3.6 สมมติฐานทางการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี) สมมติฐานเป็นคำตอบหรือคำอธิบายที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า

3.7 วิธีดำเนินงาน

3.7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ ระบุว่าอุปกรณ์ที่ใช้มีอะไรบ้าง อุปกรณ์ใดต้องจัดซื้อ ยืม หรือทำเอง

3.7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า อธิบายว่าจะออกแบบการทดลองอย่างไร ทดลองอะไร เก็บข้อมูลที่ไหน อย่างไรและเมื่อใด

3.8 แผนปฏิบัติงาน อธิบายเกี่ยวกับระยะเวลาในการทำงาน ตั้งแต่เริ่มต้นไปจนจบโครงการในแต่ละขั้นตอน

3.9 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

3.10 เอกสารอ้างอิง

แบบฟอร์มการจัดเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์	
1. ชื่อโครงการ	
2. ชื่อผู้ทำโครงการ	
3. ชื่อที่ปรึกษาโครงการ	
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ	
5. จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	
6. สมมติฐานทางการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี).....	
7. วิธีดำเนินงาน	
- วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้.....	
- แนวการศึกษาค้นคว้า.....	
8. แผนปฏิบัติงาน	
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	
10. เอกสารอ้างอิง	

ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างแบบฟอร์มการจัดเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์. หน้า 80.

แบบฟอร์มการเขียนรายงานของโครงการคณิตศาสตร์	
ชื่อโครงการ	
ชื่อผู้ทำโครงการ.....	
ชื่อที่ปรึกษาโครงการ.....	
บทคัดย่อ	
.....	
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	
.....	
จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	
.....	
สมมติฐานทางการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี).....	
.....	
วิธีดำเนินงาน	
- วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้	
- แนวการศึกษาค้นคว้า.....	
ผลของการศึกษาค้นคว้า.....	
.....	
สรุปและข้อเสนอแนะ	
.....	
คำขอบคุณ	
.....	
เอกสารอ้างอิง	
.....	

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเขียนรายงานของโครงการคณิตศาสตร์

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์. หน้า 82.

6. การแสดงผลงานเป็นการเสนอผลงานต่างๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามา เพื่อให้คนอื่นได้รับรู้หรือเข้าถึงโครงการ ซึ่งอาจจะเป็นตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม กราฟ แบบจำลอง การคำนวณหาค่าเฉลี่ย อายางงานด้วยปากเปล่าหรือเขียนเป็นรายงาน บางโครงการอาจนำเสนอโดยการจัดนิทรรศการ อย่างไรก็ตาม ในการแสดงผลงานควรเลือกนำเสนอให้เหมาะสมกับลักษณะโครงการนั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ในแต่ละขั้นตอนในการทำโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนและ/หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจสอบความก้าวหน้าในการปฏิบัติงานตามแผนงานที่นักเรียนวางไว้ รวมทั้ง ประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนอีกด้วย

2.6 การประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์

2.6.1 แนวคิดในการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์

อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง และคนอื่นๆ (2543 : 20-21) กล่าวว่า การประเมินผลเป็น หัวใจของการเรียนการสอนที่สะท้อนสภาพความสำเร็จของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันประเมินผลว่ากิจกรรมที่ทำไปนั้นบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ปัญหาและอุปสรรคที่พบมีอะไรบ้าง ได้ใช้วิธีการแก้ไขอย่างไร ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากการทำโครงการ ผู้ประเมินโครงการอาจดำเนินการด้วยบุคคลเหล่านี้

1. ผู้เรียนประเมินตนเอง จะแสดงออกให้เห็นว่า ผู้เรียนที่เป็นเจ้าของโครงการซึ่ง อาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มทำงาน มีความพึงพอใจต่อขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละขั้นที่ได้กำหนดหรือ ร่วมกันกำหนดขึ้นเองเพียงใด มีหัวข้อกิจกรรมใดที่ยังขาดตกบกพร่อง จะต้องเพิ่มเติมในส่วนใดบ้าง ความละเอียดรัดกุมในแต่ละขั้นเป็นอย่างไร

2. ผู้ประเมินซึ่งเป็นเพื่อนร่วมชั้น อาจให้ข้อคิดเห็นสะท้อนภาพเพิ่มเติม เช่น ใน ระดับประถมศึกษาอาจให้ความเห็นไปในเรื่องของการเขียน การใช้ตัวสะกด การเว้นวรรคตอน ซึ่ง เน้นไปในด้านภาษา ระดับมัธยมศึกษา การประเมินโครงการอาจเริ่มขยายขอบเขตจากด้านการใช้ ภาษาออกไปถึงการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งชื่อโครงการกับจุดประสงค์ของโครงการ และ ตามความเข้าใจของผู้ประเมิน เสนอแนะวิธีการศึกษาของผู้ประเมิน เป็นการพิจารณาการจัดรูปแบบ เพื่อการนำเสนอโครงการ ฯลฯ

3. ผู้ประเมินซึ่งเป็นผู้สอนหรือเป็นที่ปรึกษา อาจให้คำแนะนำเพิ่มเติมได้ในวิธีการ อื่นที่ใช้ในการศึกษาหาคำตอบ ความสัมพันธ์ของวิชาตามหัวเรื่องที่ศึกษากับวิชาอื่น ข้อค้นพบที่ ผู้เรียนได้จากการทำโครงการ การนำคำตอบของการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ การนำข้อค้นพบที่ ต่างไปจากเป้าหมายของการศึกษาไปใช้ประโยชน์หรือขยายผลการศึกษาเป็นโครงการใหม่ๆ ฯลฯ

4. ผู้ประเมินที่เป็นพ่อ แม่ ผู้ปกครอง จะได้ทราบถึงความสามารถ ความถนัด ทางการเรียนรู้ของลูกหรือเด็กในความปกครอง ความรู้สึก ความต้องการของเด็กผู้ทำโครงการ ทำให้ สามารถปรับตัวปรับใจเพื่อการสนับสนุนทั้งด้านการเงิน กำลังใจ ให้โอกาส ให้เวลาร่วมกิจกรรมตาม ความสนใจของเด็ก ชี้แนะอุปสรรค ปัญหาเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมขั้นต่างๆ ของโครงการ ข้อเสนอแนะของการทำโครงการครั้งต่อไป ฯลฯ

5. บุคคลอื่นๆ ที่สนใจและมีส่วนเกี่ยวข้อง

นอกจากนี้ อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง และคนอื่นๆ (2543 : 21) ได้เสนอวิธีการประเมินผลโครงการ ดังนี้

1. การสังเกต เป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมที่สามารถทำได้ทุกเวลาและทุกสถานการณ์ ทั้งแบบมีและไม่มีเครื่องมือในการสังเกต
2. การสัมภาษณ์ การสอบถาม อาจมีลักษณะเป็นทางการ หรือสัมภาษณ์ สอบถามขณะปฏิบัติโครงการก็ได้
3. วัดความรู้ ความสามารถ (Authentic Test) ควรเป็นแบบสอบถามปลายเปิด เพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ ความเข้าใจเดิม กับสิ่งที่ได้เพิ่มเติมจากประสบการณ์ในการปฏิบัติโครงการ ลักษณะสำคัญของแบบทดสอบ มีดังนี้
 - 3.1 ครอบคลุมสิ่งที่ต้องการวัด
 - 3.2 เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการ
 - 3.3 เชื่อมโยง บูรณาการความรู้ ความสามารถ ได้หลายด้านและใช้ความคิดที่ลึกซึ้งขึ้นตามวัย
 - 3.4 มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความสมบูรณ์ของพฤติกรรม
 - 3.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและเขียนคำตอบเอง
4. การรายงาน จะเป็นการเขียนรายงานหรือเล่าขั้นตอน หรือประสบการณ์ในการทำโครงการก็ได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองจากการได้พูดหรือเขียนบรรยายสะท้อนความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกนึกคิดตามแนวทางการเรียนรู้ที่ผ่านประสบการณ์ขณะปฏิบัติกิจกรรมตามโครงการ
5. แฟ้มผลงาน เป็นการเก็บรวบรวมผลงานที่มีความโดดเด่นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ที่เลือกรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อแสดงถึงความรู้ ความเข้าใจ ความสนใจ ความถนัด ทักษะ ความสามารถอันแสดงออกถึงพัฒนาการ ความก้าวหน้า ความสำเร็จในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือในหลายๆ เรื่อง หรือจะเป็นการเก็บผลการประเมินการปฏิบัติโครงการ ในวิธีที่ 1-4 ด้วยก็ได้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการติดตามพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

2.6.2 เกณฑ์ในการประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์

โบลท์ และ ฮอบส์ (2540 : 14-15) ได้เสนอแนววิธีประเมินโครงการ ดังนี้

1. ประเมินการทำงานกลุ่ม
 - 1.1 สมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันวางแผนด้วยความรอบคอบหรือไม่
 - 1.2 การทำงานถูกต้องหรือไม่
 - 1.3 แสดงรายการสิ่งที่ค้นพบด้วยวิธีการที่ชัดเจนหรือไม่
2. ประเมินการนำเสนอโครงการ
 - 2.1 สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี
 - 2.2 บรรยายชัดเจน

2.3 สื่อชัดเจน

2.4 การนำเสนอโครงงานต่อเนื่องสมบูรณ์

3. ประเมินเนื้อหาของโครงงาน

3.1 คำถามตรงประเด็น

3.2 ใช้ข้อมูลข่าวสารเหมาะสม

3.3 ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์เหมาะสม

3.4 เนื้อหาคณิตศาสตร์ถูกต้อง

3.5 มีการสรุป

3.6 มีการขยายงาน

4. ประเมินการจัดทำโครงงาน

4.1. โครงงานริเริ่มโดยนักเรียน

4.2. นักเรียนให้ครูช่วยสนับสนุน

4.3. นักเรียนพัฒนาวิธีการทำงานด้วยตนเอง

4.4. มีสิ่งแสดงให้เห็นความคิดริเริ่มส่วนบุคคล

เกณฑ์การประเมิน นิยมแบ่งให้คะแนนเป็น 5 ระดับ คือ

5 เห็นด้วยมากที่สุด

4 เห็นด้วยมาก

3 เห็นด้วยปานกลาง

2 เห็นด้วยน้อย

1 เห็นด้วยน้อยที่สุด

ถ้ามีผู้ให้คะแนนหลายคนให้นำมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตแล้วแปลผลด้วยเกณฑ์ดังนี้

4.1 ขึ้นไป ดีมาก

3.1 - 4 ดี

2.1 - 3 พอใช้

ต่ำกว่า 2 ปรับปรุง

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 15) กล่าวว่า การประเมินโครงงานเป็นกิจกรรมที่จำเป็นและมีความสำคัญอีกกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการจัดแสดงโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูผู้สอนจะเป็นผู้ประเมินโครงงานเพื่อเก็บคะแนน และเป็นส่วนหนึ่งของการประเมินผลการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าได้กำหนดให้การทำโครงงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนการสอน ในที่นี้เสนอแบบการประเมินโครงงาน โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา 5 ด้านดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจเรื่องที่ทำ

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาทางการศึกษา

3. ความคิดสร้างสรรค์

4. การเขียนรายงาน

5. การจัดแสดงโครงงานและการอภิปรายปากเปล่า

จากหัวข้อเหล่านี้ กำหนดให้แต่ละด้านมีคะแนนเท่าๆ กันคือ 5 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด (5 ด้าน) 25 คะแนน มีการแบ่งเป็น 5 ระดับคะแนน แต่ละระดับมี 1 ช่วงคะแนน และมีการตีความหมายผลงานเป็น 5 ระดับดังนี้

- 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 3 หมายถึง ดี
- 4 หมายถึง ดีมาก
- 5 หมายถึง ดีเยี่ยม

การประเมินโครงงานเมื่อรวมทั้ง 5 ด้านแล้วคิดเป็นคะแนนเก็บ 10 คะแนน ใช้เกณฑ์ดังนี้

ช่วงคะแนน 1.0 – 7.5	อยู่ในระดับต้องปรับปรุง	ได้คะแนน 6 คะแนน
ช่วงคะแนน 7.6 – 12.5	อยู่ในระดับพอใช้	ได้คะแนน 7 คะแนน
ช่วงคะแนน 12.6 – 17.5	อยู่ในระดับดี	ได้คะแนน 8 คะแนน
ช่วงคะแนน 17.6 – 22.5	อยู่ในระดับดีมาก	ได้คะแนน 9 คะแนน
ช่วงคะแนน 22.6 – 25.0	อยู่ในระดับดีเยี่ยม	ได้คะแนน 10 คะแนน

รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การพิจารณาประเมินผลโครงงานคณิตศาสตร์มีหลักเกณฑ์ด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ พิจารณาจาก
 - 1.1 การใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องเหมาะสม
 - 1.2 การใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.3 มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ ของเรื่องที่ทำ
 - 1.4 การค้นเอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม
 - 1.5 ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงงาน นอกเหนือจากที่เรียนตามหลักสูตร

2. การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แก้ปัญหาทางการศึกษา พิจารณาจาก

- 2.1 การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา
- 2.2 มีการศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริงต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาเหมาะสม และตั้งสมมติฐานที่ถูกต้องชัดเจน

2.3 การออกแบบการทดลองหรือการประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับปัญหาหรือสมมติฐานเพียงใด

2.4 การวัดและการควบคุมตัวแปรต่างๆ กระทำได้ครบถูกต้อง อุปกรณ์และเครื่องมือที่เลือกใช้เหมาะสม การรวบรวมข้อมูลกระทำได้เลยถูกต้องตรงจุดประสงค์ที่ต้องการศึกษา การบันทึกข้อมูลมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและเหมาะสม

2.5 การแปลความหมายและการสรุปผล สอดคล้องกับผลที่ได้มากน้อยเพียงใด

3. ความคิดสร้างสรรค์ พิจารณาจาก

3.1 ปัญหาหรือเรื่องที่มีความสำคัญและมีความแปลกใหม่เพียงใด

3.2 ได้มีการดัดแปลง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไป
ในโครงการที่ทำมาน้อยเพียงใด

3.3 มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่ แปลก ในการควบคุมหรือวัดตัวแปร หรือ
เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ มาน้อยเพียงใด

3.4 การเลือกและใช้วัสดุอุปกรณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

3.5 ความสามารถในการเสนอแนะประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

4. การเขียนรายงาน พิจารณาจาก

4.1 ความถูกต้องของแบบฟอร์ม ครอบคลุมหัวข้อที่สำคัญ แบ่งแต่ละหัวข้อออก
อย่างชัดเจน

4.2 การเสนอสาระในแต่ละหัวข้อถูกต้อง ชัดเจน รัดกุม สละสลวย

4.3 การแสดงหลักฐานการบันทึกข้อมูลอย่างเพียงพอ ต่อเนื่องและเป็นระเบียบ

4.4 การออกแบบการนำเสนอข้อมูล ชัดเจน รัดกุม และเหมาะสม

4.5 การอภิปรายผลอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

5. การจัดแสดงโครงการและการอภิปรายปากเปล่า พิจารณาจาก

5.1 การจัดแสดงโครงการได้น่าสนใจ ตลอดจนการออกแบบและติดตั้งได้สวยงาม

5.2 การเขียนคำอธิบายในแผ่นโปสเตอร์ชัดเจน เข้าใจง่าย

5.3 การจัดแสดงวัสดุอุปกรณ์ได้ครบถ้วน

5.4 การอภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

5.5 การตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

ตาราง 1 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์

ลักษณะโครงการ	เกณฑ์ประเมินผลงาน	ระดับคะแนน
1. มีคุณสมบัติครบทุกข้อ	ดีเยี่ยม	5
2. ขาดคุณสมบัติเพียง 1 ข้อ	ดีมาก	4
3. ขาดคุณสมบัติเพียง 2 ข้อ	ดี	3
4. ขาดคุณสมบัติเพียง 3 ข้อ	พอใช้	2
5. ขาดคุณสมบัติ 4 ข้อขึ้นไป	ควรปรับปรุง	1

ที่มา : ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล. (2541). *โครงการคณิตศาสตร์*. หน้า 18.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541 : 2-6) ได้เสนอวิธีประเมินโครงการ ซึ่งมีการประเมินในหัวข้อต่างๆ ต่อไปนี้

1. ความสำคัญของการจัดทำโครงการ ควรพิจารณาดังนี้
 - 1.1 เป็นงานเดี่ยวหรือกลุ่ม
 - 1.2 นักเรียนริเริ่มเอง หรือครูช่วยแนะแนวทาง
 - 1.3 มีการทำงานที่เป็นกระบวนการกลุ่ม
 - 1.4 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 1.5 มีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในบทเรียน
 - 1.6 มีประโยชน์ในชีวิตจริง
2. เนื้อหาของโครงการ
 - 2.1 ความถูกต้องของเนื้อหาคณิตศาสตร์
 - 2.2 ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เหมาะสม
 - 2.3 มีข้อมูลข่าวสารที่เหมาะสม
 - 2.4 มีการสรุปอย่างเหมาะสม
 - 2.5 มีการขยายงานที่ต้องทำต่อเนื่องอีกหรือไม่
3. การนำเสนอโครงการ
 - 3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบที่นำเสนอ
 - 3.2 มีการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดี
 - 3.3 ลักษณะของรูปแบบที่นำเสนอสมบูรณ์และชัดเจน

การประเมินโครงการอาจประเมินโดยให้คะแนน ดังนี้

ความสำคัญของการจัดทำโครงการ	20	คะแนน
เนื้อหาของโครงการ	40	คะแนน
การนำเสนอโครงการ	40	คะแนน
รวม	100	คะแนน

ตัวอย่างแบบประเมินโครงการ

ตอนที่ 1 ความสำคัญของการจัดทำโครงการ

จงทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ ตามแนวคิดของท่าน

1. โครงการที่จัดทำ ☐ งานเดี่ยว ☐ งานกลุ่ม
2. การริเริ่มโครงการ ☐ นักเรียนริเริ่มเอง ☐ ครูช่วยแนะแนวทาง
3. การพัฒนาตนเอง ☐ มี ☐ ไม่มี
4. การพัฒนางาน ☐ มี ☐ ไม่มี
5. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน ☐ สอดคล้อง ☐ ไม่สอดคล้อง
6. ประโยชน์ที่ใช้ในชีวิตจริง ☐ มี ☐ ไม่มี

ตาราง 2 ตัวอย่างแบบประเมินโครงการ

ตอนที่ 2 เนื้อหาโครงการ และการนำเสนอโครงการ
 จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตรงข้อความที่ท่านเห็นด้วยที่สุด

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
เนื้อหาของโครงการ					
1. ความถูกต้องทางคณิตศาสตร์					
2. ความเหมาะสมในการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์					
3. เลือกใช้ข้อมูลข่าวสารเหมาะสมตรงประเด็นปัญหา					
4. มีการสรุปที่ชัดเจน					
5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
กระบวนการทำงาน					
6. มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ					
7. มีการดำเนินงานตามแผน					
8. มีการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงาน					
การนำเสนอโครงการ					
9. การรายงานสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน					
10. ความสมบูรณ์ของข้อมูล					
11. ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้นำเสนอ					
12. ข้อสรุปโครงการบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้					

ที่มา : สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2541). คู่มือโครงการคณิตศาสตร์. หน้า 2-6.

การแปลผลการประเมิน

ตอนที่ 1 ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

เห็นด้วยมากที่สุด	ให้ระดับคะแนน	5
เห็นด้วยมาก	ให้ระดับคะแนน	4
เห็นด้วยปานกลาง	ให้ระดับคะแนน	3
เห็นด้วยน้อย	ให้ระดับคะแนน	2
เห็นด้วยน้อยที่สุด	ให้ระดับคะแนน	1

ในกรณีที่ผู้ประเมินหลายคน ก็ให้หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต แล้วแปลผล ดังนี้

4.1 ขึ้นไป	หมายถึง	โครงการอยู่ในเกณฑ์ดีมาก
3.1 – 4	หมายถึง	โครงการอยู่ในเกณฑ์ดี
2.1 – 3	หมายถึง	โครงการอยู่ในเกณฑ์พอใช้
ต่ำกว่า 2 ลงมา	หมายถึง	โครงการอยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง

จากการศึกษาวิธีการประเมินโครงการผู้วิจัยเลือกใช้แบบประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงเพื่อความเหมาะสมในการประเมินความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ จากแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ของ อัลลิงเจอร์ และคนอื่นๆ (อารีรัตน์ ขวัญทะเล. 2546 : 26; อ้างอิงจาก Allinger and others. 1999 : 11-12) โบลท์ และ ฮอบส์ (2540 : 14-15) ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 15) และ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541 : 2-6) โดยพิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ ทักษะการปฏิบัติงาน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการนำเสนอผลงาน

2.7 แผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

สุภาพร เสี่ยงเรืองแสง (2540 : 5-7) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมโดยใช้โครงการ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ระยะเวลาพื้นฐาน เป็นระยะที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับโครงการ นำเสนอตัวอย่างโครงการ และวิธีเขียนเค้าโครงของโครงการ โดยให้นักเรียนศึกษาจากวิทัศน์ ของจริง ไปความรู้ ฯลฯ พร้อมทั้งให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน
2. ระยะฝึกการเขียนโครงการ เป็นระยะที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากระยะวางพื้นฐาน มาฝึกการเขียนโครงการ
3. ระยะปฏิบัติกิจกรรมและสรุปผลการจัดกิจกรรม เป็นระยะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ พร้อมทั้งสรุปและนำเสนอผลงานโดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ
4. ระยะแสดงผลงาน เป็นระยะที่นักเรียนได้นำผลงานที่ได้จากการจัดกิจกรรมโครงการมาแสดงให้เห็นและผู้อื่นได้รับรู้ และเข้าใจผลงานนั้นๆ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนและรับฟัง

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้อื่น นอกจากนี้นักเรียนยังได้พิจารณาประเมินโครงการของกลุ่มตนเองอีกด้วย ซึ่งการแสดงผลงานอาจแสดงในรูปของการสาธิต การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

สุพล วังสินธุ์ (2543 : 13) และวิรัตน์ บัวขาว (2544 : 9-10) มีแนวความคิดที่สอดคล้องกัน พอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมโครงการเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และเป็นระบบ สามารถจำแนกแผนการจัดกิจกรรมโครงการเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ระยะเริ่มต้นโครงการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ โดยเลือกจากเรื่องที่ตนสนใจศึกษา เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบในชีวิตประจำวัน หรือเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจจากเหตุการณ์ปัจจุบัน หรือจากบทเรียน หรือจากชุมชน หรือจากการกระตุ้นของครู ดังนั้น การเลือกเรื่องที่จะทำโครงการ อาจเป็นเรื่องจากประเด็นทั่วไป หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งจะตรงกับสาขาวิชาใดก็ได้ สิ่งสำคัญจะต้องเป็นเรื่องที่นักเรียนสงสัยหรือต้องการหาคำตอบ อยากศึกษาในเรื่องนั้นๆ อย่างลึกซึ้งไม่ใช่ครูเป็นผู้กำหนด

2. ระยะการทำโครงการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ ระบุประโยชน์ หาแนวโน้มนหรือคาดเดาคำตอบ (สมมติฐาน) กำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าที่หลากหลาย เลือกแนวทางการศึกษา ลงมือศึกษา และเก็บรวบรวมผลที่ได้จากการศึกษา

3. ระยะการเสนอผลการศึกษา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องสรุปผลหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำเสนอผลการศึกษาและเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ผลงานให้กว้างขวาง โดยการรายงานด้วยเอกสาร หนังสือเล่มเล็ก การจัดนิทรรศการ และเผยแพร่โดยใช้วารสารวิชาการ สื่อมวลชน ซึ่งนักเรียนจะมีโอกาสเขียนนำเสนอและแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่างๆ ด้วยตัวของนักเรียนเอง

4. ระยะการพัฒนาโครงการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำผลที่ได้รับจากการจัดกิจกรรมโครงการไปเชื่อมโยงต่อไป ด้วยการสะท้อนความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์ให้ได้ความรู้ใหม่ ถ้าหากต้องการศึกษาในเชิงลึกในสิ่งที่ท้าทายใหม่ๆ ก็สามารถให้นักเรียนได้ค้นหาความรู้ไปอย่างต่อเนื่อง และลึกซึ้งต่อไป

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ระยะวางพื้นฐาน
2. ระยะเริ่มต้นโครงการคณิตศาสตร์
3. ระยะปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์
4. ระยะเสนอผลการศึกษา

2.8 บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการคณิตศาสตร์

ในการทำโครงการคณิตศาสตร์นั้น แม้จะเป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ประเภทหนึ่ง อาจจัดขึ้นภายในโรงเรียนได้ตลอดปีการศึกษา โดยมีจุดประสงค์และแผนการดำเนินงานว่าจะทำในช่วงไหน

และมีระยะเวลานานเท่าใด ในการทำโครงการนั้น นักเรียนเป็นผู้ลงมือดำเนินงานทั้งหมด โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยกระตุ้นความสนใจและเสริมกำลังใจแก่นักเรียนในระหว่างทำโครงการอีกด้วย ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

สุพล วังสินธุ์ (2543 : 13 - 14) กล่าวว่า ในทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมโครงการ ครูจะต้องมีกิจกรรมสนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม โดยกำหนดให้มีกิจกรรมสำรวจความสนใจของตนเองเพื่อ

1. ชี้ชวน ชักชวน จัดกิจกรรมให้มีการศึกษาสภาพแวดล้อมรอบตัวหรือชุมชน เพื่อจุดประกายความสงสัยใคร่รู้ให้กับนักเรียนไปสู่แรงจูงใจที่อยากจะศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งในเชิงลึก
2. ใช้คำถามเชื่อมโยงกับข่าว เหตุการณ์ หรือปัญหาจากชุมชน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากติดตาม
3. ใช้คำถามเชื่อมโยงกับบทเรียน เช่น “มีเรื่องอะไรอีกที่นักเรียนต้องการรู้”
4. ใช้สื่ออื่นๆ เช่น ภาพนิ่ง ป้ายนิเทศ วิดิทัศน์ ฯลฯ และสื่อที่ใช้ควรทั้งปัญหาให้นักเรียนคิดที่จะศึกษาต่อ
5. ช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถเลือกเรื่อง/ปัญหา/ประเด็นที่ตนสนใจใคร่รู้เพิ่มมากขึ้นเพื่อจะทำโครงการ
6. ร่วมกับนักเรียนวางแผนกำหนดเรื่องโดยร่วมคิดหาความเชื่อมโยงโดยใช้เครือข่ายใยแมงมุม (World Wide Web : www.)
7. ใช้คำถามให้นักเรียนคิดถึงความต้องการหรือประเด็นที่ต้องการศึกษาเรื่องที่เลือกได้
8. วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของจุดประสงค์ของผู้เรียนที่เลือกโครงการนั้นๆ แล้วให้แสดงความคิดเห็นข้อเสนอแนะให้คิดอย่างรอบคอบ
9. ใช้คำถามกระตุ้นให้คาดเดาคำตอบล่วงหน้า เช่น “นักเรียนคิดว่าจะเป็นเช่นไร” หรือ “นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อชุมชนอย่างไร” โดยครูเป็นผู้ให้กำลังใจเพื่อให้ นักเรียนได้คิดอย่าง รอบคอบ และมั่นใจในคำตอบที่คาดคะเน
10. กระตุ้น ส่งเสริม และให้คำปรึกษาในการคิดด้วยวิธีการคิดที่หลากหลาย เลือกวิธีการศึกษาที่สามารถทำได้ เลือกแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม และจัดทำเค้าโครงของโครงการ ตลอดทั้งประสานงาน เพื่ออำนวยความสะดวกและดูแลความปลอดภัยในการศึกษาตามขั้นตอนของโครงการ
11. ให้ความช่วยเหลือเมื่อต้องการ และให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนมีการศึกษาที่กว้างขวาง เช่น อาจแนะนำแหล่งความรู้เพิ่มเติม ตลอดทั้งจัดเวทีให้มีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันเป็นระยะๆ
12. ให้คำปรึกษาในการเลือกวิธีการนำเสนอ และจัดบรรยากาศในการนำเสนอ ตลอดทั้งให้การเสริมแรง

อัญชลี สิริทรรวรงค์ (2543 : 131) ได้แนะนำบทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ดังนี้

1. พิจารณาร่วมกับนักเรียนถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของเรื่องที่จะศึกษา
2. ให้นักเรียนจัดทำเค้าโครงของโครงการ และพิจารณาเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข
3. ควบคุมการดำเนินการศึกษาค้นคว้าเท่าที่จำเป็น
4. ให้นักเรียนเสนอรายงานภายหลังเมื่อเสร็จสิ้นโครงการ
5. ประเมินผลโครงการในความสมบูรณ์แบบของแต่ละโครงการ โดยไม่นำโครงการแต่ละชิ้นมาเปรียบเทียบกัน
6. หาโอกาสจัดแสดง และสาธิตโครงการของนักเรียน

เยาวพา เตชะคุปต์ (2544 : 10-11) กล่าวถึงบทบาทของครูในการช่วยนักเรียนในการจัดทำโครงการ ไว้ดังนี้

1. ร่วมวางแผนกับนักเรียนในการคิดหัวข้อการจัดทำโครงการตามความสนใจ และเป็นที่ปรึกษาแก่นักเรียนและผู้ปกครอง
2. จัดสภาพแวดล้อมและประสบการณ์เพิ่มเติมให้แก่ นักเรียน เช่น การพาไปทัศนศึกษา การเยี่ยมชมการทดลอง การปฏิบัติจริง ค้นคว้าจากห้องสมุด ศึกษาจากของจริงหรืออินเทอร์เน็ต สัมภาษณ์ผู้รู้ เป็นต้น
3. จัดหาผู้ปกครองอาสาเพื่อทำหน้าที่เป็น Tutor ให้กับนักเรียน
4. แนะนำพ่อแม่ ผู้ปกครอง ในการจัดทำโครงการที่บ้าน
5. ให้นักเรียนนำเสนอความก้าวหน้าของงานเป็นระยะ
6. ให้นักเรียนนำเสนอโครงการที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว
7. จัดนิทรรศการร่วมกับนักเรียน
8. มีส่วนร่วมกันนักเรียนในการประเมินโครงการ

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่นๆ (2544 : 5) กล่าวถึง บทบาทของครูผู้สอนทำโครงการ ไว้ดังนี้

1. สนับสนุนให้นักเรียนทำสิ่งที่สนใจด้วยตนเอง ให้กำลังใจ และข้อเสนอแนะ ครูอย่าคาดหวังมากเกินไป
2. ให้อิสระในการคิด ในการอภิปราย ครูเป็นผู้ซักถามเหมือนบุคคลภายนอก
3. แนะนำหรือเลือกจัดหาโครงการตามสมรรถภาพของนักเรียน คนที่มีความสามารถสูงควรให้ทำโครงการที่ต้องใช้การวิเคราะห์

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (2545 : 9) กล่าวถึงบทบาทของครูที่ปรึกษา ไว้ดังนี้

1. ใช้วิธีการต่างๆ ที่จะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหัวข้อเรื่องโครงการ
2. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก วัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน
3. ติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิด และควรคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ
4. ให้กำลังใจในกรณีที่ล้มเหลว ควรแก้ไขต่อไป

5. ชี้นำแหล่งข้อมูล แหล่งความรู้ ผู้รู้ เอกสารต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้า

6. ประเมินผลงาน ส่งผลงานเข้าร่วมประกวด จัดเวทีให้แสดงความรู้ความสามารถ

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า บทบาทของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานคณิตศาสตร์ คือ เป็นผู้คอยกระตุ้นนักเรียนให้มีความสนใจที่จะทำโครงการงานโดยการจัดกิจกรรมต่างๆ ที่ช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหา แนะนำแนวทาง ให้คำปรึกษา ชี้นำแหล่งความรู้ ดิชมแผนงาน อำนวยความสะดวกต่างๆ ติดตามการทำงานของนักเรียน ประเมินผลงาน และจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้แสดงผลงาน รวมถึงการให้กำลังใจและช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อจำเป็นในการทำโครงการงานคณิตศาสตร์

2.9 ประโยชน์และสิ่งที่ได้รับจากการทำโครงการงานคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์และสิ่งที่นักเรียนจะได้รับจากการทำโครงการงานคณิตศาสตร์ ดังนี้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 4-5) กล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนจะได้รับจากการทำโครงการงาน ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา นักเรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ และผู้รู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่เป็นข้อค้นพบจากการทำโครงการงาน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ ในการทำโครงการงานนักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การควบคุมตัวแปร การวัด การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล และการแปลความหมายของข้อมูล การใช้เครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการเขียนรายงาน ฯลฯ ซึ่งทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในทักษะต่างๆ เหล่านี้

3. ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา จากการที่นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้าทำโครงการงานด้วยตนเองตลอด โดยมีครูเป็นเพียงที่ปรึกษาและแนะนำนั้น ถ้านักเรียนได้มีโอกาสกระทำเช่นนี้หลายๆ ครั้ง นักจิตวิทยาการศึกษาเชื่อว่านักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าว ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการอื่นๆ ได้ด้วย

4. เจตคติ การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนเองสนใจที่จะศึกษา ลงมือศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองและค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเองเช่นนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชานั้นๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น นอกจากนั้นการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ ได้เผชิญปัญหาเหล่านี้ด้วยตนเองจะค่อยๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น เจตคติและค่านิยมดังกล่าว ได้แก่ ความสงสัยไม่เชื่ออะไรง่ายๆ มีความใฝ่รู้อยู่เสมอ มีความเป็นเหตุเป็นผล มีใจกว้างรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์และความอดทน ฯลฯ

5. คุณสมบัติอื่นๆ การทำโครงการจะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่นๆ ให้แก่นักเรียนอีก เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง มีความรับผิดชอบ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ฯลฯ

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 5) กล่าวว่า การทำโครงการคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนรู้จัก การศึกษาค้นคว้าหาความจริงด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อ คณิตศาสตร์ ดังนั้นการเรียนการสอนโครงการคณิตศาสตร์ จึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้ พัฒนา การเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คณิตศาสตร์

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541 : 1) กล่าวว่า การทำ โครงการคณิตศาสตร์ไม่ใช่การเพิ่มเนื้อหาให้นักเรียน แต่จะเป็นการฝึกปฏิบัติงานที่นักเรียนหาข้อ สงสัย ตั้งสมมติฐานทดลอง และสืบสวน แล้วรวบรวมข้อมูลมาเพื่อหาข้อสรุป เผยแพร่ หรือนำเสนอ รายงานข้อค้นพบเหล่านั้นด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างเป็นอิสระ มีการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์

จิราภรณ์ ศิริทวี (2542 : 35) กล่าวถึง สิ่งที่นักเรียนจะได้รับจากการศึกษาด้วยโครงการ ไว้ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชานั้นๆ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้
5. เจตคติที่ดีต่อการศึกษา

6. คุณสมบัติทางบวกอื่นๆ ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีวินัย ความรับผิดชอบ การทำงานร่วมกับผู้อื่น ฯลฯ

ลัดดา ภูเกียรติ (2543 : 48) กล่าวว่า การเรียนรู้ในรูปของโครงการเป็นการจัดโอกาสให้ นักเรียนสามารถใช้ความรู้ ความชำนาญ ทักษะที่มีอยู่รวมทั้งจุดเด่นของตนเองที่อาจไม่มีโอกาสได้ แสดงออกในที่ไหนมาก่อนมาประยุกต์ใช้ได้เต็มที่ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเองมี ส่วนร่วมในการคิดกิจกรรมในการสร้างความรู้แทนที่จะเป็นผู้รับเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่มีวันที่จะรับได้ ทั้งหมด แต่ถ้าผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเอง เขาจะจดจำสิ่งเหล่านั้นติดตัวไปตลอดชีวิตโดยไม่มีวันลืม

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544 : 5) กล่าวว่า การให้นักเรียนทำโครงการคณิตศาสตร์ นอกจาก มุ่งฝึกให้นักเรียนได้คิดเป็น ปฏิบัติได้จริง และแก้ปัญหาได้แล้วยังเป็นการประเมินความสามารถจริง ของนักเรียนในองค์ความรู้ได้อีกด้วย เนื่องจากความสามารถ (Ability) นั้นเกิดจากการบูรณาการ ระหว่างความรู้ (Knowledge) ที่นักเรียนมีอยู่ในตัวกับทักษะ (Skill) ที่ได้รับการฝึกฝนและสะสมอยู่ ในตัวนักเรียน

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่นๆ (2544 : 4) กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการ คณิตศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ นำความรู้

คณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริง และแก้ปัญหา อันจะเป็นการเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และฝึกการทำงานเป็นกลุ่มฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิด และทำให้ผู้อื่นเข้าใจ

อุดมศักดิ์ ฐานะกิจรุ่งเรือง และศิริอร อินทร์ตลาดชุม (2544 : 15) กล่าวถึงประโยชน์ของการทำโครงการ ดังนี้

1. กิจกรรมโครงการเหมาะกับการศึกษาในยุคข้อมูลข่าวสาร
2. เป็นกิจกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้เต็มที่
3. เกิดความรู้จริงซึ่งได้มาจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการทดลอง ปฏิบัติการค้นคว้า
4. สามารถใช้ความรู้ได้หลายด้าน (หลายมิติ)
5. เกิดปัญญาเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน
6. ฝึกให้นักเรียนเป็นคนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น
7. นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเกิดความภาคภูมิใจที่ทำงานสำเร็จ
8. นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้
9. ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเป็นนักค้นคว้า (นักวิทยาศาสตร์)

นอกจากประโยชน์ที่ได้รับจากการทำโครงการคณิตศาสตร์แล้ว นิโบล นิมกิงรัตน์ และคนอื่นๆ (2540 : 11-12) กล่าวถึงคุณค่าของโครงการว่า นอกจากจะมีคุณค่าทางด้านการฝึกให้นักเรียนมีความรู้ ความชำนาญ และมีความมั่นใจในการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ประดิษฐ์คิดค้น หรือค้นคว้าด้วยตนเอง ยังมีคุณค่าในด้านอื่นๆ อีกมาก ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. สร้างสำนึกและความรับผิดชอบในการศึกษาหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเองให้กับนักเรียน
2. เปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้พัฒนาตนเอง และแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งกว่าการเรียนปกติ
4. ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตน
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์
7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น
8. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น และช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

จากการศึกษาประโยชน์และคุณค่าที่ได้รับจากการทำโครงการที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า การทำโครงการเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจ และนอกจากจะเป็นการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนให้ขยายวงกว้างขึ้น ยังเป็นการพัฒนาการคิด

ของนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ อีกทั้งยังช่วยเสริมและสร้างทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้นักเรียนเห็นคุณค่าของตนเอง เข้าใจตนเอง รู้จักเห็นใจผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ตลอดจนเป็นการวางพื้นฐานสำหรับการประกอบอาชีพตามความสนใจ ความสามารถและความถนัดของตนเองในอนาคต

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ทรูฆิลโล (Trujillo. 1998 : Online) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการคณิตศาสตร์ (เช่น ความวิตกกังวล ความสนใจ การนำเสนอโครงการ ครู เพศ กรรมพันธุ์ เป็นต้น) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 304 คนที่ถูกสำรวจความคิดเห็น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติทางบวกต่อโครงการ และความวิตกกังวลกับเจตคติของนักเรียนที่มีต่อโครงการมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวก เท่ากับ 0.12 ซึ่งผลการวิจัยทั้งสองแบบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในด้านผลการวิจัยเชิงคุณภาพ นักเรียนจำนวน 61% มีเจตคติที่ดีต่อโครงการคณิตศาสตร์และมีความตั้งใจในการทำโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนจำนวน 40% มีความสุขและสนุกในการทำโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนจำนวนมากกว่า 50% กล่าวว่า เจตคติที่มีต่อโครงการเป็นผลมาจากครู กลุ่มเพื่อน และเนื้อหาของโครงการ

แวกเนอร์ (Wagner. 2002 : Online) ได้ทำการวิจัยเรื่อง สภาพที่เป็นอยู่ในทางคณิตศาสตร์ : การสรุปที่ติดอยู่กับการสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีผู้เข้าร่วมจำนวน 10 คนที่ปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการสังเกต รวบรวมพฤติกรรมของครูและนักเรียนในสถานการณ์ที่พวกเขาไปอยู่ในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย เก็บข้อมูลจากบันทึกการสนทนา และงานที่นักเรียนเขียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชอบปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนทำให้นักเรียนไม่ยอมรับสิ่งใดอย่างง่าย ๆ และแสดงความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มที่

งานวิจัยในประเทศ

เนื่องจากในปัจจุบัน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในประเทศยังไม่ค่อยมีผู้ทำการวิจัย จึงขอนำเสนอเท่าที่ปรากฏขณะนี้ คือ

อารีรัตน์ ขวัญทะเล (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนและตัวเลข ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงการคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศึกษานารีวิทยา เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร จำนวน 104 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงการคณิตศาสตร์ และกลุ่มควบคุมเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนและตัวเลข และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยการทำโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ .01 ตามลำดับ

ชัยรัตน์ สุลำนาจ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 45 คน ผลการวิจัยพบว่าต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการปฏิบัติโครงการคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์พอสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และปฏิบัติงานตามความสนใจและความถนัดของตนเอง เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตามศักยภาพของนักเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดี ต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

3.1 ความหมายของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544ก : 12) กล่าวถึง การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (สรรค์สร้างความรู้) ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และทำความเข้าใจโดยนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งที่พบใหม่และสร้างเป็นความรู้ด้วยตนเอง

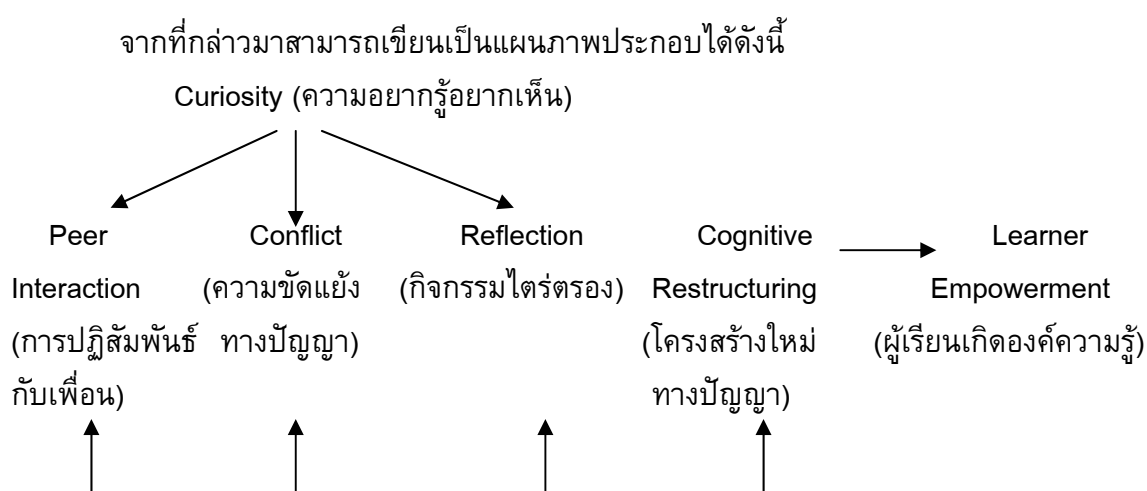
กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ (2544ข : 90) กล่าวว่า การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (สร้างความรู้) หมายถึง การสอนที่ครูจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้คิดหรือปฏิบัติ ซึ่งเรียกกระบวนการสอนแบบสร้างความรู้ว่า กระบวนการสอนแบบนิรนัยวิทยา (constructivism process) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยเชื่อมความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ การดำเนินกิจกรรมการสอนอาจจะให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้และอื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ กระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่

จากความหมายของการสรรค์สร้างองค์ความรู้ ที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนเสริมสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาดด้วยตนเอง

3.2 แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

อัลเดอร์อีล (อัมพร ม้าทอง. 2543 : 74–80; อ้างอิงมาจาก Underhill. 1991 : 145-150) ได้เสนอสมมติฐานเกี่ยวกับกลไกการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่เกี่ยวกับการคิดไตร่ตรองดังนี้

1. ความขัดแย้งทางปัญญา (Conflict) และความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) เป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียน
2. การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (Peer Interaction) เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา
3. ความขัดแย้งทางปัญญาทำให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflection)
4. การไตร่ตรองกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)
5. ข้อ 1 ถึงข้อ 4 เกิดขึ้นเป็นวงจร
6. วงจรนี้เกิดขึ้นโดยประสบการณ์ของผู้เรียน
7. วงจรนี้ช่วยให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้



ภาพประกอบ 4 แสดงกลไกการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎี Constructivist ของอัลเดอร์อีล

ที่มา : อัมพร ม้าทอง. (2543, กันยายน-ตุลาคม). การสอนตามแนวคิดทฤษฎี Constructivist ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. วารสารครุศาสตร์. 29(1) : 75.

ไพจิตร สดวกการ (2539 : 32) ได้กล่าวถึงแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ความรู้คือการสร้างโครงสร้างทางปัญญาที่สามารถคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ความสนใจและแรงจูงใจในตนเองเป็นจุดเริ่มต้นด้วยตนเอง

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้สมมติฐานต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรอง เพื่อจัดความขัดแย้งนั้น

3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่อยู่ภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม กระตุ้นให้มีโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

เจดศักดิ์ ชุมนุม (2540 : 10) กล่าวถึง การสร้างความรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมว่าเป็นความรู้ที่มนุษย์สร้างขึ้นมา มีความหมายเฉพาะตัวของบุคคลนั้นๆ คนสร้างองค์ความรู้ได้เอง โดยนำข้อมูลมาจากภายนอกผสมผสานกับสิ่งที่รู้อยู่แล้วแต่เดิม สร้างเป็นความรู้ให้มีความหมายใหม่ขึ้น พัฒนาการทางสติปัญญามีได้ต่อเมื่อมีการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใน 2 ลักษณะ คือ การผสมผสานหรือการซึมซับ

กรมวิชาการ (2540 : 130-132) ได้ให้แนวคิดที่แนวคิดนี้มีรากฐานมาจากปรัชญาคอนสตรัคติวิซึมที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมอธิบายความได้ว่า การเรียนรู้ของบุคคลแต่ละคนที่จะนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่พบเห็น มาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า Schema โครงสร้างทางปัญญานี้ประกอบด้วย ความหมายหรือความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่มีประสบการณ์ อาจเป็นความเชื่อความเข้าใจ คำอธิบายความรู้ของบุคคลนั้น

วารินทร์ รัตมีพรหม (2542 : 184) กล่าวถึง แนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเองว่ามีดังนี้

1. ผู้เรียนจะมีการปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคล เหตุการณ์และสิ่งอื่นๆ และผู้เรียนจะปรับตัวโดยวิธีการดูดซึม(Assimilation)การสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่(Accomodation) และกระบวนการของความสมดุล (Equilibrium) เพื่อให้รับสิ่งแวดล้อมหรือความจริงใหม่เข้าสู่กระบวนการคิดของตนเอง

2. ในการนำเสนอหรืออธิบายความจริงที่ผู้เรียนสร้างขึ้นนั้น ผู้เรียนจะสร้างรูปแบบหรือตัวแทนของสิ่งของปรากฏการณ์และเหตุการณ์ขึ้นในสมองผู้เรียนเอง ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

3. ผู้เรียนอาจมีผู้ให้คำปรึกษา (Mentor) เช่น ครูผู้สอนหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้ได้สร้างความหมายต่อความจริงหรือความรู้ที่ผู้เรียนได้รับเอาไว้ แต่อย่างไรก็ตามความหมายเหล่านั้นจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

4. ผู้เรียนจะควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Regulated Learning)

กรมวิชาการ (2544 : 153) กล่าวถึงแนวคิดในการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยบูรณาการเนื้อหาวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน
2. แบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มให้ไปศึกษานอกห้องเรียน ผู้เรียนร่วมกันศึกษาไปงาน รวบรวมข้อมูล สรุป นำเสนอผลงาน ทำแบบฝึก เก็บผลงาน
3. ใช้บทบาทสมมติ แล้วให้นักเรียนเป็นผู้แสดงตามสถานการณ์ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและสนุกสนาน
4. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการกลุ่มดังนี้
 - 4.1 ระดมความคิด ร่วมมือกันแก้ปัญหา
 - 4.2 ใช้เกมและแบบฝึกทักษะหลายรูปแบบ
 - 4.3 วัดและประเมินผลโดยให้ผู้เรียนประเมินผลงานของตนเองและเพื่อน-ครูร่วมกันประเมิน
5. จัดกิจกรรมเสริมทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และการคิดวิเคราะห์

จากการที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ถ้าเรานำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะผู้เรียนจะได้ศึกษาความรู้ ปรับโครงสร้างความรู้ในตนเอง และเกิดความพึงพอใจในการศึกษาหาความรู้อย่างเป็นอิสระ สร้างความหมายของความรู้ให้กับตนเองและเกิดความคงทนในการเรียนรู้

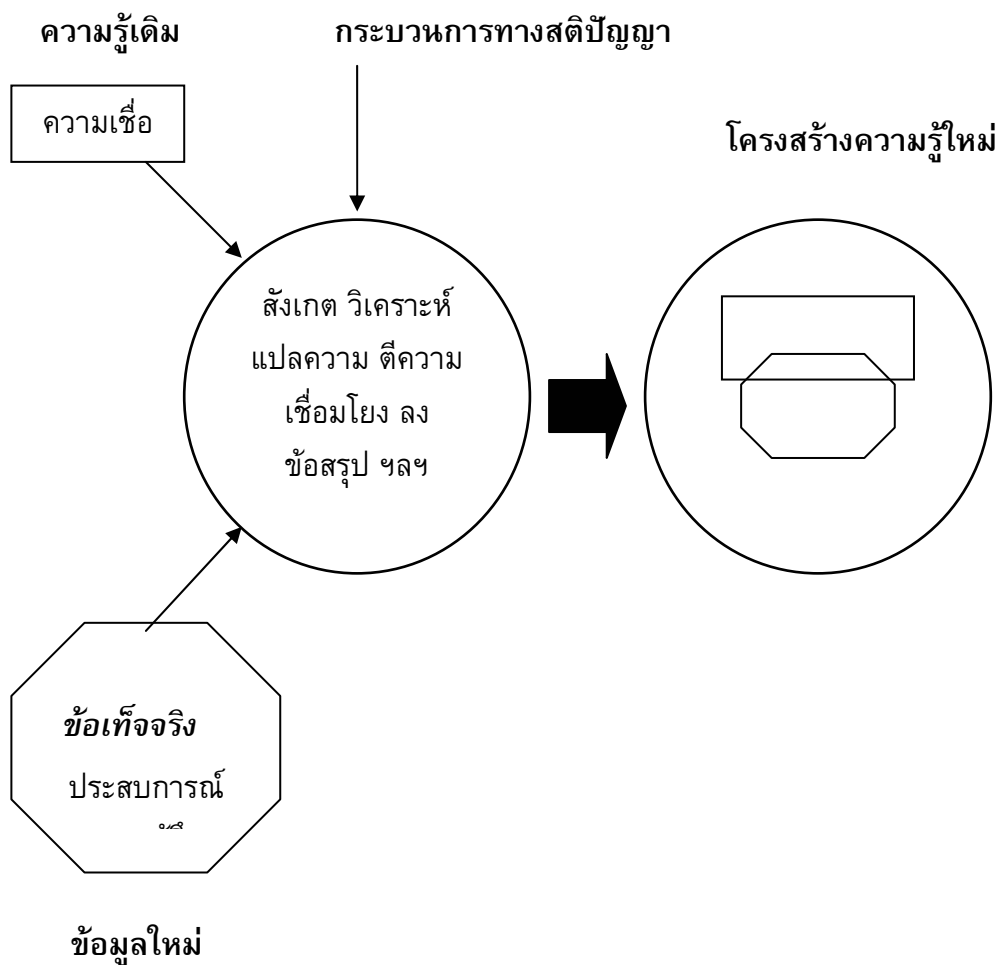
3.3 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

ชนาธิป พรกุล (2544 : 17) กล่าวว่า องค์ประกอบของการสร้างองค์ความรู้มีดังนี้

1. ความรู้เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนทุกคนย่อมมีความรู้ติดตัวมาและความรู้นั้นมีคุณค่าที่จะนำมาใช้เป็นพื้นฐานเชื่อมโยงสิ่งที่ศึกษาใหม่
2. จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ ผู้เรียนควรมีเป้าหมายหรือมีความต้องการเรียนรู้จึงจะทำให้มีความพยายามหาทางไปสู่เป้าหมายนั้น
3. ข้อมูลเฉพาะที่เป็นเรื่องใหม่ ได้แก่ ข้อเท็จจริง ประสบการณ์ และความรู้สึก
4. ประสบการณ์เพิ่มเติมที่ท้าทาย หรือขยายความคิด เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้เดิมและความรู้ใหม่ทำการยืนยัน ปฏิเสธ หรือขยายความสิ่งที่เขากำลังคิดอยู่

5. กระบวนการสร้างความเข้าใจหรือกระบวนการทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนใช้ค้นหาวิธีนำข้อมูลใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมโดยที่ผู้เรียนต้องตั้งคำถามกับตัวเอง มีการไตร่ตรองได้ทำการอภิปรายกับผู้อื่น มีข้อโต้แย้งแล้วจึงลงข้อสรุป

จากองค์ประกอบดังกล่าวสามารถเขียนเป็นภาพประกอบได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของการสร้างองค์ความรู้
ที่มา : ชนาธิป พรกุล. (2544, ตุลาคม). การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 4(10) : 17.

3.4 ขั้นตอนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

ไพจิตร สดวกการ (2538 : 32) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างความขัดแย้งทางปัญญา

1.1 ครูเสนอปัญหา A ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล โดยที่ปัญหา A เป็นปัญหาที่มีความยากในระดับที่นักเรียนต้องปรับโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิม หรือต้องสร้างโครงสร้างทางปัญญาขึ้นใหม่ จึงสามารถแก้ปัญหาได้

1.2 จัดนักเรียนเข้ากลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 –6 คน นักเรียนแต่ละคนเสนอคำตอบและวิธีหาคำตอบของปัญหา A ต่อกลุ่มตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการไตร่ตรอง

2.1 นักเรียนกลุ่มย่อยตรวจสอบและวิธีการหาคำตอบของสมาชิกในกลุ่มตามเกณฑ์การตรวจสอบความเชื่อ ซึ่งได้แก่ความสอดคล้องของความเชื่อ

(1) ระหว่างบุคคล

(2) ระหว่างสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกัน

(3) ระหว่างความเชื่อกับการสังเกตในเชิงประจักษ์

2.2 สุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหา A ต่อกลุ่มใหญ่ และกลุ่มอื่นๆเสนอตัวอย่างค้านหรือเหตุผลมาค้านวิธีการหาคำตอบที่ยังค้านได้ ถ้าไม่มีนักเรียนกลุ่มใดสามารถเสนอตัวอย่างค้านหรือเหตุผลมาค้านวิธีการหาคำตอบได้ ครูจึงจะเป็นผู้นำเสนอเองวิธีที่ถูกค้านจะตกไป ส่วนวิธีที่ไม่ถูกค้านจะเป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่ว่าสามารถที่จะแก้ปัญหาได้

2.3 ครูเสนอวิธีการหาคำตอบของปัญหา A ที่ครูเตรียมไว้ต่อกลุ่มใหญ่เมื่อพบว่าไม่มีกลุ่มใดเสนอในแบบที่ตรงกันกับที่ครูเตรียมไว้ ถ้ามีครูไม่ต้องเสนอ

2.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างปัญหา C ซึ่งมีโครงสร้างความสัมพันธ์เหมือนปัญหา A ตามกฎเกณฑ์การสร้างอุปมาอุปไมย เลือกวิธีการหาคำตอบจากวิธีที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่แล้วมาหาคำตอบปัญหา C

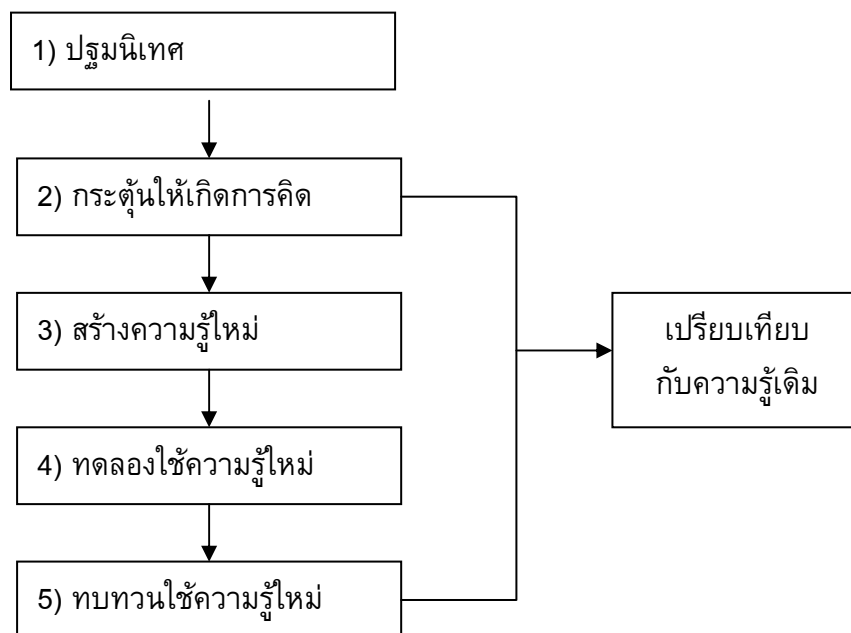
2.5 นักเรียนแต่ละคนเขียนโจทย์ปัญหา C ที่ตนสร้างขึ้นลงในกระดาษพร้อมชื่อผู้สร้างปัญหาส่งครู ครูนำแผ่นโจทย์ปัญหาของนักเรียนมาละกันแล้วแจกให้นักเรียนทั้งห้องคนละ 1 แผ่น

2.6 นักเรียนทุกคนหาคำตอบของปัญหาที่ได้รับแจกด้วยวิธีการหาคำตอบที่เลือกมาจากวิธีที่เป็นที่ยอมรับของกลุ่มใหญ่แล้วตรวจสอบคำตอบกับเจ้าของปัญหา ถ้าคำตอบขัดแย้งกันผู้แก้ปัญหาและเจ้าของปัญหาจะต้องช่วยกันค้นหาจุดที่เป็นต้นเหตุแห่งความขัดแย้ง และช่วยกันขจัดความขัดแย้งนั้น นำปัญหา C และวิธีการหาคำตอบทั้งก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไขของทั้งผู้สร้างและผู้แก้ไขส่งครู ครูจะเข้าร่วมการตรวจสอบเฉพาะคู่ที่ไม่สามารถขจัดความขัดแย้งได้

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปมโนทัศน์ กระบวนการคิดคำนวณหรือกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนได้ช่วยกันสร้างขึ้นจากกิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 ให้นักเรียนบันทึกข้อสรุปไว้

กรมวิชาการ (2544ช : 90) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้ว่ามี 5 ขั้นตอน ตามภาพประกอบ 4 ดังนี้



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสอนแบบการสร้างความรู้

ที่มา : กองวิจัยทางการศึกษา. (2544). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. หน้า 90.

กระทรวงศึกษาธิการ (2544ก : 13) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ ประกอบด้วย

1. สร้างจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ ผู้เรียนสร้างจุดมุ่งหมาย และแรงจูงใจในเรื่องที่เรียน
2. ทำความเข้าใจ ผู้เรียนทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนให้ชัดเจน โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย

3. จัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ผู้เรียนศึกษาเพื่อร่วมกันสร้างแนวคิดใหม่
4. นำแนวคิดไปใช้ ผู้เรียนนำแนวคิดของตนเองไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
5. ทบทวน ผู้เรียนทบทวนตรวจสอบว่า แนวคิดของตนเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร

ชนาธิป พรกุล (2544 : 18) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้่นดึงข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จุดประสงค์ให้ผู้เรียนย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนและเป็นโอกาสให้ผู้สอนได้ทราบพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน

วิธีการ ให้ผู้เรียนวางแผนเล่าหรือเขียนข้อมูลหรือประสบการณ์ที่ได้รับเกี่ยวกับเรื่องที่คุณสอนกำลังจะสอน เช่น เรื่องอาหารชีวจิต ผู้สอนควรถามคำถามดังนี้

- * ท่านมีความรู้สึกอะไรบ้างเกี่ยวกับร่างกายและจิตใจ
- * อาหาร ร่างกายและจิตใจมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

2. ขั้่นแสวงหาความรู้ใหม่ จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลใหม่ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการจะศึกษาจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

วิธีการ ให้ผู้เรียนวางแผนแสวงหาความรู้โดยกำหนดวิธีการศึกษาข้อมูล แหล่งข้อมูล วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการจัดกระทำข้อมูล และการมอบหมายหน้าที่สมาชิกในกลุ่ม วิธีนี้อาจจะแบ่งเป็นกิจกรรมย่อยๆ ให้ผู้เรียนปฏิบัติดังนี้

- * ศึกษาเอกสารที่คุณสอนเตรียมมาให้เฉพาะที่จำเป็นหรือมีข้อความเป็นบางส่วน
- * ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งต่างๆ เช่น สัมภาษณ์ผู้รู้ สืบหาความคิดเห็นด้วย

แบบสอบถาม ทดลอง อ่านเอกสารตำรา

3. ขั้่นนำข้อมูลเดิมมาสัมพันธ์กับข้อมูลใหม่ จุดประสงค์เพื่อเชื่อมโยงข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่แล้วจัดข้อมูลทั้งหมดให้เป็นระบบ

วิธีการ ให้ผู้เรียนนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยทำกิจกรรมต่อไปนี้

- * สืบหาข้อมูลทั้งหมดทั้งข้อมูลเดิมและข้อมูลใหม่แล้วบันทึกรายการข้อมูล
- * ตั้งเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูลตามความรู้หรือประสบการณ์ที่เคยมี
- * จัดหมวดหมู่ข้อมูลเป็นประเภทตามเกณฑ์
- * ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลทุกประเภท
- * สรุปข้อมูลทั้งหมดเป็นเรื่องเดียวกัน

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมมาถึงตรงนี้ ผู้เรียนจะได้ความรู้มาชุดหนึ่ง ซึ่งผู้เรียนบันทึกไว้ในสมุดเป็นข้อความที่เรียบเรียงมาแล้ว และผู้สอนมักจะขอให้ผู้เรียนเล่าให้ผู้อื่นฟัง หรือที่เรียกว่าการทำรายงานหน้าชั้น

นิยม ไชยวงศ์ (2544 : 30) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นปฐมนิเทศ นักเรียนจะมีโอกาสที่จะพัฒนาการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื้อหาที่กำหนดให้

ขั้นทำความเข้าใจ นักเรียนต้องปรับแนวคิดในปัจจุบันเกี่ยวกับหัวข้อในบทเรียนให้ชัดเจน ซึ่งทำให้สำเร็จโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายในกลุ่มเล็ก การออกแบบแผนโปสเตอร์และการเขียน

ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้นนี้เป็นหัวใจสำคัญซึ่งประกอบด้วยทำแนวคิดให้กระจ่างชัดและแลกเปลี่ยนกัน สร้างแนวคิดใหม่ และประเมินแนวคิดใหม่

การนำความคิดใหม่ไปใช้ ขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายกับที่คุ้นเคยและแปลกใหม่

การทบทวน ขั้นสุดท้ายเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตัวเองว่าแนวความคิดของตนเองได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดของตนเริ่มเรียนในบทเรียนนั้นกับตอนสิ้นสุดการเรียนในบทเรียนนั้น

ระพีพันธ์ ธรรมมี (2544 : 20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ว่ามี 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกต ครูเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนสังเกตสภาพปัญหาที่ถูกระบุ

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างความรู้ ผู้เรียนสร้างความรู้ จากการศึกษาเอกสารประกอบการเรียน การสอนที่ครูจัดให้ เช่น ใบความรู้ สื่อที่เป็นของจริง ผู้เรียนในกลุ่มอธิบายความรู้ที่ค้นพบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นขยายความรู้ ผู้เรียนช่วยกันหาสาเหตุของปัญหา คิดหาเหตุผลที่เกิดขึ้นร่วมกัน โดยการสนทนาอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันจากประสบการณ์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบประเมิน ผู้เรียนตรวจสอบประเมินความรู้ที่ได้รับโดยส่งตัวแทนมานำเสนอและตรวจสอบความรู้ด้วยการแสดงผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างองค์ความรู้ สามารถที่จะพัฒนาตนเองและเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางความรู้ ความคิด และยังทำให้นักเรียนสามารถที่จะสร้างความรู้ ความคิด และเกิดความเข้าใจ สามารถอธิบายเหตุผลถึงความรู้ที่มีในตนเองและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3.5 บทบาทหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (การสรรค์สร้างองค์ความรู้) เน้นที่การคิดและการกระทำของนักเรียนเป็นหลัก จึงจะเห็นได้ว่าหลักการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนที่สรุปได้จากแนวคิดของนักศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ส่วนใหญ่ จะกล่าวถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของนักเรียนโดยตรง แต่การเรียนรู้ของนักเรียนอาจไม่เกิดขึ้นหรือไม่เป็นไปในทิศทางที่ต้องการหากครูไม่สนับสนุนช่วยเหลือหรือส่งเสริม เนื่องจากการปล่อยนักเรียนไว้กับปัญหาตามลำพังโดยปราศจากการช่วยเหลือหรือปล่อยให้เด็กนักเรียนจัดการกระทำข้อมูลด้วยตนเองทั้งหมดอย่างทันทีทันใด หรือแม้กระทั่งการให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่เพียงพอจะทำให้เด็กเรียนจำนวนมากไม่ยอมจัดการทำงานเพราะเชื่อว่าตนเองไร้ความสามารถ (Perkins. 1991 : 20; & Polya. 1957 : 1) นอกจากนี้การวางกรอบโครงสร้างการเรียนรู้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้เน้นการพัฒนาการที่ใกล้ที่สุด (Zone of proximal development) ครูจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในฐานะพี่เลี้ยงหรือผู้อำนวยการช่วยเหลือ หรือวางกระบวนการควบคุมขั้นตอนการทำงานที่นักเรียนยังไม่สามารถกระทำได้ด้วยตนเองได้สำเร็จ และค่อยๆเพิ่มความรับผิดชอบให้แก่เด็กเรียนมากขึ้นเรื่อยๆ

จนนักเรียนสามารถขยายแนวความคิดหรือการกระทำด้วยตนเอง (Driscoll. 1994 : 376; Gredler. 1997 : 263; & Polya. 1957 : 1) จึงได้กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูยังคงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในฐานะที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการกระทำอันก่อให้เกิดการเรียนรู้ในทิศทางที่ต้องการ

เยเกอร์ (Yager. 1991 : 55) ได้เสนอวิธีการที่ครูผู้สอนสามารถใช้ในการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. สืบหาและใช้คำถามและความคิดของเด็กในการนำมาเป็นแนวทางของการสอน
2. ยอมรับและส่งเสริมให้เด็กแสดงความคิดเห็น
3. ส่งเสริมให้เด็กเป็นผู้นำและส่งเสริมการทำงานร่วมกัน
4. ใช้ความคิด ประสพการณ์ และความสนใจในการวางแผนการสอน และครูควรมีการเปลี่ยนแปลงการสอนอยู่เสมอๆ
5. ส่งเสริมการใช้แหล่งข้อมูลต่างๆ จากตำราและผู้เชี่ยวชาญ
6. ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้เด็กได้อธิบายคำตอบและเหตุผลของเขา
7. ส่งเสริมให้เด็กเสนอแนะสถานการณ์และให้เขาทำนายผลของสถานการณ์นั้น
8. ส่งเสริมให้เด็กได้มีการทดสอบความคิดของเขาเอง เช่น จากการตั้งคำถาม
9. ค้นหาความคิดของเด็กก่อนมีการเรียนการสอน
10. เน้นการทำงานร่วมกัน
11. ใช้เวลาให้เพียงพอต่อทุกความคิดเห็น
12. ส่งเสริมการวิเคราะห์และการคิดเลือกเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่ถูกต้องในการสนับสนุนความคิดของตนเอง และในการสร้างความคิดในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่

บรู๊ค และ บรู๊ค (Brook; & Brook. 1993 : 112) กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมและยอมรับความเป็นอิสระและความคิดของเด็ก
2. ใช้ข้อมูลของเด็กในการจัดการเรียนการสอน
3. การให้เด็กมีการจำแนก วิเคราะห์ การทำนายและการคิดสร้างสรรค์
4. ครอบงำอนุญาตให้เด็กมีการตอบสนองต่อบทเรียน ยุทธวิธีการสอนและเนื้อหา ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้
5. สืบเสาะหาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของเด็กก่อนเสนอความเข้าใจต่อความคิดรวบยอดนั้น
6. สอนตามธรรมชาติของความอยากรู้อยากเห็นของเด็ก

มาร์ติน; และ คนอื่นๆ (Martin; et al. 1994 : 47) กล่าวถึง บทบาทของครูตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ผู้นำเสนอกิจกรรม (Presenter) คือ ครูลดการบรรยาย แต่เป็นผู้สราธิตและเสนอกิจกรรมต่อกลุ่มเด็กพร้อมทั้งสร้างทางเลือกให้เด็กแต่ละคนได้รับประสบการณ์ตรง

2. ผู้สังเกต (Observer) คือ เป็นผู้สังเกตการปฏิบัติงานของเด็ก ซึ่งสะท้อนความคิดของเขา สังเกตปฏิสัมพันธ์ของเด็กกับเด็ก เด็กกับครู เพื่อที่จะจัดทางเลือกในการเรียนรู้ให้กับเด็ก

3. ผู้ตั้งคำถาม (Question Asker and Problem Poser) คือ เป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ โดยการตั้งคำถาม เพื่อตรวจสอบความคิดของผู้เรียนและนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอด

4. ผู้จัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ (Environment Organizer) คือ เป็นผู้อำนวยการควบคุมในการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างบรรยากาศ จัดกิจกรรมที่เหมาะสมและให้โอกาสแก่ ผู้เรียนพัฒนาความคิดรวบยอด

5. ผู้ประสานสัมพันธ์ภาพแบบสาธารณะ (Public Relations Coordinator) คือเป็นผู้กระตุ้นและสนับสนุนการรวมกลุ่มของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาสัมพันธ์ภาพในหมู่เพื่อน และเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าจากผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญหรือวิทยากรภายนอก

6. ผู้รวบรวมข้อมูลทางการเรียนรู้ (Documenter of Learning) คือเป็นผู้ตรวจสอบและวัดผลการเรียนรู้ของเด็ก อันได้แก่ การสร้างความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์และพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

7. ผู้สร้าง (Theory Builder) คือ เป็นผู้ช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิดต่างๆ และได้สร้างความรู้ด้วยแบบแผนอย่างมีความหมาย

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 109) กล่าวถึง ยุทธวิธีในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ไว้ดังนี้

1. ยอมรับความคิดเห็นที่เกิดขึ้นในปัจจุบันของเด็กเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่างๆ

2. เสนอสถานการณ์ที่เด็กเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด รวมทั้งเสนอปัญหาสถานการณ์ที่ขัดแย้งหรือคำถามแก่เด็ก

3. ปัญหาและสถานการณ์ต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและสามารถทำให้สำเร็จได้

4. เด็กควรมีการอภิปรายร่วมกับเด็กคนอื่นๆ

5. เมื่อเด็กมีปัญหาเกี่ยวกับการอธิบายที่ไม่ถูกต้อง ครูควรช่วยเด็กโดยการยอมรับการอธิบายนั้นก่อนแล้วจึงเสนอแนะคำอธิบายอื่นๆ ในสถานการณ์เดียวกันหรือจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและให้เวลากับเด็กในการสร้างความรู้ความคิดเกี่ยวกับการอธิบายนั้นๆ

ชนาธิป พรกุล (2544 : 16) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไว้ดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างองค์ความรู้ หรือวิธีแก้ปัญหาของผู้เรียน

2. จัดสถานการณ์ที่สามารถทำให้ผู้เรียนดึงความรู้จากการทำกิจกรรมและสถานการณ์นั้นสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ทำให้การสื่อสารและส่งเสริมพัฒนาการทางกายและสมอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (การสรรค์สร้างองค์ความรู้) ทำให้เราทราบว่าครูผู้สอนมีบทบาทและหน้าที่ที่

สำคัญในการที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการคิดเท่าที่จะทำได้ โดยการจัดสถานการณ์ต่างๆ ให้มีความหลากหลาย เป็นการท้าทายให้ผู้เรียนได้คิด ได้แสดงออกและมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนอย่างเต็มที่

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิมอน (Simon. 1993 : 331- A) ได้ใช้แนวทางคอนสตรัคติวิสต์ทำการอบรมครูผู้สอนประจำการวิชาคณิตศาสตร์ในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ในภาคฤดูร้อนและติดตามผลการนำมาประยุกต์ในชั้นเรียนเป็นรายสัปดาห์ ผลจากการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ ผลจากการวิจัยพบว่า ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์เปลี่ยนไปและครูระดับประถมศึกษาที่มีเจตคติที่ดีขึ้น ครูเปลี่ยนจุดเน้นของการสอนมาเป็นความเข้าใจในมโนคติมากขึ้นและลดทักษะการคำนวณลง คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบมาตรฐานยังคงเหมือนเดิม

คุก (Cook. 1995 : 3124- A) ได้ศึกษาผลการเรียนและการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Pedagogy) ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง พีชคณิตเบื้องต้น (Elementary Algebra) ผลจากการวิจัยพบว่า การเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนรวมทั้งเนื้อหาที่ใช้สอนมีผลต่อการสอนของครู

อัลซัพ (Alsup. 1996 : 3038- A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ของนักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้พื้นฐานการเรียนแบบการแก้ปัญหาภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์กับนักศึกษาฝึกสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความสามารถในการเรียนการสอน เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอนก็เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน

งานวิจัยในประเทศ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมแบบคอนสตรัคติวิสต์ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครู

สมพร แผลงภู (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษาแห่งชาติ โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนเชิงกระบวนการตามหลักการของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จรรยา ภูอุดม (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้และศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการรู้จักความเข้าใจใหม่ในมิติและการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงเหตุผลและทักษะการรู้จักความเข้าใจใหม่ในมิติและการนำความรู้ไปใช้ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

4.1 ความหมายของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สุวัฒน์ มุทฺธเมธา (2522 : 88) กล่าวว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ หมายถึง การที่ผู้เรียนมีนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักใช้ความรู้ในเรื่องนั้นๆ รู้จักสรุปให้คำอธิบายจากการหาความรู้ และสามารถเข้าใจหลักการต่างๆ พร้อมทั้งประเมินผลความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด และหลักการนั้นๆ ได้

วารี ธีระจิตร (2534 : 100) กล่าวว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ เป็นความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนการค้นคว้าข้อมูลจากหลายแหล่ง ซึ่งควรฝึกให้เกิดเป็นนิสัยในการทำงาน การเสาะแสวงหาความรู้ต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ และแนวทางในการแสวงหาความรู้ คือ การสังเกต หาคำตอบ และเขียนบทความ เป็นต้น

วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล (2540 : 17) กล่าวว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ หมายถึง การแสดงออกของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยการกำหนดประเด็นค้นคว้า การคาดเดาผล การเลือกวิธีการในการค้นคว้าและดำเนินการได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการวิเคราะห์และสรุปผลการค้นคว้าที่ได้มา

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ที่เพิ่มเติมจากความรู้และประสบการณ์เดิม ตามความสนใจหรือความต้องการของตนเอง โดยวิธีการค้นคว้าหาความรู้ที่มีการดำเนินการอย่างเป็นระบบตามแผนงานที่วางไว้ก่อนล่วงหน้า เริ่มตั้งแต่การกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า การคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า การเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้ามารวบรวมและสรุปเป็นความรู้ใหม่ที่ได้รับ

4.2 ลักษณะของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

4.2.1 ลักษณะของการแสวงหาความรู้

จากการที่ได้ศึกษาในเรื่องของความหมายของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สรุปได้ว่า การแสวงหาความรู้ที่ครูผู้สอนจะฝึกฝนหรือส่งเสริมให้เกิดขึ้นเป็นความสามารถของผู้เรียนนั้น ไม่ใช่เป็นแค่เพียงการฝึกฝนให้ผู้เรียนหาความรู้เพื่อตอบสิ่งที่ตนเองสงสัยเท่านั้น แต่เป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนสามารถหาความรู้ในสิ่งที่ตนเองสงสัยหรือสนใจอย่างมีขั้นตอนและเป็นกระบวนการที่เป็นระบบ ดังนั้นการศึกษาถึงลักษณะของการแสวงหาความรู้จึงมีความสำคัญและเกี่ยวข้องในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของการแสวงหาความรู้สามารถสรุปได้ดังนี้

มาโนช ตันชนวนิชย์ (2535 : 42) กล่าวถึงการแสวงหาความรู้ไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการสืบแสวงหาความรู้ของมนุษย์สมัยใหม่และปัจจุบันนั้น ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งถือว่าเป็นการแสวงหาความรู้ที่เกิดขึ้นจากการสังเกต การทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่าความรู้ที่ค้นพบเป็นความจริง ซึ่งการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นับเป็นวิธีการแห่งปัญญา เป็นแม่บทของความรู้จากการศึกษาที่เป็นวิชาการ โดยการแสวงหาความรู้ตามวิธีการแห่งปัญญานี้ จะต้องประกอบไปด้วยกระบวนการที่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การกำหนดปัญหาที่ต้องการค้นหาคำตอบ
2. การตั้งสมมติฐาน โดยการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วคาดคะเนผลว่าคำตอบนั้นจะเป็นไปในลักษณะใด

3. การทดลอง กำหนดวิธีสังเกตหรือทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล นำผลจากการสังเกตหรือการทดลองมาทำการวิเคราะห์
5. การสรุปผล นำข้อเท็จจริงที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผล

มาลี จุฬา (2544 : 47) ได้กล่าวถึงลักษณะของการแสวงหาความรู้ในกระบวนการทางจิตวิทยาว่า การสืบค้นความรู้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผน เป็นการตกลงใจไว้ล่วงหน้าว่าจะสืบค้นความรู้เรื่องอะไร (What) จากสื่ออะไร (What) อยู่ที่ไหน (Where) สืบค้นอย่างไร (How) และจะเริ่มค้นเมื่อใด (When)
2. การดำเนินการสืบค้น เป็นการดำเนินการสืบค้นความรู้ตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 1

3. การตรวจสอบ เป็นการดำเนินการตรวจสอบผลแห่งความรู้ที่ได้สืบค้นมา โดยอาจตรวจสอบกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

4. การบันทึกจัดเก็บ หลังจากที่ได้ตรวจสอบผลแห่งความรู้จนเป็นที่แน่ใจแล้วบันทึกจัดเก็บข้อมูลความรู้นั้นไว้เป็นเอกสาร (สมุดจดบันทึก) แฟ้ม (เก็บเอกสาร) แผ่นดิสก์ แผ่นซีดี และในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์อย่างอื่นที่เหมาะสม

จากลักษณะของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองดังที่กล่าวข้างต้น เราจะเห็นได้ว่ารูปแบบวิธีการแสวงหาความรู้ ไม่ว่าจะเป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือการแสวงหาความรู้ในกระบวนการทางจิตวิทยา ก็ล้วนแล้วแต่มีขั้นตอน และมีความเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้ความรู้ที่ได้รับจากการแสวงหาความรู้เป็นความรู้ที่เชื่อถือได้ และมีความเป็นจริงมากที่สุด

4.2.2 ลักษณะของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล (2540 : 20 - 26) ได้ทำการวิเคราะห์ทักษะสำคัญในการแสวงหาความรู้ โดยพิจารณาจากรูปแบบการสอนที่เอื้อต่อการส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ทักษะสำคัญที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเพื่อการแสวงหาความรู้ แบ่งออกได้เป็น 5 ด้านใหญ่ๆ ดังนี้

1. ทักษะการกำหนดประเด็นค้นคว้า
2. ทักษะการคาดคะเนผล
3. ทักษะการกำหนดวิธีการค้นคว้าและดำเนินการ
4. ทักษะการวิเคราะห์ผลการค้นคว้า
5. ทักษะการสรุปผลการค้นคว้า

ซึ่งทักษะในแต่ละด้านดังกล่าว สามารถวิเคราะห์และนำเสนอถึงทักษะย่อยๆ ได้ดังนี้

1. ทักษะการกำหนดประเด็นค้นคว้า ประกอบด้วย การแสดงออกดังนี้
 - 1.1 การตั้งประเด็นค้นคว้า
 - 1.2 การกำหนดขอบเขตของประเด็นค้นคว้า
 - 1.3 การอธิบายประเด็นค้นคว้า
 - 1.4 การแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นค้นคว้า
2. ทักษะการคาดคะเนผล ประกอบด้วย การแสดงออกดังนี้
 - 2.1 การตั้งประเด็นคาดคะเนผล
 - 2.2 การอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็นคาดคะเนผล
 - 2.3 การแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดคะเนผล
3. ทักษะการกำหนดวิธีการค้นคว้าและดำเนินการ ประกอบด้วย การแสดงออกดังนี้
 - 3.1 การจำแนกวิธีการค้นคว้า
 - 3.2 การเลือกวิธีการค้นคว้า พร้อมระบุเหตุผล
 - 3.3 การวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนด
 - 3.4 การคาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้า
 - 3.5 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า
4. ทักษะการวิเคราะห์ผลการค้นคว้า ประกอบด้วย การแสดงออกดังนี้
 - 4.1 การจำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูล
 - 4.2 การพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. ทักษะการสรุปผลการค้นคว้า ประกอบด้วยการแสดงออกดังนี้

- 5.1 การสังเคราะห์ข้อมูล
- 5.2 การอภิปรายผลการค้นคว้า
- 5.3 การสรุปกระบวนการในการค้นคว้า
- 5.4 การประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้า

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอที่จะสรุปได้ว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองนั้น จะประกอบไปด้วยทักษะในด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องมีการฝึกฝนและปฏิบัติอย่างมีระบบและเป็นขั้นตอน ได้แก่

1. ทักษะการกำหนดประเด็นค้นคว้า
2. ทักษะการคาดคะเนผล
3. ทักษะการกำหนดวิธีการค้นคว้าและดำเนินการ
4. ทักษะการวิเคราะห์ผลการค้นคว้า
5. ทักษะการสรุปผลการค้นคว้า

4.3 แนวทางการส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

วารี ธีระจิตร (2534 : 101-103) ได้เสนอแนะแนวทางในการปลูกฝังและส่งเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตัวตนเองไว้พอสรุปได้ดังนี้

1. ฝึกให้ผู้เรียนมีนิสัยรักการอ่าน ช่างจดจำ และบันทึกกิจกรรมการอ่าน ซึ่งสามารถจัดทำได้ในหลายๆ กลุ่มสาระวิชา
2. ฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต เพราะถือว่าการสังเกตช่วยให้ผู้เรียนรอบรู้ และเข้าใจได้ดีพอๆ กับการเรียนรู้โดยวิธีอื่น
3. ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ ครูผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในด้านนี้ โดยการจัดวิธีการสอนที่ให้มีกิจกรรมการค้นคว้ามามากๆ หนังสือจะเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะช่วยให้การฝึกวิธีนี้ได้ผล
4. ฝึกให้ผู้เรียนทำรายงานค้นคว้าจากปัญหาต่างๆ ที่อยู่ในความสนใจ และเกี่ยวข้องกับผู้เรียน โดยครูผู้สอนควรจัดเวลาให้ผู้เรียนอย่างเพียงพอ เปิดโอกาสให้ทำทั้งในห้องเรียนและมอบหมายให้ทำงานนอกเวลาตามความเหมาะสม ครูผู้สอนควรสรุปแนวทางการเขียนรายงานว่ามีขอบเขตการจัดทำอย่างไร ควรวางรูปแบบการเรียนร่วมกับผู้อื่น และให้แนวทางที่จะให้ผู้เรียนประเมินผลการรายงานนั้นได้
5. ฝึกให้ผู้เรียนหาคำตอบจากคำถามต่างๆ เป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนอาจสอดแทรกในกิจกรรมการเรียน และทำได้ทั้งในเวลาและนอกเวลาเรียน
6. ให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและเร้าให้เกิดความสนใจต่อการแสวงหาความรู้จากครูผู้สอน ตลอดจนการสร้างบรรยากาศต่างๆ ให้เกิดความสนใจ

7. ครูผู้สอนคัดเลือกข้อความหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแสวงหาความรู้ให้ผู้เรียนได้อ่านอย่างสม่ำเสมอ บทความเหล่านั้นอาจคัดเลือกเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อเสริมบทเรียน และใช้เป็นเอกสารเสริมประสบการณ์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล (2540 : 19) ได้กล่าวถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการแสวงหาความรู้ไว้ว่า การฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้นั้นมีขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง แต่ทว่าขั้นตอนดังกล่าวนั้นสามารถฝึกฝนได้จากขั้นตอนการเรียนรู้ทักษะปฏิบัติต่างๆ ไป ซึ่งสามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการสอนทักษะ ได้ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ รู้แน่ชัดว่าทำอะไรจึงจะเป็นการเรียนรู้ทักษะ ในขั้นนี้จะต้องมีการวิเคราะห์ทักษะที่จะสอนว่าสิ่งนั้นประกอบด้วยอะไรบ้าง ใช้ทักษะแบบใด

2. การลงมือปฏิบัติ ในการลงมือปฏิบัติครูผู้สอนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 สำรวจว่ามีความพร้อมและมีความเข้าใจในการเรียนทักษะนั้นๆ เพียงใด ผู้เรียนยังขาดทักษะใด ควรจะสอนสิ่งใดเพิ่มเติม สำหรับผู้ที่มีความพร้อมอยู่แล้วควรจะสนับสนุนทักษะนั้นต่อไปอย่างไร

2.2 อธิบายและสาธิตให้ผู้เรียนเห็นวิธีการฝึกทักษะอย่างชัดเจนโดยวิธีการต่างๆ

2.3 ผู้เรียนเริ่มลงมือฝึกทักษะนั้นๆ โดยครูผู้สอนจะต้องจัดสิ่งเร้าและการตอบสนองให้กับผู้เรียนในระยะเวลาที่เหมาะสม และให้ผู้เรียนฝึกกระทำบ่อยๆ

3. การทราบผลการฝึกทักษะ ในขั้นนี้ให้ผู้เรียนนำผลการฝึกทักษะในแต่ละครั้งมาเปรียบเทียบกัน โดยครูผู้สอนจะต้องบอกถึงข้อดี และข้อบกพร่องของผู้เรียนอย่างชัดเจนมากที่สุด และผู้เรียนจะต้องนำผลที่ได้รับจากการวิจารณ์นั้นไปปรับปรุง และใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อไป

4. ความสามารถในการทำกิจกรรมและสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ในขั้นนี้เป็นขั้นที่เรียนสามารถกระทำได้โดยอัตโนมัติ กระทำได้อย่างคล่องแคล่ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การที่ครูผู้สอนจะจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้กับผู้เรียนนั้น ครูผู้สอนจำเป็นที่จะต้องฝึกฝนให้ผู้เรียนมีนิสัยรักการอ่าน มีความช่างสังเกต และรู้จักตั้งคำถามกับสิ่งที่สงสัยหรืออยากรู้ รวมถึงได้ทดลองที่จะใช้วิธีการต่างๆ ที่จะนำไปสู่คำตอบของคำถามนั้นอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนที่ชัดเจน

การทำโครงการก็เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่จะช่วยสร้างและเสริมทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้กับผู้เรียน เนื่องจากจุดประสงค์หลักของการสอนแบบโครงการ ก็คือเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต รู้จักตั้งคำถาม รู้จักตั้งสมมติฐาน รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักสรุปและทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เพื่อพิจารณาว่าการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์จะช่วยสร้างและเสริมทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้กับผู้เรียนได้หรือไม่

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

เนื่องจากในปัจจุบัน งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองในประเทศยังไม่ค่อยมีผู้ทำการวิจัย จึงขอเสนอเท่าที่ปรากฏขณะนี้ คือ

ภาวนา ภูมิศรีสะอาด (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาการจัดกิจกรรมเสริมสร้างวิธีการแสวงหาความรู้ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้คือแบบสอบถาม ผลการวิจัยสรุปว่า วิธีการจัดกิจกรรมที่ครูนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างวิธีการแสวงหาความรู้ของนักเรียนมากที่สุด ก็คือ รูปแบบการสอนแบบค้นพบ รองลงมาคือการสอนโดยวิธีการทดลอง และวิธีการสอนแบบการแก้ปัญหาตามลำดับ

ดี สูงสว่าง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมความสามารถและเจตคติในการแสวงหาความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชน ผลการวิจัยสรุปว่า หลังจากที่ใช้กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนแล้วปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการแสวงหาความรู้มากกว่าก่อนที่จะใช้กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และหลังจากที่ใช้กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนนักเรียนมีเจตคติต่อการแสวงหาความรู้อยู่ในระดับดี

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติ

คำว่า เจตคติหรือทัศนคติ เป็นนามธรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ในสังคมหรือการเรียนรู้ของบุคคล ตลอดจนเหตุการณ์และสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น เป็นความรู้สึกของบุคคลที่แสดงออกในโอกาสต่อไป

เจตคติ (Attitude) มีรากศัพท์มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า "Aptus" แปลว่า โน้มเอียงเหมาะสม ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ต่างกัน ดังนี้

อลพอร์ต (Allport. 1935 : 417) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง สภาวะความพร้อมทางจิตที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่เป็นตัวกำหนดทิศทางการตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ฮิลการ์ด (Hillgard. 1967 : 583 – 584) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง พฤติกรรมหรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นครั้งแรกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความคิด หรือสถานการณ์ใดๆ ในทางเข้าใกล้หรือออกห่าง และความพร้อมที่จะตอบสนองครั้งต่อไปในทางที่เอนเอียงไปในลักษณะเดิม เมื่อพบกับสิ่งหรือสถานการณ์ดังกล่าวอีก

กู๊ด (Good. 1973 : 48) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า หมายถึง ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะหนึ่งทั้งในด้านดีและไม่ดี หรืออาจเป็นการต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคล เช่น รัก เกลียด กลัว ไม่พอใจต่อสิ่งนั้น

เฟอร์กูสัน (Ferguson. 1981 : 81) ได้อธิบายว่า เจตคติเป็นการแสดงออกเกี่ยวกับความเชื่อว่าอะไรถูกผิด ชอบหรือไม่ชอบ ยอมรับหรือปฏิเสธ

ราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 235) ได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ว่า หมายถึง ท่าทีหรือความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

สุชา จันทรเอม (2527 : 242) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ท่าทีของบุคคลที่มีต่อบุคคล วัตถุสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ เป็นไปในทำนองที่พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 230) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความพร้อมของร่างกาย และจิตใจที่มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ใดๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป

ศักดิ์ สุนทรเสถียร (2531 : 3) ได้อธิบายว่า เจตคติเป็นการรวบรวมเกี่ยวกับความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ความเชื่อ และความจริง ซึ่งได้แก่ความรู้สึกต่างๆ รวมทั้งความรู้สึกซึ่งอาจเป็นการประเมินทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกัน แล้วบรรยายให้รู้ถึงแกนกลางของวัตถุนั้น ความรู้ ตลอดจนความรู้สึกเหล่านี้มีแนวโน้มจะก่อให้เกิดพฤติกรรมชนิดใดชนิดหนึ่งต่อไป

พรรณี ช. เจริญจิต (2538 : 288) ได้อธิบายว่า เจตคติเป็นเรื่องราวของความรู้สึกทั้งพอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป บุคคลจะมีเจตคติที่ดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งใดนั้น บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่ง เจตคติของบุคคลมีแนวโน้มที่จะขึ้นอยู่กับค่านิยมของคนนั้น

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ และความรู้สึกดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดให้บุคคลแสดงพฤติกรรมหรือแนวโน้มของการตอบสนองในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น เป็นไปในทางบวก คือ เห็นด้วย ชอบ พอใจ หรือในทางลบ คือ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ ไม่พอใจ

5.2 ลักษณะของเจตคติ

ชอร์ และ ไรท์ (Shaw ; and Wright. 1967 :13 - 14) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติ เป็นผลมาจากที่บุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม
2. เจตคติของบุคคลจะแปรค่าได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3. เจตคติ เป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้มากกว่าที่จะมีมาตั้งแต่เกิดหรือเป็นผลมาจากโครงสร้างภายในตัวบุคคล หรืออู่อารมณ์

4. เจตคติขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสังคม

5. เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งเร้าเป็นกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

6. เจตคติที่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วจะเปลี่ยนแปลงได้ยาก

สวานา พรพัฒน์กุล (2522 : 329 - 330) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติมีลักษณะเป็นสภาวะทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ มีผลให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าไปในทิศทางใดทางหนึ่ง

2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาตั้งแต่กำเนิด แต่ได้มาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลมีส่วนเกี่ยวข้อง

3. เจตคติของบุคคลไม่ว่าในเรื่องใดๆ จะมีทิศทางไม่ไปในทางบวกก็เป็นไปในทางลบ

4. เจตคติมีความหมายอ้างอิงถึงบุคคลและสิ่งของเสมอ กล่าวคือ เจตคติเกิดจากสิ่งที่ตัวตน สามารถอ้างอิงได้

5. เจตคติมีลักษณะมั่นคงและถาวร ยากแก่การที่จะเปลี่ยนแปลงไปในทันทีทันใด แต่ต้องอาศัยเวลาและมีกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงด้วย

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523 : 45) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นพฤติกรรมเชิงภาวะสันนิษฐาน (Hypothetical Construct) เพราะไม่สามารถสังเกตหรือวัดได้โดยตรงอย่างชัดเจนเหมือนพฤติกรรมประเภททักษะหรือมโนทัศน์ การวัดลักษณะเจตคติมีการอาศัยการประเมินที่สลับซับซ้อนและสรุปสันนิษฐาน (Inference) เอาจากการแสดงความคิดเห็นการตัดสินใจ การเลือกของบุคคลหรือพฤติกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง และเจตคติเกิดจากการเรียนรู้มีใช้ติดตัวมาแต่กำเนิดตามที่บางคนเข้าใจ

สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2532 : 94 - 96) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของบุคคล ชีวิตของบุคคลเจริญวัยขึ้นมา ท่ามกลางสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน เด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ดี เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ก็จะได้รับการปลูกฝังในสิ่งที่ดีงาม ได้เรียนรู้และทราบประสบการณ์ที่ดีเป็นความรู้ที่ได้รับไว้ ต่อมาก็จะเกิดความรู้สึก และแสดงพฤติกรรมออกมา นับว่าเป็นเจตคติที่ดีเป็นส่วนใหญ่ ในทางตรงกันข้ามเด็กที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ดี เมื่อเติบโตขึ้นก็อาจมีเจตคติที่ไม่ดี

2. เจตคติเกิดจากความรู้สึกที่สะสมไว้นาน สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลในการกล่อมเกลาบุคลิกภาพของเด็ก เมื่อเด็กเจริญเติบโตขึ้นก็ได้รับการสะสมความรู้ในด้านต่างๆ เช่น ความเชื่อเรื่องภูตผีปีศาจ ความรู้สึกที่ถูกข่มเหงน้ำใจจากพ่อเลี้ยงและแม่เลี้ยง ความรู้สึกของเด็กที่ไม่อาหารกลางวันรับประทาน บรรดาความรู้สึกต่างๆ เหล่านี้ เด็กจะเก็บสะสมไว้ เมื่อเติบโตขึ้นเป็นผู้ใหญ่ก็จะ เป็นความรู้สึกหรือเจตคติในเรื่องนั้นๆ ฝังแน่นในบุคคลดังกล่าวแล้ว

3. เจตคติเป็นดัชนีที่จะชี้แนวทางในการกำหนดพฤติกรรมของบุคคล การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลย่อมมีสาเหตุหรือเหตุผลเสมอ ในบรรดาพฤติกรรมของบุคคลนอกจากจะมีเหตุผลและสาเหตุแล้ว ยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลของเจตคติอีกด้วย เพราะเจตคติมีส่วนสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมของบุคคล เช่น เด็กที่มีเจตคติที่ดีต่อครูและโรงเรียนก็อยากมาโรงเรียน บางครั้งผู้ปกครองให้หยุดเรียนก็ไม่ยอม

4. เจตคติสามารถถ่ายทอดไปสู่บุคคลอื่นๆ ได้ เมื่อบุคคลอยู่รวมกันเป็นกลุ่มมีการติดต่อสื่อความหมายและมีสัมพันธภาพต่อกัน ก็เป็นช่องทางที่บุคคลสามารถถ่ายทอดเจตคติไปสู่บุคคลอื่นๆ ได้ เช่น บิดามารดาถ่ายทอดเจตคติของตนให้แก่บุตร ครูถ่ายทอดเจตคติของครูให้แก่นักเรียน เป็นต้น

5. เจตคติเปลี่ยนได้ เจตคติอาจเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าได้รับข้อมูลและสถานการณ์ที่เหมาะสม เช่น เด็กที่มีเจตคติว่าโตขึ้นจะเป็นพยาบาล แต่สอบคัดเลือกผู้อื่นไม่ได้ทั้งๆ ที่พยายามสอบมาแล้ว 2 ครั้ง ก็เลยเปลี่ยนเจตคติว่าไม่เป็นพยาบาลก็ได้ขอเป็นครูดีกว่า เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอจะสรุปลักษณะของเจตคติได้ว่า เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมของบุคคล เพราะเจตคติเป็นสภาพการณ์ทางจิตที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำ อีกทั้งยังสามารถถ่ายทอดไปสู่บุคคลอื่นๆ ได้ และเจตคติสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้าการเรียนรู้หรือประสบการณ์นั้นๆ เปลี่ยนแปลงไป เจตคติจึงมีความสำคัญต่อการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพราะเจตคติที่ดีช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนการสอนได้รับผลสำเร็จยิ่งขึ้น

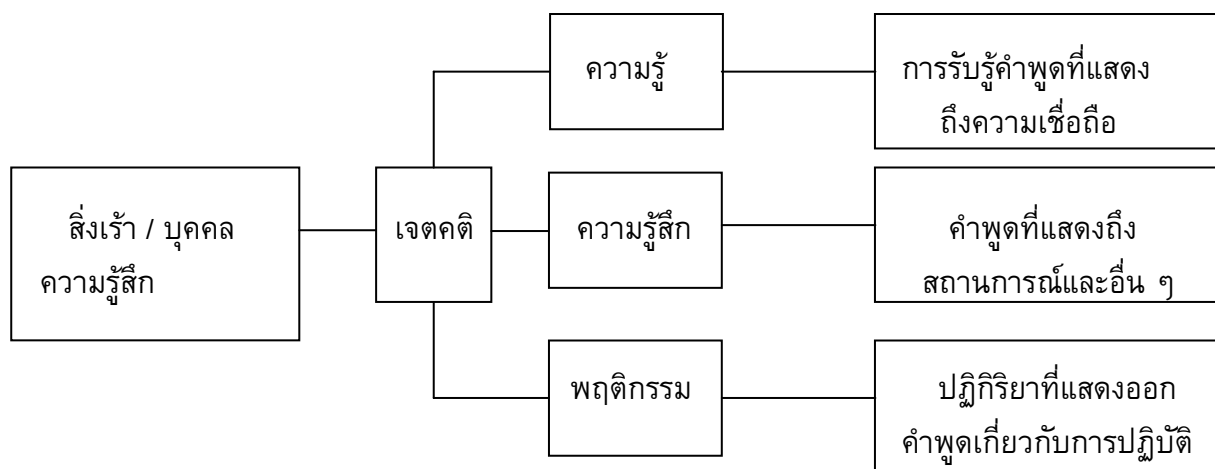
5.3 องค์ประกอบของเจตคติ

แมคกายร์ (McGuire. 1966 : 155-156) ไทรแอนดิส (Triandis. 1971 : 3) ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2523 : 45-46) ; และสงวน สุทธิเลิศอรุณ (2526 : 94) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการสอดคล้องกัน ดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้หรือความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้านั้นๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการที่จะสรุปรวมเป็นความเชื่อหรือช่วยในการประเมินสิ่งเร้า

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Affective Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า ต่างเป็นผลเนื่องมาจากการบุคคลประเมินผลสิ่งเหล่านั้นแล้วว่าพอใจหรือไม่พอใจ ชอบหรือไม่ชอบ ดีหรือเลวอย่างไร

3. องค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) คือ ความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกของบุคคลที่มาได้มาจากการประเมินผล เขียนเป็นแผนภาพได้ดังจากภาพประกอบ



ภาพประกอบ 7 องค์ประกอบของเจตคติ

ที่มา : Triandis. (1971). *Attitude and Attitude Change*. หน้า 3

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาพอจะสรุปได้ว่า องค์ประกอบทั้งสามส่วนมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ องค์ประกอบด้านความรู้เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อส่วนบุคคลที่อาจจะแสดงความรู้สึกออกมาในรูปพอใจ - ไม่พอใจ ชอบ - ไม่ชอบ ฯลฯ ซึ่งความรู้สึกนั้นก็จะมีผลต่อการแสดงออกของบุคคลนั้นให้ออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

5.4 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงเจตคติซึ่งเกิดจากอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ นั้น ควรได้ทราบถึงองค์ประกอบต่างๆ อันจะเป็นพื้นฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับเจตคติและการวัดความเปลี่ยนแปลงเจตคติ ไทรแอนดิส (Triandis. 1971 : 3) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติว่าประกอบด้วย สาร วิธีการรับสาร สถานการณ์ ตัวบุคคล และกลุ่มสังคม เป็นต้น การเปลี่ยนแปลงเจตคติอาจเปลี่ยนแปลงในส่วนประกอบของเจตคติด้านความรู้ ความเข้าใจ ที่สังเกตได้จากการตอบสนองการรับรู้และคำพูดแสดงความเชื่อ การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบด้านความรู้สึกและการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมที่สังเกตได้จากท่าทีที่แสดงออกและคำพูดที่เกี่ยวกับการกระทำ จะเห็นได้ว่าเจตคติของบุคคลจะขึ้นอยู่กับสารชักจูงที่เขาได้รับวิธีการรับสาร สถานการณ์ ฯลฯ นั่นคือเมื่อสิ่งต่างๆ เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างกันไปย่อมโน้มน้าวให้เจตคติเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปด้วย ในการเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลนั้นมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงเจตคติเป็นลำดับขั้น 5 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน (Triandis. 1971 : 185) คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นความตั้งใจ คือ ขั้นที่บุคคลมีความสนใจต่อเนื้อหาของสารชักจูง มีความอยากรู้และมีสมาธิพอที่จะรับรู้ด้วยกระบวนการความต่าง ๆ ถือเป็นขั้นที่บุคคลมีการเลือกรับสาร โดยที่บุคคลจะเกิดความตั้งใจมากขึ้นก็ต่อเมื่อสารนั้นเป็นสารที่ตนสนใจและยินดีรับทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นความเข้าใจ เป็นขั้นที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่บุคคลมีความตั้งใจรับทราบสารชักจูงแล้วแสดงความสามารถในการรับรู้เนื้อหาของสารชักจูง อย่างไรก็ตามความเข้าใจเนื้อหาของสารยังขึ้นอยู่กับความยากง่ายของสาร ตลอดจนความเหมาะสมระหว่างสารชักจูงกับระดับการศึกษาของผู้รับ

ขั้นที่ 3 ขั้นการยอมรับ เมื่อบุคคลมีความเข้าใจสารชักจูงแล้วบุคคลจะแสดงออกใน 2 ลักษณะด้วยกันคือ การยอมรับกับการไม่ยอมรับการชักจูงของสาร การยอมรับการชักจูงในที่นี้ก็คือ การเชื่อตามสารชักจูง มีการปฏิบัติหรือการคล้อยตามสารชักจูง ซึ่งก็คือเกิดการเปลี่ยนเจตคติตามการชักจูงของสารนั่นเอง ส่วนการไม่ยอมรับการชักจูงก็เป็นไปในลักษณะตรงกันข้าม

ขั้นที่ 4 ขั้นการระลึกได้ คือ ขั้นที่แสดงถึงความคงทนของการยอมรับหรือการไม่ยอมรับการชักจูงของสาร รวมไปถึงความจำและการเพิ่มหรือลดการยอมรับหรือการไม่ยอมรับนั้นตามกาลเวลา

ขั้นที่ 5 ขั้นการแสดงออก พิจารณาได้จากเมื่อบุคคลมีการยอมรับการชักจูงของสารอีกทั้งสามารถระลึกได้ บุคคลนั้นย่อมแสดงพฤติกรรมให้ปรากฏโดยสอดคล้องกับการยอมรับนั้นๆ ซึ่งหากสารชักจูงสามารถโน้มน้าวให้บุคคลบรรลุกระบวนการทั้ง 4 ขั้นข้างต้น และบรรลุถึงขั้นการแสดงออกนี้ถือว่า เป็นการชักจูงที่ได้ผลเต็มเม็ดเต็มหน่วยและแสดงถึงความสำเร็จในการชักจูงที่มั่นคงถาวรที่สุด

ดังนั้นวิธีการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีประสิทธิภาพ ย่อมจะต้องเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงเจตคติโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นความสนใจ ตั้งใจรับสารชักจูง ความเข้าใจเนื้อหาที่ชักจูงนั้น

5.5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การให้การศึกษาแก่นักเรียนในปัจจุบันนี้สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาก็คือ เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาที่เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีเนื้อหาวิชาเกี่ยวข้องกับความคิดที่เป็นกระบวนการและเหตุผลในลักษณะที่เป็นนามธรรม จึงเป็นการยากที่จะสอนให้นักเรียนทุกคนเข้าใจ แต่ถ้าครูผู้สอนสามารถสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ ย่อมมีส่วนช่วยให้การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ง่ายขึ้น และยังส่งผลไปถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

วิลสัน (Wilson. 1971 : 685 - 689) ได้แบ่งลักษณะของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ลักษณะด้วยกัน คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านดีและด้านไม่ดีเกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้อย่างชอบชอบสิ่งหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น
3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลุล่วง โดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่างๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อตนได้ทำสิ่งนั้นสำเร็จและจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว
4. ความวิตกกังวล หมายถึง สภาวะจิตที่มีความตึงเครียด หวาดระแวงกลัว ทั้งที่หาสาเหตุได้และหาสาเหตุไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น มีความตื่นเต้น หวาดกลัว มีอารมณ์อ่อนไหว เหนียวายรู้สึกขัดแย้งสับสน เป็นต้น
5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

จากลักษณะของเจตคติดังที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าเจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้ในรูปของความคิดเห็น จากการแสดงออกทางภาษา หรือวัดได้โดยการสัมภาษณ์ และจากการใช้แบบสอบถามวัดเจตคติ ไพศาล หวังพานิช (2526 : 147) กล่าวว่า การวัดเจตคติเป็นเรื่องที่ยากพอสมควรเพราะเป็นการวัดคุณลักษณะภายในที่เกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกของบุคคลที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย การวัดเจตคติของบุคคลอาจทำได้ดังนี้

1. ใช้วิธีการสังเกต (Observation) เป็นการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เช่น สังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่พูดภาษาอังกฤษบ่อยๆ อ่านและฟังเทปภาษาอังกฤษเสมอๆ อาจสรุปได้ว่าบุคคลนั้นมีเจตคติที่ดีต่อภาษาอังกฤษ เป็นต้น
2. ใช้วิธีการให้ตอบแบบสอบถาม (Questionnaire) การวัดเจตคตินอกจากใช้วิธีการสังเกตแล้วอาจใช้วิธีการให้ตอบแบบสอบถามก็ได้ ซึ่งมีอยู่หลายแบบ เช่น แบบของเธอร์สตัน แบบของลิเคิร์ต เป็นต้น
3. ใช้วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) การวัดเจตคติวิธีนี้เป็นวิธีการสัมภาษณ์และสนทนากัน การสัมภาษณ์ที่ดี การสนทนากันที่ดี ย่อมจะช่วยให้มองเห็นเจตคติของผู้ถูกสัมภาษณ์หรือคู่สนทนาได้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคิร์ต (Likert)

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บราวน์ (Brown. 1973 : 4) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกันแต่มีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

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

1. เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน เพราะมีเจตคติและแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกัน
3. นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีเจตคติไปในทางลบจะได้คะแนนต่ำกว่าระดับคะแนนที่คาดหวัง ส่วนนักเรียนที่มีเจตคติไปในทางบวกจะได้คะแนนสูงกว่าระดับคะแนนที่คาดหวัง

งานวิจัยในประเทศ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540 : 110) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาการเรียนการสอนตามคู่มือครู พบว่า กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นลินี ทิหอคำ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โจทย์ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำเฟียร ปรานีราช (2542 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและความรับผิดชอบต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบการใช้สัญญาณการเรียนกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบการใช้สัญญาณการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริลักษณ์ วงษ์เพชร (2543 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล (2543 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรมพบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนสูงขึ้น

สุปราณี พูนประสิทธิ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความ รับผิดชอบในการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การสอนจากชุดการสอน 3 แบบ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนจากชุดการสอนที่แตกต่างกันจะมี เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พอจะสรุปได้ว่าวิธีการสอนแบบ ต่างๆ หลากหลายวิธีจะส่งผลทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าการเรียน ตามปกติ (เรียนตามคู่มือครู) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าการปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน คณิตศาสตร์จะช่วยทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้นหรือไม่

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์
 - 2.1 แผนการจัดกิจกรรม
 - 2.2 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ
3. แบบแผนการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2548 ซึ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาขนาดกลางในอำเภอนองนง จังหวัดลพบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านดงดินแดง อำเภอนองนง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

1. แผนการจัดกิจกรรม

การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็น

อิสระ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัยที่มีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนจะให้ผู้เรียนศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาไปความรู้และอื่นๆ ครูจะเป็นผู้คอยช่วยเหลือการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งอาจจะทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเองระหว่างกลุ่ม หรือครูช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ มีแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 วางพื้นฐาน คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ในหัวข้อต่างๆ เช่น ความหมาย หลักการ จุดมุ่งหมาย ประเภท ขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ เป็นต้น โดยศึกษาจากวิดิทัศน์ ไปความรู้ ตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์ ฯลฯ

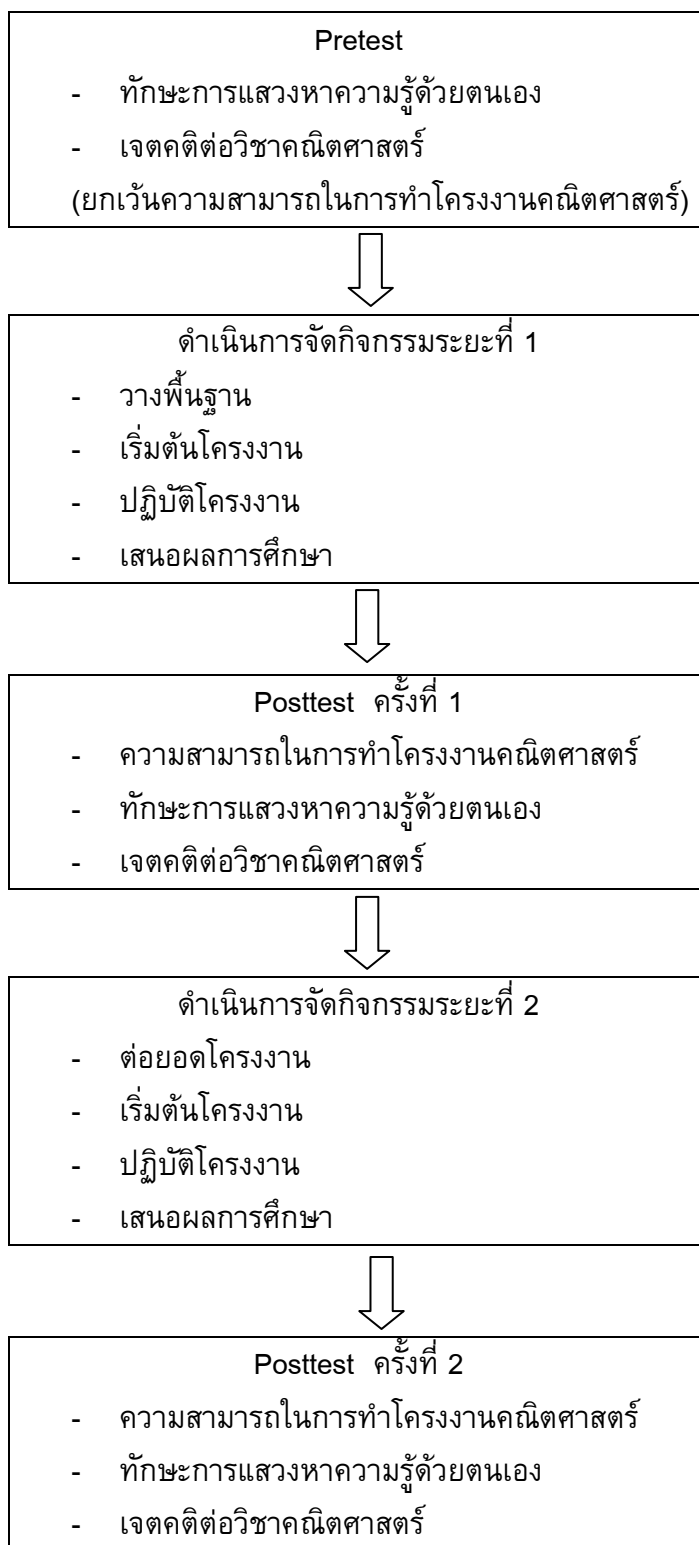
1.2 เริ่มต้นโครงงาน คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยเลือกจากเรื่องที่ตนเองสนใจศึกษาจากบทเรียน จากประเด็นทั่วไป หรือจากปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญต้องเป็นเรื่องที่ผู้เรียนสงสัยหรือต้องการหาคำตอบอย่างลึกซึ้ง ไม่ใช่ครูเป็นผู้กำหนด

1.3 ปฏิบัติโครงงาน คือ ขั้นตอนที่นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ที่ได้ศึกษา มากำหนดวัตถุประสงค์ ระบุประโยชน์ หาแนวโน้มน หรือคาดเดาคำตอบ (สมมติฐาน) วางแผนและกำหนดวิธีการศึกษาที่หลากหลาย เลือกแนวทางการศึกษา ลงมือศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

4. เสนอผลการศึกษา คือ ขั้นตอนที่นักเรียนสรุปผลการศึกษาหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง แล้วนำเสนอผลการศึกษาและเผยแพร่ผลงานให้กว้างขวาง โดยการอธิบาย การสาธิต การเขียนรายงานโครงงาน การจัดป้ายนิเทศ และการจัดนิทรรศการ ซึ่งนักเรียนจะได้มีโอกาสเขียนนำเสนอและแสดงความคิดเห็นผ่านสื่อต่างๆ ด้วยตนเอง โดยมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) การสะท้อนความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับผลการศึกษาระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน

การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ทั้งสี่ขั้นตอน โดยระยะที่หนึ่ง ผู้วิจัยเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตั้งแต่ขั้นตอนวางพื้นฐาน เริ่มต้นโครงงาน ปฏิบัติโครงงาน และเสนอผลการศึกษา ส่วนในระยะที่สอง ผู้วิจัยเริ่มจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์โดยนำผลการปฏิบัติโครงงานคณิตศาสตร์ในรอบที่หนึ่งมาเป็นพื้นฐานในการการปฏิบัติโครงงานคณิตศาสตร์ในระยะที่สอง โดยเรียกขั้นตอนนี้ว่าต่อยอดโครงการ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนเริ่มต้นโครงงาน ปฏิบัติโครงงาน และเสนอผลการศึกษา ดังแสดงในแผนภูมิลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

แผนภูมิลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์



2. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ

แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่อง การเสริมทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้
4. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์ จากตำรา เอกสาร และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. สร้างแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ทั้งหมด 8 แผน โดยแบ่งเป็นแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ระยะที่ 1 จำนวน 4 แผน และเป็นแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 จำนวน 4 แผน โดยในแต่ละแผนผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดกิจกรรมย่อยรายชั่วโมง

ในแผนการจัดกิจกรรมทุกแผนมีโครงสร้างของแผนการจัดกิจกรรมดังนี้

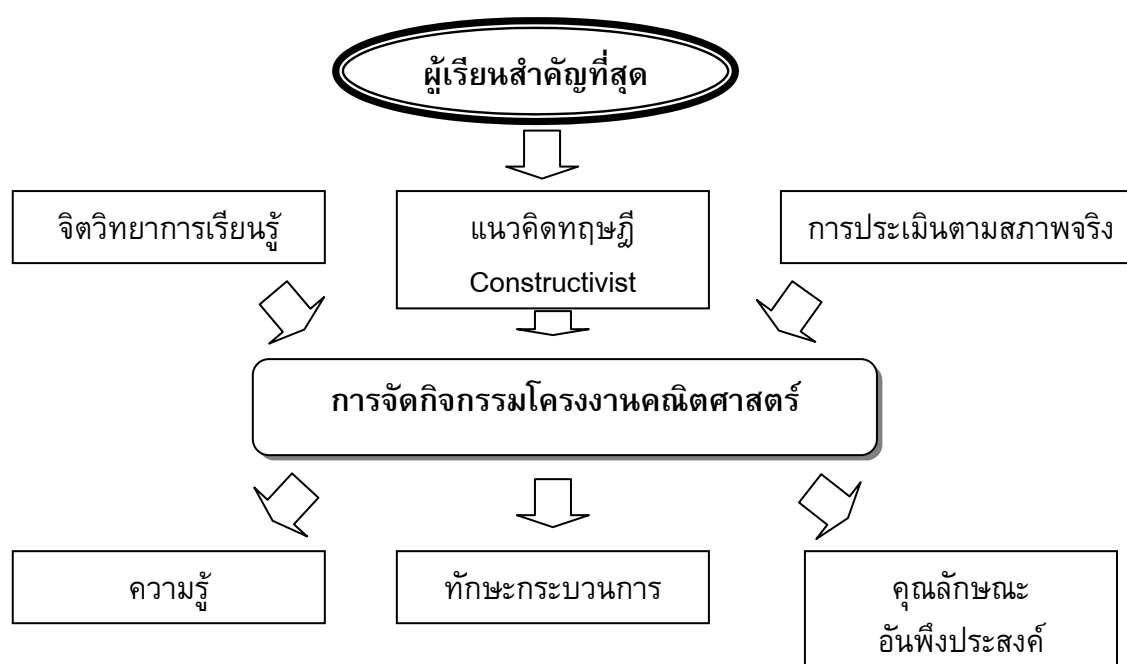
1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 2. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 2.1 ด้านความรู้
 - 2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - 2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 3. สาระการเรียนรู้
 4. กิจกรรมการเรียนรู้
 - 4.1 ขั้นอภิปรายก่อนปฏิบัติกิจกรรม
 - 4.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม
 - 4.3 ขั้นอภิปรายหลังปฏิบัติกิจกรรม
 5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
 6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
 7. บันทึกหลังสอน
 8. ข้อเสนอแนะ
6. นำแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนและถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

7. นำแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดดังในภาคผนวก ค.) เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรง ความเหมาะสม ความชัดเจนและถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง พบว่า ควรเพิ่มระยะเวลาในการวางพื้นฐานให้นักเรียน โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การเชื่อมโยงความรู้ นอกจากนี้ ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดเห็นต่อผลงาน/ขั้นตอนการปฏิบัติงาน หรือแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติงาน

8.. นำแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 โรงเรียนบ้านป่าเขว้า อำเภอนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 25 คน เพื่อหาข้อบกพร่อง เกี่ยวกับ ภาษา เวลา และกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนด พบว่า ในขั้นตอนการคิดและเลือกหัวเรื่องหรือปัญหาที่ศึกษา จะต้องใช้เวลาในการฝึกฝนให้มากขึ้น เนื่องจากเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะนำไปสู่การทำโครงการคณิตศาสตร์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ ในขั้นตอนการลงมือทำโครงการควรมีการกำกับดูแล และติดตามความก้าวหน้าในการทำงานอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังต้องปรับแก้สื่อการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อแผ่นใสต้องปรับปรุงในเรื่องการเน้นจุดสนใจ เช่น เพิ่มสีสันให้สวยงาม

9. นำแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่ทดลองใช้แล้ว มาปรับปรุงแก้ไขเป็นแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

กรอบแนวคิดในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่ 1

ระยะวางพื้นฐาน

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2548

จำนวน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดกิจกรรมย่อยชั่วโมงที่ 1

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ บอกความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

2.2.1 สามารถให้เหตุผลจากปัญหาที่นำเสนอ

2.2.2 สามารถสื่อสาร และนำเสนอผลการปฏิบัติงาน

2.2.3 สามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงาน

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.3.1 การทำงานเป็นระบบ

2.3.2 ความรับผิดชอบ

2.3.3 ความมีระเบียบวินัย

3. สาระการเรียนรู้

ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ หลักการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และ ความสนใจ อย่างเป็นอิสระด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัย โดยมีครูผู้สอนและ/หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ อาจเป็นโครงงานเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 1 “ความรู้สึกดีๆ ในใจ”

4.2 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการทำใบงานที่ 1 ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรและมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง

4.3 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เรื่องโครงการคณิตศาสตร์

4.4 ให้นักเรียนสรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 2 “ฉันคือใคร”

4.5 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการทำใบงานที่ 2 ว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์อย่างไร โดยใช้แผ่นโปรงใสที่ 1 “ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์” ประกอบการอภิปรายและสรุป

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

5.1 วีดิทัศน์เรื่องโครงการคณิตศาสตร์

5.2 แผ่นโปรงใสที่ 1 “ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์”

5.3 ใบงานที่ 1 “ความรู้สึกดีๆ ในใจ”

5.4 ใบงานที่ 2 “ฉันคือใคร”

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม 2. ตรวจผลการทำงาน	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. บันทึกหลังสอน

7.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

7.2 แนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนา

.....

7.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน.....

.....

7.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป.....

.....

8. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แผนโปร่งใสที่ 1

“ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์”

ความรู้ / หลักการ / แนวคิด /
ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์

ประเด็นปัญหาที่นักเรียน
สนใจศึกษาค้นคว้า

โครงการคณิตศาสตร์

ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
ตามความสามารถ / ความถนัด
อย่างเป็นอิสระ

ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
หรือกระบวนการวิจัย

ครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา
และแนะนำ

ใบงานที่ 1
“ความรู้สึกเล็ก ๆ ในใจ”

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 2
“ฉันคือใคร”

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่าง แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน

ชื่อ-นามสกุล	คุณลักษณะที่พึงประสงค์								
	ความรับผิดชอบ			ความมีระเบียบวินัย			ทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
1.									
2.									
3.									

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย และแนะนำชักชวนผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มาการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	-สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. หน้า 128.

แบบแผนการทดลองและขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design ที่ใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว โดยดำเนินการทดลองสองระยะ แต่ละระยะมีแบบแผนการทดลองดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

E	T ₀	X	T ₁
เมื่อ	E	แทน	กลุ่มทดลอง
	X	แทน	การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์
	T ₀	แทน	การสอบก่อนการทดลอง
	T ₁	แทน	การสอบภายหลังการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

ตาราง 4 วิธีการทดลอง

ครั้งที่	วัน - เวลา	ขั้นตอน	จุดมุ่งหมาย	กิจกรรม
1	3 พ.ย. 48 1 ชั่วโมง (รวม 1 ชั่วโมง)	Pretest	เพื่อเก็บข้อมูลก่อน ดำเนินการทดลอง	1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และ ประโยชน์ที่จะได้รับการ จัดกิจกรรมโครงงาน คณิตศาสตร์ 2. ทำแบบวัดทักษะแสวงหา ความรู้ด้วยตนเองและแบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ยกเว้นการประเมิน ความสามารถในการทำ โครงงานคณิตศาสตร์)
2	4 พ.ย. 48 2 ชั่วโมง 10 พ.ย. 48 1 ชั่วโมง 11 พ.ย. 48 2 ชั่วโมง 17 พ.ย. 48 1 ชั่วโมง 18 พ.ย. 48 2 ชั่วโมง 24 พ.ย. 48 1 ชั่วโมง (รวม 9 ชั่วโมง)	วางพื้นฐาน	เพื่อให้นักเรียนมี ความรู้เกี่ยวกับ โครงงาน คณิตศาสตร์	1. ศึกษาจากคู่มือ ประกอบการจัดกิจกรรม 2. ชมวิดีโอเรื่องโครงงาน คณิตศาสตร์ 3. อธิบายประกอบการใช้สื่อ แผ่นใส 4. ศึกษาจากตัวอย่าง โครงงาน 5. ทำใบงานต่าง ๆ 6. นำเสนอผลการทำงาน พร้อมแสดงความคิดเห็นต่อ ผลงาน
3	25 พ.ย. 48 2 ชั่วโมง 1 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง 2 ธ.ค. 48 2 ชั่วโมง (รวม 5 ชั่วโมง)	เริ่มต้นโครงงาน	เพื่อให้นักเรียน สามารถคิดและ เลือกหัวข้อเรื่องที่จะ นำไปทำโครงงาน คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. แบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ตามใบงาน 3. นำเสนอผลงาน 4. อภิปรายและสรุปผลการทำ ใบงาน

ตาราง 4 วิธีการทดลอง(ต่อ)

ครั้งที่	วัน - เวลา	ขั้นตอน	จุดมุ่งหมาย	กิจกรรม
4	9 ธ.ค. 48 2 ชั่วโมง 15 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง 16 ธ.ค. 48 2 ชั่วโมง (รวม 5 ชั่วโมง)	ปฏิบัติโครงงาน	เพื่อให้ นักเรียน สามารถปฏิบัติ กิจกรรมโครงงาน คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. อภิปรายและซักถาม 3. ลงมือปฏิบัติโครงงาน คณิตศาสตร์ตามแผนงาน 4. กำกับ ดูแล ติดตามและ ประเมินความก้าวหน้าในการ ทำงาน
5	22 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง 23 ธ.ค. 48 2 ชั่วโมง 29 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง 30 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง (รวม 5 ชั่วโมง)	เสนอผล การศึกษา	เพื่อให้ นักเรียน สามารถเสนอผล การปฏิบัติกิจกรรม โครงงาน คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. อภิปรายและซักถาม 3. จัดแสดงและนำเสนอ ผลงาน 4. อภิปราย แสดงความ คิดเห็น และสรุปผลการ ปฏิบัติงาน
6	30 ธ.ค. 48 1 ชั่วโมง (รวม 1 ชั่วโมง)	Posttest ครั้งที่ 1	เพื่อเก็บข้อมูลหลัง การปฏิบัติกิจกรรม โครงงาน คณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1	1. ประเมินความสามารถใน การปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน คณิตศาสตร์ ครั้งที่ 1 2. ทำแบบวัดทักษะแสวงหา ความรู้ด้วยตนเองและแบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
7	5 ม.ค. 49 1 ชั่วโมง 6 ม.ค. 49 2 ชั่วโมง (รวม 3 ชั่วโมง)	ต่อยอด โครงงาน	เพื่อให้ นักเรียน สามารถปรับปรุง/ พัฒนาโครงงาน คณิตศาสตร์ เพื่อ นำไปใช้ได้	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. แบ่งกลุ่มทำไปงาน 3. นำเสนอผลงานและร่วม แสดงความคิดเห็น

ตาราง 4 วิธีการทดลอง(ต่อ)

ครั้งที่	วัน - เวลา	ขั้นตอน	จุดมุ่งหมาย	กิจกรรม
8	12 ม.ค. 49 1 ชั่วโมง 13 ม.ค. 49 2 ชั่วโมง (รวม 3 ชั่วโมง)	เริ่มต้นโครงการ	เพื่อให้ นักเรียน สามารถคิดและ เลือกหัวข้อเรื่องที่จะ นำไปทำโครงการ คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. แบ่งกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ตามใบงาน 3. นำเสนอผลงาน 4. อภิปรายและสรุปผลการทำ ใบงาน
9	19 ม.ค. 49 1 ชั่วโมง 20 ม.ค. 49 2 ชั่วโมง 26 ม.ค. 49 1 ชั่วโมง 27 ม.ค. 49 1 ชั่วโมง (รวม 5 ชั่วโมง)	ปฏิบัติโครงการ	เพื่อให้ นักเรียน สามารถปฏิบัติ กิจกรรมโครงการ คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. อภิปรายและซักถาม 3. ลงมือปฏิบัติโครงการ คณิตศาสตร์ตามแผนงาน 4. กำกับ ดูแล ติดตามและ ประเมินความก้าวหน้าในการ ทำงาน
10	2 ก.พ. 49 1 ชั่วโมง 3 ก.พ. 49 2 ชั่วโมง 9 ก.พ. 49 1 ชั่วโมง 10 ก.พ. 49 1 ชั่วโมง (รวม 5 ชั่วโมง)	เสนอผล การศึกษา	เพื่อให้ นักเรียน สามารถเสนอผล การปฏิบัติกิจกรรม โครงการ คณิตศาสตร์	1. ทบทวนความรู้เดิม 2. อภิปรายและซักถาม 3. จัดแสดงและนำเสนอ ผลงาน 4. อภิปราย แสดงความ คิดเห็น และสรุปผลการ ปฏิบัติงาน
11	10 ก.พ. 49 1 ชั่วโมง (รวม 1 ชั่วโมง)	Posttest ครั้งที่ 2	เพื่อเก็บข้อมูลหลัง การปฏิบัติกิจกรรม โครงการ คณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2	1. ประเมินความสามารถใน การปฏิบัติกิจกรรมโครงการ คณิตศาสตร์ ครั้งที่ 2 2. ทำแบบวัดทักษะแสวงหา ความรู้ด้วยตนเองและแบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ มีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์
2. แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ที่ใช้การประเมินแบบรูบริก (Rubric Assessment) บรรยายคุณภาพของงานที่แสดงความสามารถของนักเรียนออกมาเป็นมาตรวัด โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการคณิตศาสตร์

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงที่ใช้การประเมินแบบรูบริก (Rubric Assessment) เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสร้างแบบประเมินนักเรียน

1.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงที่ใช้การประเมินแบบรูบริก (Rubric Assessment) บรรยายคุณภาพของงานที่แสดงความสามารถของนักเรียนออกมาเป็นมาตรวัด ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงจากแบบประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์ของ อัลลิงเจอร์ และคนอื่นๆ (อาร์ริตัน ขวัญทะเล. 2546 : 26 ; อ้างอิงจาก Allinger ; and others. 1999 : 11-12) โบลท์ และฮอบส์ (2540 : 14-15) ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 15) และสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2541 : 2-6)

1.4 นำแบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้อง จะได้้นำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์และเหมาะสม

1.5 นำแบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล และผู้มีประสบการณ์ด้านการทำโครงการคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ค.) พิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้อง ปรากฏว่าต้องปรับปรุงในเรื่องของการเขียนเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ที่จะต้องเขียนบรรยายลักษณะ หรือคุณภาพของงานให้ชัดเจน เพื่อที่จะสามารถให้คะแนนผลงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.6 นำแบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 6 เกณฑ์ในการประเมินผลโครงการ

รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การพิจารณาประเมินผลโครงการในแต่ละด้านมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

ลักษณะพฤติกรรม	ระดับคะแนน	ความหมาย
1. มีพฤติกรรมครบทุกข้อ	5	ดีเยี่ยม
2. ขาดพฤติกรรมเพียง 1 ข้อ	4	ดีมาก
3. ขาดพฤติกรรม 2 ข้อ	3	ดี
4. ขาดพฤติกรรม 3 ข้อ	2	พอใช้
5. ขาดพฤติกรรม 4 ข้อ	1	ควรปรับปรุง

ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นในแต่ละด้าน	
1. ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ	1. ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องเหมาะสม 2. ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม 3. มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ ของเรื่องที่ทำ 4. ค้นเอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม 5. ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการ นอกเหนือจากที่เรียนตามหลักสูตร
2. ด้านทักษะการปฏิบัติงาน	1. ใช้การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา 2. ศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาเหมาะสม และตั้งสมมติฐานถูกต้องชัดเจน 3. ออกแบบการทดลอง หรือการประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับปัญหา หรือสมมติฐาน 4. ใช้การวัดและการควบคุมตัวแปร อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้การรวบรวม ข้อมูล บันทึกข้อมูลมีความถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยและเหมาะสม 5. แปลความหมายและการสรุปผล สอดคล้องกับผลที่ได้
3. ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. ปัญหาหรือเรื่องที่ทำมีความสำคัญและมีความแปลกใหม่ 2. มีการดัดแปลง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไปโครงการที่ทำ 3. มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่ แปลก ในการควบคุมหรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ 4. เลือกและใช้วัสดุอุปกรณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นในแต่ละด้าน	
	5. เสนอแนะประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ
4. ด้านการนำเสนอผลงาน	1. จัดแสดงได้น่าสนใจ ออกแบบและติดตั้งได้สวยงาม 2. เขียนคำอธิบายในแผ่นโปสเตอร์ชัดเจน เข้าใจง่าย 3. จัดแสดงวัสดุอุปกรณ์ได้ครบถ้วน 4. อภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้องต่อเนื่องสมบูรณ์ 5. ตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

2. แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อวิเคราะห์ลักษณะที่สำคัญของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2.3 นำผลการวิเคราะห์มาสร้างแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จำนวน 16 ข้อ ให้สอดคล้องกับนิยามปฏิบัติการที่ผู้วิจัยได้ให้ความหมายไว้ โดยสร้างแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองให้มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ โดยที่โจทย์คำถามเป็นโจทย์สถานการณ์ที่เอื้อต่อการนำประเด็นปัญหาไปทำเป็นโครงการคณิตศาสตร์ ส่วนคำตอบของนักเรียนมีการกำหนดประเด็นหัวข้อที่นักเรียนจะต้องตอบ 5 หัวข้อ ดังนี้คือ การกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า การคาดเดาผลที่ได้จากการค้นคว้า การเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการ การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า และการสรุปผลการค้นคว้า ส่วนเกณฑ์การให้คะแนน จะเป็นการใช้การประเมินแบบรูบริก(Rubric Assessment) บรรยายคุณภาพของงานที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนออกมาเป็นมาตรวัด โดยให้ระดับคะแนนเป็น 0 – 2

2.4 นำแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้อง จะได้นำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์และเหมาะสม

2.5 นำแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ค.) พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องกับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองที่ต้องการวัด ปรากฏว่าได้ข้อแนะนำ ดังนี้ การเขียนข้อคำถามควรเขียนให้สั้น กระชับ แต่ได้ใจความ ไม่ใช่คำฟุ่มเฟือย สถานการณ์โจทย์ปัญหาควรมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางด้าน

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ แล้ววางแผนการศึกษาค้นคว้าเพื่อ
แก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

นักเรียนส่วนใหญ่ของโรงเรียนบ้านดงดินแดงขณะนี้กำลังประสบปัญหาที่มีน้ำหนักตัวมากเกินไป นักเรียนจะช่วยครหาหาสาเหตุและหาแนวทางป้องกันและแก้ไขเรื่องนี้ได้อย่างไร

1. การกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า

แนวคำตอบ - อะไรที่ทำให้นักเรียนมีน้ำหนักรับตัวมากเกินไป

2. การคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า

แนวคำตอบ - การรับประทานขนมหวานมากเกินไปน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีน้ำหนักตัวมากเกินไป

- ### 3. การเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการ

แนวคำตอบ - น่าจะใช้วิธีการสำรวจข้อมูลปริมาณการรับประทานขนมหวานที่นักเรียนแต่ละคนรับประทานในแต่ละวัน เป็นเวลา 1 เดือน แล้วบันทึกน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

4. การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า

แนวคำตอบ - น่าจะใช้วิธีการจำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลในรูปของตาราง เพื่อที่จะได้มองเห็น
แนวโน้มของสิ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีน้ำหนักตัวมากเกินไป

- ## 5. การสรุปผลการค้นคว้า

แนวคำตอบ - นักเรียนที่กินขนมหวานประเภทลูกอมชนิดต่าง ๆ มากกว่า วันละ 10 เม็ด
เป็นสาเหตุทำให้นักเรียนมีน้ำหนักตัวมากเกินไปมากที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นหัวข้อค้นคว้า การกำหนดขอบเขตของการค้นคว้า การอธิบายประเด็นค้นคว้า และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นค้นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	ตั้งประเด็นหัวข้อค้นคว้าได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครอบคลุมขอบเขตที่ต้องการศึกษา อธิบายและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นค้นคว้าได้กระชับ ชัดเจน มีเหตุมีผล
1	ตั้งประเด็นหัวข้อค้นคว้าได้สอดคล้องกับสถานการณ์และครอบคลุมขอบเขตที่ต้องการศึกษาเพียงบางส่วน พยายามอธิบายและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นค้นคว้าได้ชัดเจนบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

2. การคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นคาดเดาผล การอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็น และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผล

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	ตั้งประเด็นคาดเดาผลที่ถูกต้อง อธิบายรายละเอียดและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผลอย่างสมเหตุสมผล
1	การตั้งประเด็นคาดเดาผลถูกต้องบางส่วน อธิบายรายละเอียดและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผล
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

3. การเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกวิธีการค้นคว้า การเลือกวิธีการค้นคว้า การวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนด การคาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้า และการการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	จำแนกและเลือกวิธีการค้นคว้าที่ถูกต้อง เหมาะสม มีการวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนดชัดเจน เป็นระบบ คาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้าได้ ครอบคลุมหัวข้อที่ศึกษา ดำเนินการศึกษาค้นคว้าถูกต้องตามลำดับขั้นตอนและมีประสิทธิภาพ
1	จำแนกและเลือกวิธีการค้นคว้าถูกต้องบางส่วน มีการวางแผนการค้นคว้าตามแนวทาง

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
	ที่ได้กำหนดชัดเจนบางส่วน คาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้าได้และดำเนินการศึกษาค้นคว้าถูกต้องตามลำดับขั้นตอนบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

4. การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการจำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูล รวมทั้งการพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	จำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูลด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล
1	จำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูลด้วยวิธีการที่ถูกต้องบางส่วน และพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

5. การสรุปผลการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายผลการค้นคว้า การสรุปกระบวนการในการค้นคว้า และการประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	สังเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลการค้นคว้าได้อย่างสอดคล้อง สมเหตุสมผล สรุปกระบวนการในการค้นคว้าและประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าถูกต้อง กระชับ ชัดเจน มีประสิทธิภาพ
1	สังเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลการค้นคว้าได้บางส่วน สรุปกระบวนการในการค้นคว้าและประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าถูกต้องบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 6 – 7	หมายถึง	ดี
คะแนน 4 – 5	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนน 0 – 3	หมายถึง	ควรปรับปรุง

3. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติและวิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามแบบของลิเคิร์ต

3.2 สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมนิยามปฏิบัติการ จำนวน 50 ข้อ

3.3 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบ เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนและความถูกต้อง จะได้นำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์และเหมาะสม

3.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดดังภาคผนวก ค.) พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมด้านภาษา และความสอดคล้องกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด ปรากฏว่าได้คำแนะนำดังนี้ ข้อคำถามบางข้อจะต้องปรับเปลี่ยนข้อคำถามเสียใหม่ เพราะเป็นคำถามที่ไม่ได้ถามความคิดเห็นแต่เป็นการเสนอข้อเท็จจริง

3.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดงดินแดง โรงเรียนบ้านป่าเขว้า โรงเรียนบ้านยางโพน โรงเรียนชุมชนวัดศรีรัตนาราม อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สหสัมพันธ์แบบ Item Total Correlation (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2539 : 210) ปรากฏค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.152 – 0.756 แล้วคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้จำนวน 30 ข้อ

3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สหสัมพันธ์แบบ Item Total Correlation (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2539 : 210) ปรากฏค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.203 – 0.758 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 218) ซึ่งปรากฏว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7035 แล้วคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกสูงที่สุด ไว้จำนวน 20 ข้อ

3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ฉบับนี้มี 20 ข้อ แต่ละข้อมีระดับความคิดเห็นให้เลือก 5 ระดับ และเมื่อดำเนินการนำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปใช้จริง ปรากฏว่ามีค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.270 – 0.760 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .7442

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
0. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษา					
00.คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย					

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS Version.12 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ศึกษาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ
2. เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent Sample
3. เปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน
 - 1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean)
 - 1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ
 - 2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2543 : 248-249)

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

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

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สหสัมพันธ์แบบ Item Total Correlation (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2539 : 210)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	N	แทน	จำนวนคู่ของข้อมูลหรือจำนวนบุคคล
	X	แทน	คะแนนหรือข้อมูลชุดที่หนึ่ง
	Y	แทน	คะแนนหรือข้อมูลชุดที่สอง

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2543 : 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Sample เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2540 : 248)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	N – 1

3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ

(Repeated-measures Analysis of Variance) เพื่อเปรียบเทียบระดับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร(ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. 2540 : 288-289)

$$F = \frac{MS_R}{MS_E}$$

เมื่อ $MS_R = \frac{SS_R}{R-1}$

3.3 ใช้วิธีการทางสถิติแบบการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างน้อยที่สุด

(Least Significant Difference : LSD) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ เมื่อพบว่าทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคำนวณจากสูตร (นิคม ตั้งคะพิภพ. 2543 : 75-76)

$$LSD = t_{\frac{\alpha}{2}, v} \sqrt{\frac{2MS_{error}}{n}}$$

เมื่อ	LSD	แทน	ค่าความแตกต่างวิกฤติของการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ที่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน
-------	-----	-----	--

$t_{\frac{\alpha}{2}, v}$ แทน ค่าอัตราส่วน t ที่ระดับความคลาดเคลื่อน α ที่กำหนดโดยมี

ความเป็นอิสระ(v) เท่ากับค่าความเป็นอิสระของ MS_{error}
ของการทดสอบรวมโดยสถิติ F

MS_{error}	แทน	ความแปรปรวนส่วนที่เป็นเทอมของความคลาดเคลื่อนของการ ทดสอบรวมโดย F
--------------	-----	---

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
k	แทน	คะแนนเต็ม
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการที่พิจารณา t - Distribution
df	แทน	ระดับความเป็นอิสระ (degrees of freedom)
SS	แทน	ผลรวมของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบน (sum of square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนกำลังสอง (mean square)
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการที่พิจารณา F - Distribution
**	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้มาระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการสังเกตและจดบันทึกของผู้วิจัย

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางการแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการทดลองโดยใช้วิธีการสังเกตจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และการตรวจใบงานการสังเกต

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง เป็นข้อมูลที่ได้หลังจากการดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยจำแนกความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน (ด้านละ 5 คะแนน) และโดยรวม

2. ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นระยะ โดยจำแนกทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองออกเป็น 5 ด้าน (ด้านละ 8 คะแนน) และโดยรวม
3. ค่าสถิติพื้นฐานของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2
4. เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ภายหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติ $t - test \text{ dependent samples}$
5. เปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติแบบวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance)
6. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติแบบวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางการแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการทดลองโดยใช้วิธีการสังเกตจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และการตรวจใบงานการสังเกต ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข จากการประเมินในระหว่างการทำทดลอง โดยใช้วิธีการสังเกตจากแบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมนักเรียน และการตรวจใบงาน

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ระยะที่ 1 ขั้นที่ 1 วางพื้นฐาน จำนวน 9 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์	1. ด้านความรู้ - โครงการคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาใหม่สำหรับนักเรียนจึงทำให้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก	1. ด้านความรู้ - ต้องเพิ่มสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ที่นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนในชั้นเรียนได้
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้ - นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนใช้เวลาในการแก้ปัญหาค่อนข้างมากในการทำงานแต่ละกิจกรรม - นักเรียนยังขาดทักษะในการสื่อสารและนำเสนอ	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - ต้องระบุเวลาในการทำแต่ละกิจกรรมให้แน่นอน อย่าปล่อยให้ นักเรียนใช้เวลามากเกินไป - พยายามให้กำลังใจนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออก
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบมีระเบียบวินัย	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลา	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ใช้วิธีการพูดชมเชยนักเรียนที่ส่งงานทันเวลาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคนอื่น ๆ ส่งงานตามเวลาเช่นเดียวกัน

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ระยะที่ 1 ขั้นที่ 2 เริ่มต้น โครงการ จำนวน 5 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถเลือกหัวข้อเรื่องที่จะนำไปทำโครงการคณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ - หัวข้อเรื่องที่นักเรียนเสนอมาบางเรื่อง ไม่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์	1. ด้านความรู้ - แนะนำให้นักเรียนคิดหัวข้อที่เกี่ยวข้องวิชาคณิตศาสตร์ โดยอาจนำปัญหาที่เกิดจากการเรียนในชั่วโมงมาใช้เป็นหัวข้อในการทำโครงการก็ได้
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ - นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - ในบางครั้งนักเรียนไม่สามารถหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเองได้ ทำให้ข้อมูลบางอย่างของนักเรียนขาดความน่าเชื่อถือ	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นำแบบฝึกเสริมทักษะการให้เหตุผลมาให้นักเรียนฝึกทำนอกเวลาการจัดกิจกรรม
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบวินัย	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถวางแผนการทำงานของกลุ่มได้ จึงทำให้ผลงานเสร็จไม่ทันเวลา	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - แนะนำวิธีการวางแผนการทำงาน จัดอันดับความสำคัญของงาน ให้นักเรียนทราบ

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ระยะที่ 1 ขั้นที่ 3 ปฏิบัติ โครงการ จำนวน 5 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถ ปฏิบัติกิจกรรมโครงการ คณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ - นักเรียนบางกลุ่มไม่ ทราบขั้นตอนการทำ โครงการคณิตศาสตร์ทำ ให้ไม่สามารถปฏิบัติงาน ได้ในบางส่วน	1. ด้านความรู้ - แนะนำให้นักเรียน ทบทวนขั้นตอนในการ ทำโครงการให้ชัดเจน วางแผนการทำงานให้ ชัด แล้วปฏิบัติตามกิจกรรม ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถให้ เหตุผลได้	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ -	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ -
	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ - นักเรียนสามารถ ทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความ รับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบ วินัย	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ - นักเรียนบางกลุ่มไม่ ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามแผนการทำงานของ กลุ่ม จึงทำให้ผลงาน เสร็จไม่ทันเวลา	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ - แนะนำให้นักเรียนใช้ แบบประเมินผล ความก้าวหน้าในการ ปฏิบัติงานเป็นตัวกำกับ ติดตามผล

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
ระยะที่ 1 ขั้นที่ 4 เสนอผล การศึกษา จำนวน 5 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถเสนอ ผลการปฏิบัติกิจกรรม โครงการคณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ - ผลงานของนักเรียนที่ นำมาจัดแสดง รูปแบบ ยังไม่ค่อยน่าสนใจ	1. ด้านความรู้ - นำตัวอย่างการจัด แสดงโครงงาน คณิตศาสตร์มาให้ นักเรียนศึกษาเป็น แนวทาง
	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถ สื่อสารและนำเสนอได้ - นักเรียนมีความคิด ริเริ่มสร้างสรรค์	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ - ผลงานนักเรียนขาด การแสดงในส่วนของ ความคิดสร้างสรรค์	2. ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ - แนะนำให้นักเรียนคิด รูปแบบที่แปลกใหม่ น่าสนใจ ไม่ซ้ำใคร
	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ - นักเรียนสามารถ ทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความ รับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบ วินัย	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ -	3. ด้านคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ -
ระยะที่ 1 ขั้นที่ 5 ปรับปรุง / พัฒนาเพื่อ นำไปใช้ จำนวน 3 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถนำ ผลจากการปฏิบัติ โครงการคณิตศาสตร์ไป ใช้ได้	1. ด้านความรู้ - นักเรียนบางกลุ่มไม่ สามารถนำผลจากการ ปฏิบัติโครงงานไปใช้ ประโยชน์ต่อได้	1. ด้านความรู้ - แนะนำให้นักเรียน เลือกหัวข้อโครงงานที่มี ประโยชน์สามารถนำ ผลงานไปใช้ได้จริง

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ - นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้ - นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนยังขาดทักษะการเชื่อมโยงความรู้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถเลือกประเด็นปัญหาที่จะนำมาทำเป็นโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีประโยชน์ได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติบ่อย ๆ เพื่อจะได้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบวินัย	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ในบางกลุ่มจะมีสมาชิกบางคนที่ไม่ให้ความร่วมมือในการทำงานกับเพื่อน	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - แจ้งเกณฑ์การให้คะแนนกลุ่มให้นักเรียนทราบก่อนการปฏิบัติงาน
ระยะที่ 2 ขั้นที่ 2 เริ่มต้น โครงงาน จำนวน 3 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถเลือกหัวข้อเรื่องที่จะนำไปทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ - หัวข้อเรื่องของบางกลุ่มไม่จำเป็นที่จะต้องทำเป็นโครงงานคณิตศาสตร์จึงจะตอบคำถามได้ หรือไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้	1. ด้านความรู้ - แนะนำให้นักเรียนคิดและเลือกปัญหาที่มีความสำคัญ

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ -	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ -
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบ มีระเบียบ	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ให้กำลังใจและแนะนำวิธีการทำงานให้นักเรียนทราบ
ระยะที่ 2 ขั้นที่ 3 ปฏิบัติ โครงงาน จำนวน 5 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ -	1. ด้านความรู้ -
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ - นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนบางกลุ่มเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - แนะนำให้นักเรียนสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้วพิจารณาแล้วทางเลือกที่ดีที่สุด

ตาราง 7 (ต่อ)

ระยะที่	การสะท้อนผลการจัดกิจกรรม	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบวินัย	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนบางคนยังขาดวินัยในการทำงานไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่วางแผนไว้	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - กระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการมีระเบียบวินัยในการทำงาน
ระยะที่ 2 ขั้นที่ 4เสนอ ผลการศึกษา จำนวน 5 ชั่วโมง	1. ด้านความรู้ - นักเรียนสามารถเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้	1. ด้านความรู้ -	1. ด้านความรู้ -
	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนสามารถสื่อสารและนำเสนอได้ - นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - นักเรียนบางคนไม่กล้าที่จะนำเสนอความคิดที่แปลกกว่าเพื่อน	2. ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ - สนับสนุนให้นักเรียนกล้าแสดงออกถึงความคิดที่สร้างสรรค์
	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ - นักเรียนมีความรับผิดชอบ - นักเรียนมีระเบียบวินัย	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - นักเรียนบางคนไม่สนใจฟังเพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอผลงาน	3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ - ตักเตือนนักเรียนและให้ความรู้เรื่องมารยาทของผู้ฟังที่ดี

จากตาราง 7 พบว่า ในการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 1 จะพบปัญหาและอุปสรรคมากกว่าการจัดกิจกรรมในระยะที่ 2 ทั้งในด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ข้อสังเกตที่ได้ในระหว่างการทำเนิการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยพบข้อสังเกตบางประการ ดังนี้

1. การปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ในการทำโครงการคณิตศาสตร์ อันได้แก่ การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา การวางแผนการทำโครงการ และการลงมือทำโครงการ นักเรียนใช้เวลาค่อนข้างมาก ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำเพิ่มเติมให้แก่ นักเรียน ส่วนการเขียนรายงานนั้น นักเรียนยังใช้ภาษาที่จะอธิบายในสิ่งที่ต้องการนำเสนอได้ไม่ชัดเจน ไม่เหมาะสม และไม่กะทัดรัด
2. ในขั้นการคิดและเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถคิดหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะทำโครงการคณิตศาสตร์ได้ และมีความวิตกกังวลว่าเรื่องที่กลุ่มของตนเองคิดและเลือกไว้ สามารถที่จะนำไปทำโครงการคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำแก่นักเรียนว่าควรจะทำเรื่องที่ใกล้ตัว ไม่ยากหรือซับซ้อนจนเกินไป และสามารถทำได้
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ในแต่ละชั่วโมง เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่ ทุกคนได้แสดงออกซึ่งความสามารถและศักยภาพของตนเอง โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม
4. ในบางกิจกรรมนักเรียนบางคนยังสับสนและทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น การเลือกหัวข้อเรื่องเพื่อจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะแก่นักเรียน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถูกต้อง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น นักเรียนมีความสุขและสนุกกับการเรียน และสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง
5. การสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนมีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้เสมอ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และการให้ความสนใจใส่กับนักเรียนทุกคน ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก
6. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา โดยการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำกิจกรรม โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวอยู่เสมอ ซึ่งในบางครั้งอาจทำให้เสียเวลาไปบ้าง แต่นักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง

1. ค่าสถิติพื้นฐานของความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยจำแนกความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน (ด้านละ 5 คะแนน) และโดยรวมปรากฏผลดังตาราง 8

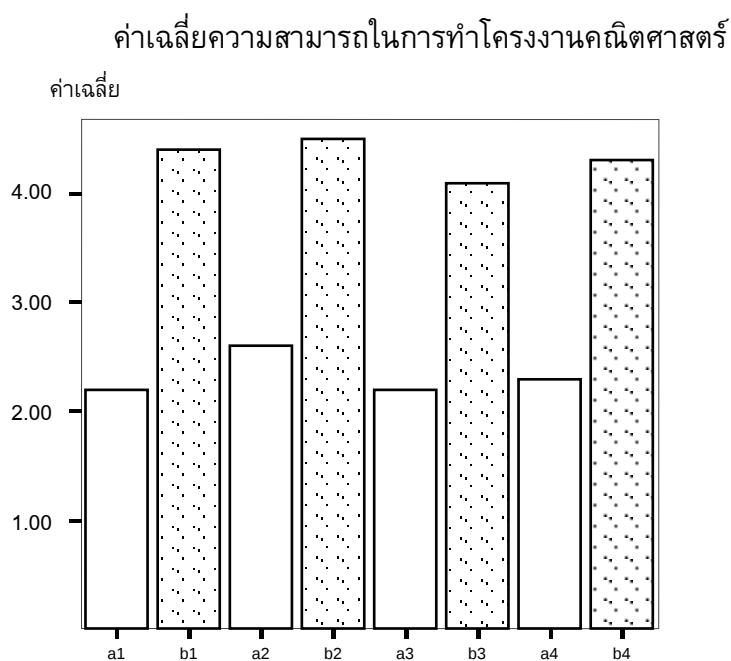
ตาราง 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกรายด้าน และโดยรวม

ความสามารถในการทำ โครงการคณิตศาสตร์	k	ระยะที่ 1			ระยะที่ 2		
		$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.
1. ความรู้เกี่ยวกับ โครงการคณิตศาสตร์	5	2.20	44.00	0.40	4.40	88.00	0.49
2. ทักษะการปฏิบัติงาน	5	2.60	52.00	0.49	4.50	90.00	0.50
3. ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	5	2.20	44.00	0.40	4.10	82.00	0.54
4. การนำเสนอผลงาน	5	2.30	46.00	0.46	4.30	86.00	0.46
รวม	20	9.30	46.50	1.02	17.30	86.50	1.29

จากตาราง 8 พบว่า ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 17.30 คิดเป็นร้อยละ 86.50 และในระยะที่ 1 ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 9.30 คิดเป็นร้อยละ 46.50

เมื่อพิจารณาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์จำแนกรายด้าน ในระยะที่ 2 ด้านทักษะการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.50 คิดเป็นร้อยละ 90.00 ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด 4.10 คิดเป็นร้อยละ 82.00 และในระยะที่ 1 ด้านทักษะการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 2.60 คิดเป็นร้อยละ 52.00 ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด 2.20 คิดเป็นร้อยละ 44.00

เพื่อให้มองเห็นภาพความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ จำแนกรายด้าน ในแต่ละระยะอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ จำแนกรายด้าน

- เมื่อ
- 1 แทน ด้านความรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์
 - 2 แทน ด้านทักษะการปฏิบัติงาน
 - 3 แทน ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
 - 4 แทน ด้านการนำเสนอผลงาน
- a แทน การวัดหลังการปฏิบัติกิจกรรมระยะที่ 1
- b แทน การวัดหลังการปฏิบัติกิจกรรมระยะที่ 2

2. เปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ จำแนกรายด้านและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติ t -test dependent samples ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์จำแนกรายด้านและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

ความสามารถในการทำ โครงการคณิตศาสตร์	ระยะปฏิบัติ โครงการ	N	$\bar{x}$	S.D.	t	P
ความรู้เกี่ยวกับโครงการ คณิตศาสตร์	ระยะที่ 1	30	2.20	.40	29.16	.00
	ระยะที่ 2	30	4.40	.49		
ทักษะการปฏิบัติงาน	ระยะที่ 1	30	2.60	.49	19.00	.00
	ระยะที่ 2	30	4.50	.50		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ระยะที่ 1	30	2.20	.40	14.61	.00
	ระยะที่ 2	30	4.10	.54		
การนำเสนอผลงาน	ระยะที่ 1	30	2.30	.46	17.03	.00
	ระยะที่ 2	30	4.30	.46		
รวม	ระยะที่ 1	30	9.30	1.02	48.16	.00
	ระยะที่ 2	30	17.30	1.29		

จากตาราง 9 พบว่า ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมและจำแนกรายด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการปฏิบัติงาน ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และด้านการนำเสนอผลงาน ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 สูงกว่า ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ค่าสถิติพื้นฐานของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยจำแนกทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองออกเป็น 5 ด้าน (ด้านละ 8 คะแนน) และโดยรวมปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำแนกแต่ละด้าน (ด้านละ 8 คะแนน) และโดยรวม

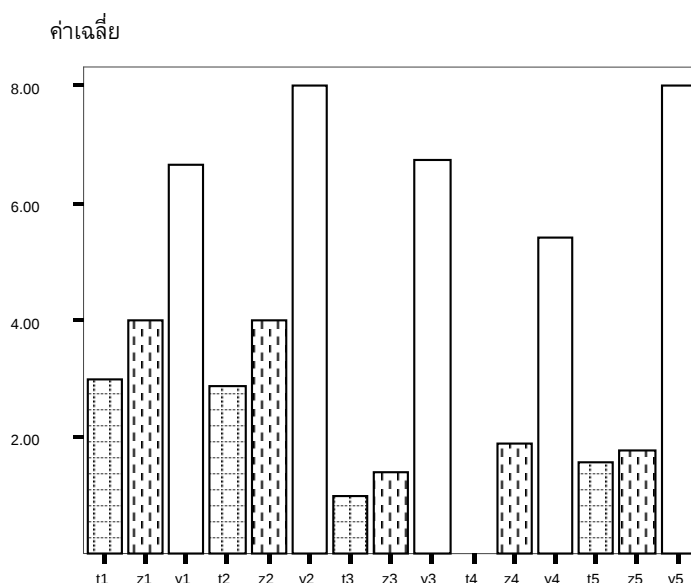
ทักษะการ แสวงหาความรู้ ด้วยตนเอง	k	ก่อนปฏิบัติ			ระยะที่ 1			ระยะที่ 2		
		$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.
1.การกำหนด ประเด็นหัวข้อ ค้นคว้า	8	3.00	37.50	1.50	4.00	50.00	0.00	6.66	83.33	0.47
2.การคาดเดา ผลที่จะได้จาก การค้นคว้า	8	2.86	35.83	1.71	4.00	50.00	0.00	8.00	100.00	0.00
3.การเลือก วิธีการค้นคว้า และการ ดำเนินการ	8	1.00	12.50	0.83	1.40	17.50	0.67	6.73	84.16	0.52
4.การวิเคราะห์ ผลที่ได้จากการ ค้นคว้า	8	0.00	0.00	0.00	1.90	23.75	0.48	5.40	67.50	0.85
5.การสรุปผล การค้นคว้า	8	1.56	19.58	1.77	1.76	22.08	0.67	8.00	100.00	0.00
รวม	40	8.43	21.08	2.22	13.06	32.66	1.01	34.80	87.00	0.99

จากตาราง 10 พบว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยรวม ในระยะที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 34.80 คิดเป็นร้อยละ 87.00 ในระยะที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 13.06 คิดเป็นร้อยละ 32.66 และก่อนปฏิบัติการกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย 8.43 คิดเป็นร้อยละ 21.08

เมื่อพิจารณาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้าน ในระยะที่ 2 ด้านการคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้าและด้านการสรุปผลการค้นคว้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 8.00 คิดเป็นร้อยละ 100.00 ในระยะที่ 1 ด้านการกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้าและด้านการคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 4.00 คิดเป็นร้อยละ 50.00 และก่อนปฏิบัติการกิจกรรม ด้านการกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3.00 คิดเป็นร้อยละ 37.50

เพื่อให้มองเห็นภาพความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้าน ในแต่ละระยะอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 9

ค่าเฉลี่ยทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้าน



ภาพประกอบ 9 ค่าเฉลี่ยทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จำแนกรายด้าน

- เมื่อ
- 1 แทน ด้านการกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า
 - 2 แทน ด้านการคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า
 - 3 แทน ด้านการเลือกวิธีการค้นคว้าและการดำเนินการ
 - 4 แทน ด้านการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า
 - 5 แทน ด้านการสรุปผลการค้นคว้า
- t แทน การวัดก่อนการปฏิบัติการกิจกรรม
- y แทน การวัดหลังการปฏิบัติการกิจกรรมระยะที่ 1
- z แทน การวัดหลังการปฏิบัติการกิจกรรมระยะที่ 2

4. เปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้านและโดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติแบบวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance) ปรากฏผลดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้านและโดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

ทักษะการแสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง	แหล่งความ แปรปรวน	SS	df	MS	F	P
การกำหนดประเด็น หัวข้อค้นคว้า	ระหว่างครั้ง(b)	215.55	2	107.78	129.85	.00
	ภายในครั้ง(w)	24.22	29	.83		
	รวม(t)	239.77	58			
การคาดเดาผลที่จะได้ จากการค้นคว้า	ระหว่างครั้ง(b)	436.35	2	218.17	223.44	.00
	ภายในครั้ง(w)	28.48	29	.98		
	รวม(t)	464.83	58			
การเลือกวิธีการค้นคว้า และดำเนินการ	ระหว่างครั้ง(b)	614.75	2	307.37	904.02	.00
	ภายในครั้ง(w)	15.93	29	.34		
	รวม(t)	630.68	58			
การวิเคราะห์ผลที่ได้ จากการค้นคว้า	ระหว่างครั้ง(b)	450.20	2	225.10	750.33	.00
	ภายในครั้ง(w)	8.76	29	.30		
	รวม(t)	458.96	58			
การสรุปผลการค้นคว้า	ระหว่างครั้ง(b)	802.82	2	401.41	334.50	.00
	ภายในครั้ง(w)	34.82	29	1.20		
	รวม(t)	837.64	58			
รวม	ระหว่างครั้ง(b)	11890.60	2	5945.03	1231.62	.00
	ภายในครั้ง(w)	139.99	29	4.82		
	รวม(t)	13030.60	58			

จากตาราง 11 พบว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมและจำแนกรายด้าน ได้แก่ ด้านการกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า การคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า การเลือกวิธีการค้นคว้าและดำเนินการ การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้าและการสรุปผลการค้นคว้า ก่อนและหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เปรียบเทียบทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้านและโดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน เป็นรายคู่ โดยใช้สถิติแบบการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างน้อยที่สุด (Least Significant Difference Test : LSD) ปรากฏผลดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจำแนกรายด้านและโดยรวมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

ทักษะการแสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง		ก่อนปฏิบัติ	ระยะที่ 1	ระยะที่ 2
การกำหนดประเด็น หัวข้อค้นคว้า	ก่อนปฏิบัติ (3.00)	-	1.00 **	3.67 **
	ระยะที่ 1 (4.00)	-	-	2.67 **
	ระยะที่ 2 (6.66)	-	-	-
การคาดเดาผลที่จะได้ จากการค้นคว้า	ก่อนปฏิบัติ (2.86)	-	1.13 **	5.13 **
	ระยะที่ 1 (4.00)	-	-	4.00 **
	ระยะที่ 2 (8.00)	-	-	-
การเลือกวิธีการค้นคว้า และดำเนินการ	ก่อนปฏิบัติ (1.00)	-	0.40 **	5.73 **
	ระยะที่ 1 (1.40)	-	-	5.33 *
	ระยะที่ 2 (6.73)	-	-	-
การวิเคราะห์ผลที่ได้จาก การค้นคว้า	ก่อนปฏิบัติ (0.00)	-	1.90 **	5.40 **
	ระยะที่ 1 (1.90)	-	-	3.50 **
	ระยะที่ 2 (5.40)	-	-	-
การสรุปผลการค้นคว้า	ก่อนปฏิบัติ (1.56)	-	0.20	6.43 **
	ระยะที่ 1 (1.76)	-	-	6.23 **
	ระยะที่ 2 (8.00)	-	-	-
รวม	ก่อนปฏิบัติ (8.43)	-	4.63 **	26.36 **
	ระยะที่ 1 (13.06)	-	-	21.73 **
	ระยะที่ 2 (34.00)	-	-	-

จากตาราง 12 พบว่า ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยรวม และด้านการกำหนดประเด็นหัวข้อค้นคว้า ด้านการคาดเดาผลที่จะได้จากการค้นคว้า ด้านการกำหนดวิธีการค้นคว้า และดำเนินการ ด้านการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ นั่นคือภายหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในระยยะที่ 1 และระยยะที่ 2 เกิดพัฒนาการของทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองในด้านต่าง ๆ และโดยรวม

ส่วนในด้านการเลือกวิธีการค้นคว้าและดำเนินการ ระหว่างก่อนปฏิบัติการกิจกรรมกับหลังปฏิบัติการกิจกรรมในระยยะที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และระหว่างก่อนปฏิบัติการกิจกรรมกับหลังปฏิบัติการกิจกรรมในระยยะที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนในด้านการสรุปผลการค้นคว้า ระหว่างก่อนปฏิบัติการกิจกรรมและหลังปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 1 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนก่อนปฏิบัติการกิจกรรมกับหลังปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 2 และหลังปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 1 กับหลังปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

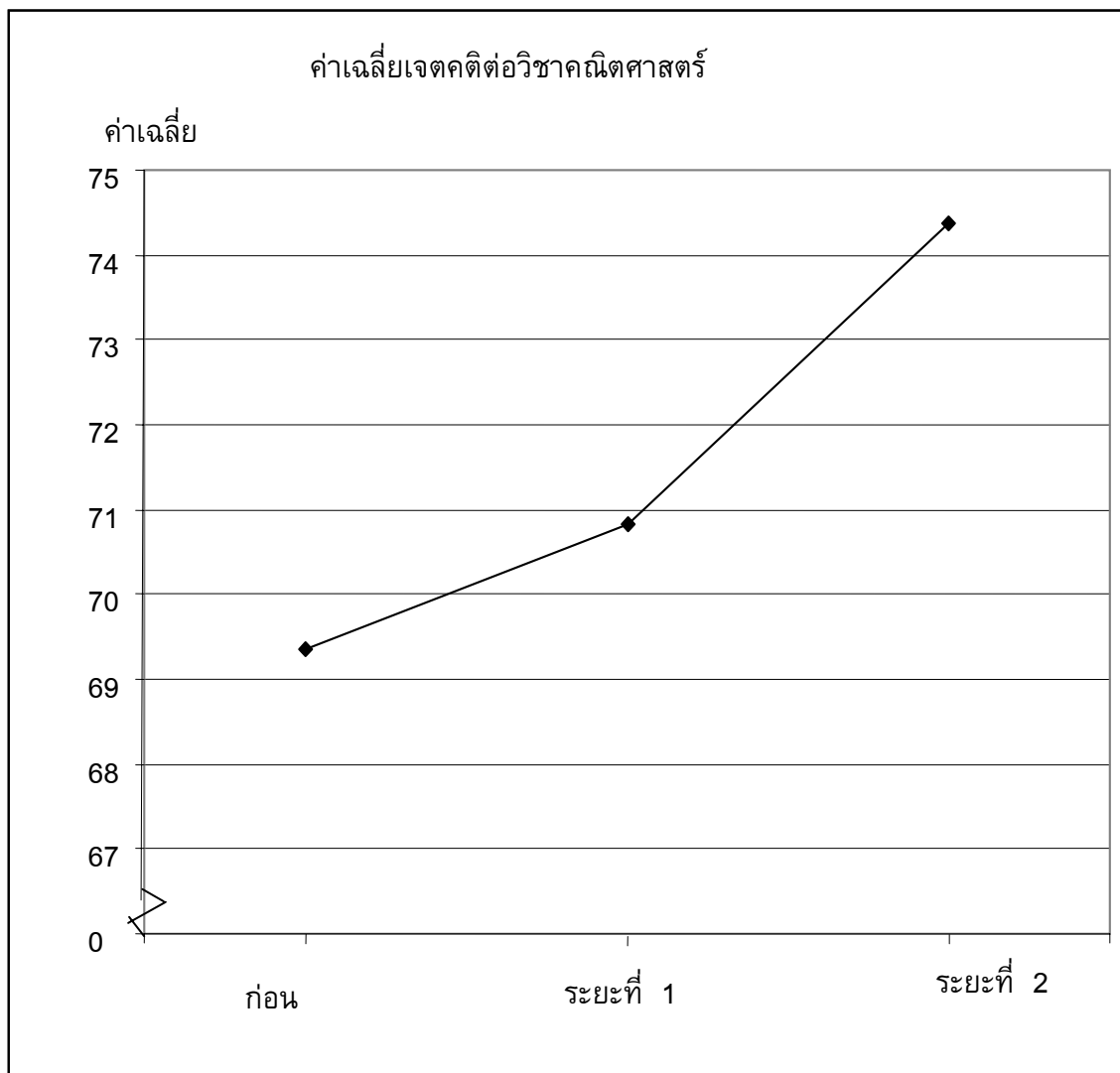
6. ค่าสถิติพื้นฐานของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยยะที่ 1 และระยยะที่ 2 ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยยะที่ 1 และระยยะที่ 2

ก่อนปฏิบัติการกิจกรรม			ปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 1			ปฏิบัติการกิจกรรมระยยะที่ 2		
$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.
69.36	69.36	6.46	70.83	70.83	6.44	74.36	74.36	5.79

จากตาราง 13 พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละระยยะมีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละ 69.36 , 70.83 และ 74.36 ตามลำดับ

เพื่อให้มองเห็นภาพพัฒนาการของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละระยยะอย่างชัดเจน
ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ค่าเฉลี่ยเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละระยะ

7. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 โดยใช้สถิติแบบวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance) ปรากฏผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม(b)	396.35	2	198.17	57.67	.00
ภายในกลุ่ม(w)	99.66	29	3.43		
รวม(t)	492.02	58			

จากตาราง 14 พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 15 ผลการเปรียบเทียบพหุคูณเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

	ก่อนปฏิบัติการ (69.36)	ปฏิบัติการระยะที่ 1 (70.83)	ปฏิบัติการระยะที่ 2 (74.36)
ก่อนปฏิบัติ กิจกรรม	-	0.46 **	5.00 **
ปฏิบัติการ ระยะที่ 1	-	-	3.53 **
ปฏิบัติการ ระยะที่ 2	-	-	-

จากตาราง 15 พบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ นั่นคือภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 เกิดพัฒนาการของเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่สองสูงกว่าในระยะที่หนึ่ง
2. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบ้านดงดินแดง อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์
 - 2.2 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
 - 2.3 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 ถึง วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549 ทำการทดลองเป็นเวลา 40 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์
2. แบบวัดความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์
3. แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่จะได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในครั้งนี้
2. ชี้แจงวิธีการตอบแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
3. เก็บข้อมูลก่อนการทดลอง (Pre-test) ด้วยแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ใช้เวลา 60 นาที) แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบ
4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ชั่วโมง และดำเนินการวัดความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังจากปฏิบัติโครงงานเสร็จสิ้นในแต่ละรอบ โดยในระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้บันทึกการสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของนักเรียน โดยแบ่งเป็นประเด็นหัวข้อการสังเกต 3 ประเด็น คือ ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
5. นำคะแนนที่ได้บันทึกไว้จากการทดสอบโดยใช้แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการทดลอง

วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ การสะท้อนผล การจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรค และแนวทางการแก้ไขจากการประเมินในระหว่างการทดลอง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลหลังการทดลอง

1. วิเคราะห์ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์จากการประเมินตามสภาพจริง โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent Sample
2. วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (Repeated-measures Analysis of Variance)

สรุปผลการวิจัย

1. ระดับความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 86.50
2. ระดับทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 87.00
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 74.36
4. ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 สูงกว่าในระยะที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลการวิจัยพบว่า “ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 สูงกว่าในระยะที่ 1” ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลจาก

1.1 การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปตามลำดับ ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหา นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและคอยช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม ครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้ชี้แนะ คอยให้คำปรึกษา และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งการที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเอง ลงมือปฏิบัติเอง เป็นการท้าทายความสามารถของนักเรียน ก่อทำให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการทำกิจกรรมต่างๆ นักเรียนไม่เบื่อหน่าย ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำโครงการคณิตศาสตร์ได้สำเร็จตามที่มุ่งหวังไว้ อีกทั้งยังเป็นการตอบสนองการแสดงออกในทุกด้านตามศักยภาพของนักเรียน และเป็นการวัดผลที่สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 26 เรื่องการประเมินผลการเรียนรู้พิจารณาจากพัฒนาการของนักเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 14-15) และสอดคล้องกับกระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากสภาพจริงควบคู่กับวิธีอื่นๆและนอกจากนี้การได้ฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ ในเรื่องเดิม จะทำให้นักเรียนได้นำข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานในครั้งแรกมาปรับปรุงแก้ไขการปฏิบัติในระยะที่ 2 ทำให้ผลการปฏิบัติงานในระยะที่ 2 ย่อมประสบผลสำเร็จมากกว่าการปฏิบัติงานในระยะที่ 1

1.2 การประเมินความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยการวัดและประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) ที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบรีค (Rubric Score) บรรยายคุณภาพของงานออกเป็นมาตราวัด (Scale) ให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบมีการวัดพฤติกรรมนักเรียน 4 ด้าน คือ 1) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ 2) ทักษะการปฏิบัติงาน 3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และ 4) การนำเสนอผลงาน ผู้วิจัยประเมินความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์จากการสังเกตพฤติกรรมในทุกๆ ด้านของนักเรียน และเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ ทำให้ทราบถึงการพัฒนาของนักเรียนว่าเกิดการเรียนรู้น้อยเพียงใด และเป็นไปตามสภาพที่แท้จริงของนักเรียนหรือไม่ การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้นักเรียนและครูสะท้อนเป้าหมาย และแนวทางในการประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ. 2542 : 10) ดังนั้นผู้วิจัยจึงสามารถนำผลการประเมินตามสภาพจริงในครั้งแรกมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลทำให้ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ในระยะที่ 2 สูงกว่าในระยะที่ 1

2. จากผลการวิจัยพบว่า “ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติการกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น” ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจาก

2.1 การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาโครงการคณิตศาสตร์วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 แล้วนำมาจัดทำแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ ประธานและกรรมการได้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข ทำให้แผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์มีคุณภาพแล้วนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องและจุดอ่อนแล้วปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นก่อนนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จึงส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัยรัตน์ สุลานาจ (2547 : บทคัดย่อ) ที่ว่า “ภายหลังจากการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ นักเรียนมีทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น”

2.2 การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าและศึกษาด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ ตามความถนัดและความสนใจ ทำให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไม่จำกัด ความคิดไม่ถูกปิดกั้น นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2541 : 5) ลัดดา ภูเกียรติ (2543 : 48) และชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544 : 5) ที่ว่า “การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สามารถพัฒนาทักษะ/กระบวนการต่างๆ ให้แก่นักเรียน นอกจากจะมุ่งฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ปฏิบัติได้จริง และแก้ปัญหาได้แล้วยังเป็นการประเมินความสามารถจริงของนักเรียนในองค์ความรู้ได้อีกด้วย เนื่องจากความสามารถนั้นเกิดจากการบูรณาการความรู้ระหว่างความรู้ที่นักเรียนมีอยู่ในตัวกับทักษะที่ได้รับการ ฝึกฝน และสะสมอยู่ในตัวนักเรียน”

2.3 การจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์นั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนศึกษาค้นคว้าและค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ดังที่ วัฒนาพร ระบับทุกซ์ (2541 : 11) ที่กล่าวว่า การที่ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้กระทำ จะทำให้เกิดความพร้อมและความกระตือรือร้นที่จะเรียนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นด้วย และการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivist) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (2544 : 12) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และทำความเข้าใจโดยนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งที่พบใหม่และสร้างเป็นความรู้ด้วยตนเอง

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้นักเรียนที่ปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์มีทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองหลังจากปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

3. จากผลการวิจัยพบว่า “เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น” ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจาก

3.1 การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์นั้นเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพราะนักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ที่หลากหลาย มีทั้งการแก้ปัญหา การแสดงความคิดเห็น เพื่อค้นคว้าหาข้อมูลที่เป็นคำตอบ รวมทั้งเกิดปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม ซึ่งประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับน่าจะเป็นแนวทางในการเปลี่ยนแปลงและเสริมสร้างเจตคติให้แก่ผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 4-5) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนเองสนใจที่จะศึกษา ลงมือศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเองและค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง เช่นนี้ จะทำให้นักเรียนเกิดความชอบและสนใจในวิชานั้นๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชานั้น

3.2 สภาพการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์จะสอดคล้องกับความรู้ความสามารถ และความต้องการของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง เมื่อสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเองได้นักเรียนจึงเกิดความภาคภูมิใจและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การที่นักเรียนได้แสดงบทบาทและมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น เป็นลักษณะการเรียนการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีขึ้นหรือมีความสุขในการเรียนรู้ ส่งผลให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อาริรัตน์ ขวัญทะเล (2546 : บทคัดย่อ) ผลการวิจัยพบว่า เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนการสอนด้วยการทำโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .01

จากผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ซึ่งนักเรียนได้เลือกศึกษาเรื่องที่สนใจและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ตลอดจนมีการนำเสนอผลของการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นทราบ โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำเท่าที่จำเป็น ในระหว่างที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม นักเรียนได้ฝึกทักษะการทำงานอย่างมีระบบและฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ จึงถือได้ว่าโครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตจริงอันจะเป็นการสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

นอกจากนี้แล้วยังเป็นการฝึกให้นักเรียนฝึกแสวงหาความรู้ ฝึกการทำงานกลุ่ม ฝึกความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ตนคิด หรือทำให้ผู้อื่นเข้าใจ (สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคนอื่น ๆ. 2544 : 4) ตลอดจนสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 กล่าวคือ “ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ”

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาได้ แต่ต้องใช้เวลาและความอดทน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ และครูควรเลือกวิธีการสอนรวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย น่าสนใจ และควรทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างรวดเร็วและคงทน

1.2 การจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์จะเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ถ้าครูผู้สอนให้โอกาสนักเรียนได้คิด สืบเสาะหาความรู้ และปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะแก่นักเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ และยังส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอีกด้วย

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย และเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพราะจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ และทำให้นักเรียนเกิดทักษะ/กระบวนการต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ ไปศึกษาผลในด้านต่างๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นต้น

2.2 ควรส่งเสริมและพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการสอนต่างๆ เช่น การสอนแบบสืบสวนสอบสวน การสอนแบบอุปนัย การสอนแบบแก้ปัญหา เป็นต้น ให้นักเรียนในระดับชั้นต่างๆ หรือใช้วิธีการสอนที่มีความหลากหลายในแต่ละชั่วโมง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีเดชา
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการ. (2544ก). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- (2544ข). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- (2544ค). เอกสารหมายเลข 12 : สรุปคำบรรยายการวัดและการประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.
- (2544ง). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ.
- (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.
- คำเพียร ปราณิราช. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติและความรับผิดชอบ ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ สัญญาการเรียนกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็น ผู้สร้างองค์ความรู้. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2542, สิงหาคม). โครงการงานทางเลือกใหม่ของการสร้างปัญญาชน. วารสาร วิชาการ. 2(8) : 33-38.
- เนติศักดิ์ ชุมชุม. (2540). รวบรวมบทความบทเรียน : นวัตกรรมจากโครงการพัฒนาทรัพยากร. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชนาธิป พรกุล. (2544, ตุลาคม). การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 4(10) : 15-18.
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2544). เอกสารแบบฝึกหัดโครงการคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- ชัยรัตน์ สุลานาจ. (2547). ผลของการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการ

- ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2541). โครงการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
ดี สูงสว่าง. (2546). การส่งเสริมความสามารถและเจตคติในการแสวงหาความรู้ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ในชุมชนและธรรมชาติ.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- ทิสนา แคมมณี. (2542, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : โมเดล
ชิปปา (CIPPA MODEL). วารสารวิชาการ. 2(5) : 2-30.
- ธนู ฤทธิกุล. (2542, มิถุนายน). การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ.
2(6) : 42-45.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงการ คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลจิตต์ เชาวศิริติพงศ์. (2540, เมษายน - มิถุนายน). รูปแบบการสอน Group Investigation.
สารพัฒนาหลักสูตร. 16(129) : 69 – 74.
- นลินี ทิหอคำ. (2541). ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โจทย์
ปัญหา และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์
กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- นิยม ไชยวงศ์. (2544). “ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ” การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้น
ผู้เรียนเป็นสำคัญ : การสอนแบบรูปแบบการเรียนการสอนและการประเมินผลจากสภาพ
จริงวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ดับบลิว.เจ.พรีอเพอดี.
- นิโลบล นิ่มกัณฑ์ ; และคนอื่นๆ. (2540). การศึกษาการนำรูปแบบการเรียนรู้ด้วยโครงการ
วิทยาศาสตร์ไปสร้างเครือข่ายที่ปรึกษาและครูวิทยากรในโรงเรียนระดับประถมและ
มัธยมศึกษา. (น.ม.ว.). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2534). เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัย
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สามเจริญพาณิชย์.
- โบลท์ และ ฮอบส์. (2540). 101 โครงการคณิตศาสตร์ = *Mathematics Projects*. ยูพิน พิพิชกุล
และสิริพร ทิพย์คง. แปลและเรียบเรียง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ประภา เพ็ญสุวรรณ. (2520). ทศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ
: ไทยวัฒนาพานิช
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2523). เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาจิตวิทยาทั่วไป.
กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- พรรณี ช. เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ตันอ้อ แกรมมี
- ไพจิตร สดวกการ. (2538). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุสิตบัณฑิต.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. (2542). เอกสารชุดวิชาการสื่อสาร หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช.
- ภาวนา ภูมิศรีสอาด. (2533). การศึกษาการจัดกิจกรรมสร้างเสริมวิธีการแสวงหาความรู้ในกลุ่มสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มานิช ต้นชนวนิชย์. (2537, พฤษภาคม). การศึกษาความคิดรวบยอดทางจริยธรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำแนกตามเพศของนักเรียนและอาชีพของผู้ปกครอง. วารสารศึกษาศาสตร์ มข. 5(3) : 45-46.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2544). โครงการคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- เยาวพา เตชะคุปต์. (2544, เมษายน). การทำโครงการในชั้นเด็กเล็ก. วารสารการศึกษาปฐมวัย. 5(2) : 9-13.
- มาลี จุฑา. (2544). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: อักษรการพิมพ์.
- ระพีพันธ์ ครามมี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่ง แก้วแดง. (2542). ปฏิบัติการศึกษไทย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). โครงการเพื่อการเรียนรู้: หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. (2539). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.

- วรรณ ขุนศรี. (2546, มีนาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. 6(3) : 73-75.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540, เมษายน-มิถุนายน). ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้. วารสาร สสวท. 26(101) : 109-112.
- วรวรรณ สังสัพพันธ์. (2540). ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความสามารถด้านการแสวงหาความรู้ การประมวลผลอย่างอัตโนมัติและการคิดขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (เอกวิทย์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545, กันยายน). การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. วารสารวิชาการ. 5(9) : 58-65.
- วัฒนาพร ระเบียบทุกข์. (2545). เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- วารี ถิระจิตร. (2534). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2542). การออกแบบและการพัฒนาระบบการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิรัตน์ บัวขาว. (2544, กันยายน). โครงการ : กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 4(9) : 8-11.
- วิโชติ พงษ์สิริ. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิโรจน์ วัฒนานิมิตกุล. (2540). การพัฒนาและประเมินรูปแบบการสอนโดยใช้สาระอิงบริบทเพื่อส่งเสริมความใฝ่รู้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(ประถมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ สุนทรเสถียร. (2531). เจตคติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ดี.ดี.บุคส์ไตร์
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.). (2545). โครงการกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- สมพร แผลงภู. (2541). การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2541). คู่มือโครงการงานคณิตศาสตร์.

กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

สงวน สุทธิเลิศอรุณ. (2532). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต

สมวงษ์ แปลงประสพโชค ; และคนอื่นๆ. (2544). คู่มือการสอนโครงการงานคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP.

สวนา พรพัฒน์กุล. (2522). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิริลักษณ์ วงษ์เพชร. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียน และ ความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุชา จันทรเฒ. (2527). จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช

สุปราณี พูนประสิทธิ์. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบในการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการสอนด้วยชุดการเรียนรู้การสอน 3 แบบ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุพล วังสินธุ์. (2543, กันยายน). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่โครงการ. วารสารวิชาการ. 3(9) : 11-15.

----- . (2543, มิถุนายน). โครงการ : การเรียนรู้สู่ปี 2000. วารสารวิชาการ. 3(6) : 9-16.

สุภาพร เสียงเรืองแสง. (2540). ผลการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุวัฒน์ มุททเมธา. (2522). การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษา สำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บางกอกบล๊อค.

อัญชลี สิรินทร์วรารัง. (2543). สอนวิทยาศาสตร์อย่างไรในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคอง. (2543, กรกฎาคม-ตุลาคม). การสอนตามแนวคิดทฤษฎี Constructivist ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. วารสารครุศาสตร์. 29(1) : 74-78.

- อารีรัตน์ ขวัญทะเล. (2546). *การศึกษาผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและตัวเลขของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการทำโครงการคณิตศาสตร์*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง. (2544, มีนาคม). โครงการ. *วารสารการศึกษา กทม.* 24(6) : 18-25.
- อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง ; และคนอื่นๆ. (2543, มิถุนายน). โครงการ. *วารสารวิชาการ.* 3(6) : 17-24.
- อุดมศักดิ์ ธนะกิจรุ่งเรือง ; และ ศิริอร อินทร์ตลาดชุม. (2544). *โครงการ : ชุดเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- Adam, Sam., Ellis, C. Leslie. ; & Beeson, B.F. (1977). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper and Row.
- Allinger, Glenn D. ; and others. (1999). *Mathematics Projects Handbook*. Reston, Va: NCTM.
- Allport, Gardon W. (1935). *Handbook of Social Psychology*. Clark University Press, Mass.
- Alsop, John Keough. (1996, February). The Effect of Mathematics Instruction Based on Constructivism on Prospective Teachers' Conceptual Understanding, Axitey, and Confidence. *Dissertation Abstracts International*. 56(8) : 3038-A.
- Brook, Martin G.; & Brook, Jacqueline Gren. (1993). *In search of understanding : the case of constructivist Classroom/with a new introduction by another*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brown, William F. ; & Wayne H. Holtzman. (1976). *SSHA Manual Survey of study Habits and Attitudes*. New York: Psychological Corporation.
- Brown, James W. (1973). *Instruction Technology Media and Methods*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Cohen, Marcus S. and others. (1991). *Student Research Projects in Calculus*. Washington, D.C.: The Mathematical Association of America.
- Cook, Alen Peter. (1995). On the Creation of Constructivist Instructional Process for Selected Topics in Algebra. *Dissertation Abstracts International*. 55(10) : 3124-A.
- Driscoll, Marcy P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ferguson, L. W. (1981). *Personality Measurement*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Gredler, Margaret E. (1997). *Learning and Instruction Theory into practice*. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: McGraw-Hill Book Co.

- Hillgard, Ernest R. (1967). *Introduction to Psychology*. New York: Harcourt, Brace and Worle
- Martin, Ralph E.; & et al. (1994). *Teaching Science for All Children*. Boston: Allyn and Bacon.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: NCTM.
- Perkin, D.N. (1991). What Constructivism Demands of The Learner. *Educational Technology*. 31(9) : 20.
- Polya, Gyorgy. (1957). *How to Solve It : a new aspect of Mathematical method*. New York: Doubleday.
- Shaw, M.E. ; & J. M. Wright. (1967). *Scales for the Measurement of Attitudes*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Simon, Martin A. (1993). Toward A Constructivist Perspective : The Impact of Mathematics Teacher in Service Program on Student. *Educational Studies in Mathematic*. 25(4) : 331 - 340.
- Triandis, Harry C. (1971). *Attitudes and Attitudes Change*. New York: John Wiley and Sons, Ins.
- Trujillo, Karen Marie. (1998). "Student Attitudes Toward Mathematics Projects (Alternative Assessment, Cooperative Learning." *Dissertation Abstracts International*. (Online). 59-07A.
- Wagner, David Richard. (2002). "Being in a Mathematical Place: Brief Immersions in Pure Mathematics Investigation." *Masters Abstracts International*. (Online). 41-01.
- Wilson, James W. (1971). "Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics", in *Handbook on formative and Summative Evaluation of Student Learning*. U.S.A: McGraw-Hill.
- Wilson, J.W. ; and others. (1993). "Mathematics Problem Solving" in *Research Idea for the Classroom (High School Mathematics)*. Patricia, S. Wilson. (eds.). New York: Macmillan.
- Yager, R.E. (1991). The Constructivist Learning Model. *The Science Teacher*. New York David Mckay. 52 - 57.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตารางค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
2. ตารางค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ตารางค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
4. ตารางค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตาราง 16 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

ข้อที่	r
1	.459
2	.487
3	.571
4	.582

ตาราง 17 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i
1	261	765	.651
2	259	155	.889
3	260	580	.802
4	264	252	.805
			$\sum S_i = .996$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื่องจาก $n = 4$; $\sum s_i^2 = .931$ และ $s_t^2 = 2.504$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad \alpha &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\
 &= \frac{4}{4-1} \left\{ 1 - \frac{.931}{2.504} \right\} \\
 &= \frac{4}{3} (1 - 0.372) \\
 &= \frac{4}{3} (0.628) \\
 &= 0.8373
 \end{aligned}$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

ตาราง 18 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	r	ข้อที่	r
1	0.760	11	0.366
2	0.301	12	0.745
3	0.565	13	0.301
4	0.590	14	0.270
5	0.395	15	0.534
6	0.374	16	0.727
7	0.321	17	0.302
8	0.371	18	0.556
9	0.617	19	0.339
10	0.532	20	0.428

ตาราง 19 ค่า $\sum X_i$ ค่า $\sum X_i^2$ ค่า S_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	S_i
1	3.733	13.937	0.785
2	3.067	9.404	0.254
3	3.167	10.027	0.530
4	4.233	17.921	0.679
5	4.533	20.551	0.629
6	3.267	10.671	0.639
7	3.900	15.210	0.759
8	3.633	13.201	0.615
9	3.467	12.017	0.776
10	4.133	17.084	0.776

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i
11	3.600	12.960	0.723
12	3.567	12.721	0.773
13	4.600	21.160	0.621
14	3.900	15.210	0.759
15	3.667	13.444	0.802
16	3.567	12.721	0.858
17	3.267	10.671	0.583
18	4.033	16.267	0.580
19	3.833	14.694	0.874
20	3.200	10.240	0.406
			$\sum s_i = 5.798$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เนื่องจาก $n = 4$; $\sum s_i^2 = 9.844$ และ $s_t^2 = 33.620$

ดังนั้น

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

$$= \frac{20}{20-1} \left\{ 1 - \frac{9.844}{33.620} \right\}$$

$$= \frac{20}{19} (1 - 0.293)$$

$$= \frac{20}{19} (0.707)$$

$$= 0.7442$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งหมด

ภาคผนวก ข

1. แผนดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
2. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์
3. แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
5. แบบวัดความสามารถในการทำโครงการ

แผนดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

ตาราง 20 แผนดำเนินการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
1.	1. มีความรู้เกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์	1. บอกความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 2. บอกหลักการของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 3. บอกจุดมุ่งหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 4. ระบุประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 5. ระบุขั้นตอนการทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้ 6. อธิบายวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ 7. เขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	1. ให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 1 “ความรู้สึกเล็กๆ ในใจ” 2. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการทำใบงานที่ 1 ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรและมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง 3. ให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เรื่องโครงงานคณิตศาสตร์ 4. ให้นักเรียนสรุปความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 2 “ฉันคือใคร” 5. ให้นักเรียนนำผลสรุปที่ได้จากการทำใบงานที่ 1 มาอภิปรายต่อไปว่าสามารถนำหัวข้อใดไปทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้บ้าง ลงในใบงานที่ 3 “ฉันคือปัญหา” 6. ยกตัวอย่างการค้นพบยาเพนนิซิลินของเฟลมมิงโดยใช้แผ่นโปร่งใสที่ 1 7. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 “การแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์” 8. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงขั้นตอนวิธีการค้นพบของเฟลมมิง 9. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการทางวิทยาศาสตร์ว่ามี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนระบุปัญหา ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน ขั้นตอนทดลองและขั้นสรุป โดยใช้แผ่นโปร่งใสที่ 2 ประกอบ	9

ตาราง 20 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
			10. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์ประเภทต่างๆ 11. ให้นักเรียนช่วยกันจัดประเภทตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์ออกเป็นกลุ่มๆ ตามความเข้าใจของนักเรียนลงในใบงานที่ 5 “จัดกลุ่มให้ฉันหน่อย” 12. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ 13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 3 ประกอบ 14. ครูอธิบายขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์แต่ละประเภทประกอบการอธิบาย 15. นำผลที่ได้จากการทำใบงานที่ 3 มาให้นักเรียนช่วยกันวางแผนขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 6 “มาวางแผนกันก่อน” 16. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ 17. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 4 ประกอบ 18. ให้นักเรียนทำใบงานที่ 6 “ปัญหามินิโตสู่โครงงานคณิตศาสตร์”	

ตาราง 20 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
			19. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ 20. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปเป็นวิธีการเขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์	
2.	สามารถเลือกหัวข้อเรื่องที่จะนำไปทำโครงงานคณิตศาสตร์ได้	1. คิดและเลือกหัวข้อปัญหาที่จะศึกษาได้อย่างเหมาะสม 2. เขียนเค้าโครงของโครงงานคณิตศาสตร์ได้	1. ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับขั้นตอนในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ 2. ให้นักเรียนร่วมกันเสนอหัวข้อปัญหาที่สนใจที่จะนำมาทำเป็นหัวข้อปัญหาที่จะศึกษา พร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการเลือกหัวข้อนั้นๆ 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปการคิดและวิธีการเลือกปัญหาที่จะนำมาศึกษา โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 1 ประกอบ 4. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดหัวข้อปัญหาที่จะนำมาศึกษา แล้วค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อปัญหา พร้อมทั้งเลือกปัญหาที่จะศึกษา แล้วทำใบงานที่ 1 “โครงงานคณิตศาสตร์ของเรา” 5. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ โดยให้นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้นำเสนอผลงานเป็นผู้ร่วมอภิปรายซักถาม และมีครูเป็นผู้ชี้แนะเพิ่มเติม หลังจากที่ได้รับตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนแล้ว	5

ตาราง 20 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
2.	สามารถเลือกหัวข้อเรื่องที่จะนำไปทำโครงการคณิตศาสตร์ได้	1. คิดและเลือกหัวข้อปัญหาที่จะศึกษาได้อย่างเหมาะสม 2. เขียนเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ได้	6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการเขียนเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้เติมเต็มให้สมบูรณ์	
3.	สามารถปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้	สามารถลงมือทำโครงการคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง	1. ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการคิดและเลือกหัวข้อปัญหาที่จะศึกษา รวมทั้งวิธีการเขียนเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและซักถามเกี่ยวกับวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าที่ได้ระบุไว้ในเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ (ใบงานที่ 1 “โครงการคณิตศาสตร์ของเรา”) 3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามเกี่ยวกับหลักการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 1 ประกอบ 4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำโครงการคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ 5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์อีกครั้ง โดยใช้วิธีการถามตอบ 6. ครูแจกแบบประเมินความก้าวหน้าให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลการทำงานในกลุ่ม เมื่อประเมินผลแล้วให้ส่งแบบประเมินคืนครู	5

ตาราง 20 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
4.	สามารถเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้	1. เขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ได้ 2. อธิบายหลักการและวิธีการทำโครงการคณิตศาสตร์ได้ 3. บอกผลของการทำโครงการคณิตศาสตร์ได้ 4. บอกปัญหาหรืออุปสรรคในการทำโครงการคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งบอกข้อเสนอแนะได้	1. ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับขั้นตอนการทำโครงการคณิตศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทำโครงการคณิตศาสตร์ 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถาม โดยใช้แผนโปรงใสที่ 1-3 ในประเด็นต่างๆ ดังนี้ - การเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ - การแสดงผลงานโครงการคณิตศาสตร์ - การประเมินผลโครงการคณิตศาสตร์ 3. ครูมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเตรียมการจัดแสดงผลงานของโครงการคณิตศาสตร์ 4. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ และการแสดงผลงานโครงการคณิตศาสตร์ 5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ และเตรียมการจัดแสดงผลงานโครงการคณิตศาสตร์ โดยครูตรวจสอบผลการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า ในการเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ และการแสดงผลงานโครงการคณิตศาสตร์มีลำดับขั้นตอนอย่างไรบ้าง	5

ตาราง 20 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
			7. ครูแจกแบบประเมินความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลการทำงานในกลุ่ม เมื่อประเมินเสร็จแล้วส่งคืนครู 8. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เกี่ยวกับการนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ และการประเมินผลโครงงานคณิตศาสตร์ 9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจับสลากเพื่อเรียงลำดับการนำเสนอผลงาน พร้อมทั้งแจกแบบวัดความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ 10. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงงานคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งครูและนักเรียน (กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ) ร่วมกันประเมินผลการทำโครงงานคณิตศาสตร์ 11. ครูและนักเรียน (กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ) ร่วมกันอภิปรายซักถามและชี้แนะ (เพิ่มเติม) หลังจากแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้ว 12. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ได้จากการทำโครงงานคณิตศาสตร์ รวมทั้งบอกปัญหาหรืออุปสรรคในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ในครั้งนี้ 13. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปวิธีการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ โดยมีครูคอยเสริมให้สมบูรณ์	

ตาราง 20 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
5.	สามารถ ปรับปรุง/พัฒนา โครงงาน คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ได้	1. เผยแพร่โครงงาน คณิตศาสตร์ได้ 2. บอกประโยชน์ที่ ได้รับจากการทำ โครงงานคณิตศาสตร์ ได้	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและ ซักถามเกี่ยวกับการทำโครงงาน คณิตศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการ ทำโครงงาน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันฝึก ทำใบงานที่ 1 “อย่างนี้...ต้องขยาย” 3. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมา นำเสนอผลงาน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ พร้อมทั้งครูและนักเรียนกลุ่มอื่นร่วม อภิปรายซักถาม 4. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและ อภิปรายซักถามเกี่ยวกับการเผยแพร่ โครงงานคณิตศาสตร์ และประโยชน์ที่ ได้รับจากการทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 1-2 ประกอบ	3
6.	สามารถเลือก หัวข้อเรื่องที่จะ นำไปทำ โครงงาน คณิตศาสตร์ได้	1. คิดและเลือกหัวข้อ ปัญหาที่จะศึกษาได้ อย่างเหมาะสม 2. เขียนเค้าโครงของ โครงงานคณิตศาสตร์ ได้	1. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 คน แล้ว ให้นักเรียนช่วยกันคิดหัวข้อปัญหาที่จะ นำมาศึกษา แล้วค้นคว้าหาข้อมูล เกี่ยวกับหัวข้อปัญหา พร้อมทั้งเลือก ปัญหาที่จะศึกษา แล้วทำใบงานที่ 1 “โครงงานคณิตศาสตร์ของเรา Version.2” 2. แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงาน หน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ โดย ให้นักเรียนกลุ่มที่ยังไม่ได้นำเสนอ ผลงานเป็นผู้ร่วมอภิปรายซักถาม และมี ครูเป็นผู้ชี้แนะเพิ่มเติม หลังจาก ที่ตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้น เรียนแล้ว	3

ตาราง 20 (ต่อ)

แผนที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
7.	สามารถปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้	สามารถลงมือทำโครงการคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและซักถามเกี่ยวกับวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าที่ได้ระบุไว้ในเค้าโครงของโครงการคณิตศาสตร์ (ใบงานที่ 1 “โครงการคณิตศาสตร์ของเรา Version.2”) 2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำโครงการคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนที่วางแผนไว้ 3. ครูแจกแบบประเมินความก้าวหน้าให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลการทำงานในกลุ่ม เมื่อประเมินผลแล้วให้ส่งแบบประเมินคืนครู	5
8.	สามารถเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ได้	1. เขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ได้ 2. อธิบายหลักการและวิธีการทำโครงการคณิตศาสตร์ได้ 3. บอกผลของการทำโครงการคณิตศาสตร์ได้ 4. บอกปัญหาหรืออุปสรรคในการทำโครงการคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งบอกข้อเสนอแนะได้	1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายงานโครงการคณิตศาสตร์ และเตรียมการจัดแสดงผลงานโครงการคณิตศาสตร์ โดยครูตรวจสอบผลการปฏิบัติงานของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 2. ครูแจกแบบประเมินความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลการทำงานในกลุ่ม เมื่อประเมินเสร็จแล้วส่งคืนครู 3. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาจับสลากเพื่อเรียงลำดับการนำเสนอผลงาน พร้อมทั้งแจกแบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ 4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงการคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งครูและนักเรียน	5

ตาราง 20 (ต่อ)

แผน ที่	ผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง	จุดประสงค์การเรียนรู้	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)
			(กลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอ) ร่วมกัน ประเมินผลการทำโครงการคณิตศาสตร์ 5. ครูและนักเรียน (กลุ่มที่ไม่ได้ นำเสนอ) ร่วมกันอภิปรายซักถามและ ชี้แนะ (เพิ่มเติม)หลังจากแต่ละกลุ่ม นำเสนอเสร็จแล้ว 6. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลที่ ได้จากการทำโครงการคณิตศาสตร์ รวมทั้งบอกปัญหาหรืออุปสรรคในการ ทำโครงการคณิตศาสตร์ในครั้งนี้	

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่ 1

ระยะวางพื้นฐาน

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2548

จำนวน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดกิจกรรมย่อยชั่วโมงที่ 1

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ บอกความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ได้

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

2.2.1 สามารถให้เหตุผลจากปัญหาที่น่าเสนอ

2.2.2 สามารถสื่อสาร และนำเสนอผลการปฏิบัติงาน

2.2.3 สามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงาน

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.3.1 การทำงานเป็นระบบ

2.3.2 ความรับผิดชอบ

2.3.3 ความมีระเบียบวินัย

3. สาระการเรียนรู้

ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ หลักการและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจที่จะศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ อย่างเป็นอิสระด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการวิจัย โดยมีครูผู้สอนและ/หรือผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำปรึกษาแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ อาจเป็นโครงงานเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 1 “ความรู้สึกดีๆ ในใจ”

4.2 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการทำใบงานที่ 1 ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้สึกต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรและมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไรบ้าง

4.3 ให้นักเรียนดูวีดิทัศน์เรื่องโครงงานคณิตศาสตร์

4.4 ให้นักเรียนสรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์ ลงในใบงานที่ 2 “ฉันคือใคร”

4.5 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลจากการทำใบงานที่ 2 ว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์อย่างไร โดยใช้แผ่นโปสเตอร์ที่ 1 “ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์” ประกอบการอภิปรายและสรุป

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

5.1 วิดีทัศน์เรื่องโครงการคณิตศาสตร์

5.2 แผ่นโปสเตอร์ที่ 1 “ความหมายของโครงการคณิตศาสตร์”

5.3 ใบงานที่ 1 “ความรู้สึกลึกๆ ในใจ”

5.4 ใบงานที่ 2 “ฉันคือใคร”

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม 2. ตรวจผลการทำใบงาน	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป	- แบบบันทึกการสังเกต - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. บันทึกหลังสอน

7.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

7.2 แนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนา

.....

7.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน.....

.....

7.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป.....

.....

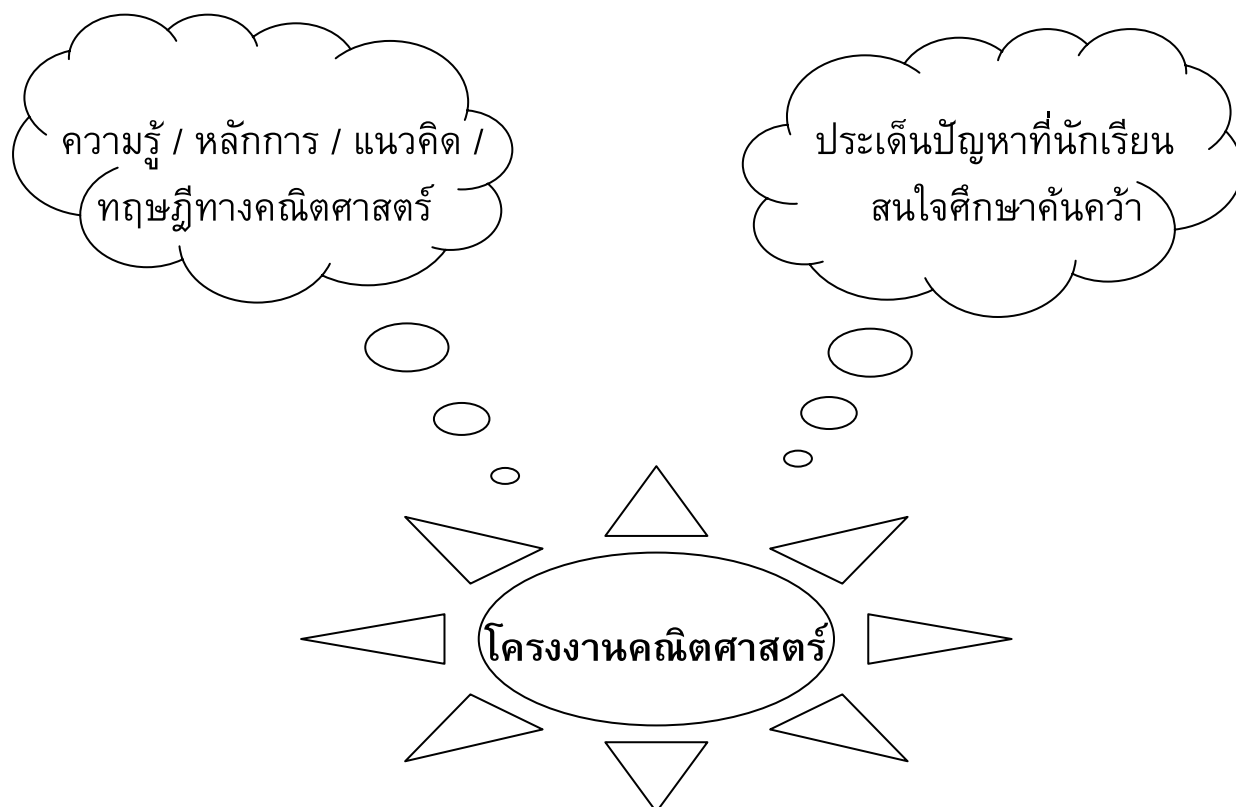
8. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แผ่นโปรงใสที่ 1

“ความหมายของโครงงานคณิตศาสตร์”



ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
ตามความสามารถ / ความถนัด
อย่างเป็นอิสระ

ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
หรือกระบวนการวิจัย

ครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา
และแนะนำ

ใบงานที่ 1

“ความรู้สึกเล็กๆ ในใจ”

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนความรู้สึกที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

[illegible]

ใบงานที่ 2

“ฉันคือใคร”

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่
คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปความหมายของโครงการคณิตศาสตร์

[illegible]

แผนการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่ 1

ระยะวางพื้นฐาน

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2548

จำนวน 9 ชั่วโมง

แผนการจัดกิจกรรมย่อยชั่วโมงที่ 4

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานคณิตศาสตร์

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ ระบุประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ได้

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

2.2.1 สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบที่น่าเสนอ

2.2.2 สามารถสื่อสาร และนำเสนอผลการปฏิบัติงาน

2.2.3 สามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผลงาน

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

2.3.1 การทำงานเป็นระบบ

2.3.2 ความรับผิดชอบ

2.3.3 ความมีระเบียบวินัย

3. สาระการเรียนรู้

ประเภทของโครงงานคณิตศาสตร์ โครงงานคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภทคือ

1. โครงงานประเภทศึกษาค้นคว้า (Documentation Projects)
2. โครงงานประเภททดลอง (Experimental Projects)
3. โครงงานประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ (Development Projects)
4. โครงงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย (Theoretical Projects)

4. กิจกรรมการเรียนรู้

4.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์ประเภทต่างๆ

4.2 ให้นักเรียนช่วยกันจัดประเภทตัวอย่างโครงงานคณิตศาสตร์ออกเป็นกลุ่มๆ ตามความเข้าใจของนักเรียนลงในใบงาน “จัดกลุ่มให้ฉันหน่อย”

4.3 แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยใช้แผ่นโปสเตอร์

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์ โดยใช้แผนโปรงใส “ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์” ประกอบ

5. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 5.1 แผนโปรงใส “ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์”
- 5.2 ใบงาน “จัดกลุ่มให้ฉันหน่อย”
- 5.3 ตัวอย่างโครงการงานคณิตศาสตร์
- 5.4 แผนโปรงใสที่ 3 “วิธีการทางวิทยาศาสตร์”
- 5.5 แผนโปรงใส (สำหรับการนำเสนอ)

6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป	- แบบบันทึกการสังเกต
2. ตรวจผลการทำใบงาน		- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. บันทึกหลังสอน

7.1 ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนา

.....

7.2 แนวทางการแก้ปัญหาหรือพัฒนา

.....

7.3 ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน.....

.....

7.4 แนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป.....

.....

8. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

แผ่นโปรงใส

“ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์”

ประเภทของโครงการงานคณิตศาสตร์

1. โครงการงานประเภทศึกษาค้นคว้า
(Documentation Projects)

2. โครงการงานประเภททดลอง
(Experimental Projects)

3. โครงการงานประเภทการพัฒนาหรือ
การประดิษฐ์ (Development Projects)

4. โครงการงานประเภทการสร้างทฤษฎีหรือ
การอธิบาย (Theoretical Projects)



ในงาน
“จัดกลุ่มให้ฉันหน่อย”

ชื่อกลุ่ม ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวอย่างโครงการคณิตศาสตร์ที่ครูนำมาให้พิจารณา พร้อมทั้งบอกหลักในการจัดกลุ่มด้วย

[illegible]

แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน

เลข ที่	ชื่อ - สกุล	ความรับผิดชอบ			ความมีระเบียบวินัย			การทำงานอย่างเป็น ระบบรอบคอบ			รวม	สรุป ผล
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
13.												
14.												
15.												
16.												
17.												
18.												
19.												
20.												
21.												
22.												
23.												
24.												
25.												
26.												
27.												
28.												
29.												
30.												

เกณฑ์การประเมิน

3 - 4 ถือว่าพอใช้ (1)

5 – 7 ถือว่าดี (2)

8 – 9 ถือว่าดีมาก (3)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย และแนะนำชักชวนผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มีการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	-สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ตัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

แบบบันทึกการสังเกต

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ความสนใจ			ความร่วมมือ			การตอบคำถาม			รวม	สรุป ผล
		3	2	1	3	2	1	3	2	1		
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
13.												
14.												
15.												
16.												
17.												
18.												
19.												
20.												
21.												
22.												
23.												
24.												
25.												
26.												
27.												
28.												
29.												
30.												

เกณฑ์การประเมิน

3 - 4 ถือว่าพอใช้ (1)

5 - 7 ถือว่าดี (2)

8 - 9 ถือว่าดีมาก (3)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความสนใจ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	สนใจเรียน ตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่นกับเพื่อน ตลอดเวลาที่ครูอธิบายหรือทำกิจกรรม
2 ดี	สนใจเรียน ตั้งใจเรียน แต่ในบางเวลาอาจคุยหรือเล่นกับเพื่อนบ้าง
1 พอใช้	ไม่ค่อยสนใจเรียน มักจะคุยหรือเล่นกับเพื่อนในขณะที่ครูกำลังอธิบายหรือทำกิจกรรมเสียมากกว่า

2. ความร่วมมือ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	ให้ความร่วมมือในทุกกิจกรรมที่ปฏิบัติเป็นอย่างดี และมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม
2 ดี	ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติทุกกิจกรรม แต่บางครั้งขาดความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม
1 พอใช้	ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมในบางกิจกรรม ส่วนใหญ่ขาดความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรม

3. การตอบคำถาม

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	ให้ความสนใจต่อคำถามของครู และตอบคำถามที่ครูถามทุกครั้ง
2 ดี	ให้ความสนใจต่อคำถามของครู แต่ตอบคำถามที่ครูถามเป็นบางครั้ง
1 พอใช้	ไม่ค่อยให้ความสนใจต่อคำถามของครู และตอบคำถามที่ครูถามเป็นบางครั้ง

แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

แบบวัดทักษะ

การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

คำชี้แจง

✎ ให้นักเรียนศึกษาโจทย์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
อย่างละเอียด รอบคอบ แล้วตอบคำถามตามประเด็นที่กำหนดให้
ในแต่ละข้อ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

✎ ในแต่ละข้อจะมีคำถามทั้งหมด 5 ประเด็น แต่ละประเด็น
จะมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน 1 ข้อคำถามจะมีคะแนนเต็ม 10
คะแนน ดังนั้นแบบวัดฉบับนี้จึงมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน

✎ นักเรียนมีเวลาในการทำแบบวัดฉบับนี้ 60 นาที

ตั้งใจตอบคำถามกันนะครับ



ข้อ 1. สมหญิงเป็นคนสูงแต่มีรูปร่างค่อนข้างท้วม จึงมีปัญหาในเรื่องการเลือกสวมใส่เสื้อผ้าให้เหมาะสมกับตนเองอยู่เสมอ สัปดาห์หน้าจะมีงานเลี้ยง สมหญิงต้องการนำผ้าพันสีขาวซึ่งมีอยู่หนึ่งผืนมาตัดเป็นชุดเพื่อใส่ไปในงาน แต่ก็ไม่ต้องการที่จะใส่เสื้อสีขาวธรรมดา ๆ นักเรียนจะช่วยออกแบบลวดลายผ้าผืนนี้ได้อย่างไรให้สวยงามและเหมาะสมกับเธอ

1. ประเด็นหัวข้อที่นักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าคือเรื่องใด เพราะเหตุใดจึงเลือกศึกษาเรื่องนั้น
จงให้เหตุผลประกอบ

2. เมื่อศึกษาเรื่องนี้เสร็จสิ้นแล้ว สิ่งที่นักเรียนจะได้รับคืออะไร เพราะเหตุใดจึงได้รับสิ่งนั้น จง
ให้เหตุผลประกอบ

3. นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนสนใจศึกษา
พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

4. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าตามวิธีการที่นักเรียนเลือกแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์
ข้อมูลที่ได้ได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

5. นักเรียนจะสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

ข้อ 2. น้องแก้วต้องการกลองเพื่อนำไปใส่ของขวัญให้พี่สาว เนื่องในโอกาสที่เรียนจบปริญญาตรี จึงไปซื้อกระดาดแข็งมาหนึ่งแผ่นเพื่อที่จะทำกลองใส่ของขวัญเอง แต่ตอนนี้ยังคิดไม่ออกว่าจะตัดกระดาดอย่างไรจึงจะทำกลองที่มีพื้นที่ให้มากที่สุดได้ นักเรียนมาช่วยน้องแก้วคิดหน่อยเสียว่าจะตัดกระดาดอย่างไรดีจึงจะทำกลองที่มีพื้นที่ให้มากที่สุด และมีเศษกระดาดเหลือน้อยที่สุด

1. ประเด็นหัวข้อที่นักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าคือเรื่องใด เพราะเหตุใดจึงเลือกศึกษาเรื่องนั้น
จงให้เหตุผลประกอบ

.....

2. เมื่อศึกษาเรื่องนี้เสร็จสิ้นแล้ว สิ่งที่นักเรียนจะได้รับคืออะไร เพราะเหตุใดจึงได้รับสิ่งนั้น จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนสนใจศึกษา พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าตามวิธีการที่นักเรียนเลือกแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

ข้อ 3. วันนี้คุณครูสอนเรื่องวงกลม กูกโกจึงได้เห็นสัญลักษณ์แปลก ๆ ตัวหนึ่ง ซึ่งคุณครูบอกว่าเจ้าสัญลักษณ์นี้เรียกว่า พาย (π) กูกโกก็เลยสงสัยว่าเจ้าสัญลักษณ์นี้มีประวัติความเป็นมาและความสำคัญอย่างไร นักเรียนช่วยหาคำตอบให้กูกโกได้หรือไม่

1. ประเด็นหัวข้อที่นักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าคือเรื่องใด เพราะเหตุใดจึงเลือกศึกษาเรื่องนี้
จงให้เหตุผลประกอบ

.....

2. เมื่อศึกษาเรื่องนี้เสร็จสิ้นแล้ว สิ่งที่นักเรียนจะได้รับคืออะไร เพราะเหตุใดจึงได้รับสิ่งนั้น จง
ให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

3. นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจศึกษา
พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

4. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าตามวิธีการที่นักเรียนเลือกแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์
ข้อมูลที่ได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

ข้อ 4. น้องโอ้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 วันนี้คุณครูสอนให้นับเลขจาก 1 – 20 น้องโอ้ไม่เข้าใจว่าทำไมไม่อ่านเลข 11 ว่า สิบหนึ่ง และทำไมจึงอ่านเลข 20 ว่า ยี่สิบ นักเรียนเคยสงสัยเหมือนกับน้องโอ้หรือไม่ และนักเรียนจะช่วยหาคำตอบเรื่องนี้ให้น้องโอ้ได้อย่างไร

1. ประเด็นหัวข้อที่นักเรียนจะต้องศึกษาค้นคว้าคือเรื่องใด เพราะเหตุใดจึงเลือกศึกษาเรื่องนั้น
จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

2. เมื่อศึกษาเรื่องนี้เสร็จสิ้นแล้ว สิ่งที่นักเรียนจะได้รับคืออะไร เพราะเหตุใดจึงได้รับสิ่งนั้น จง
ให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างจึงจะได้รับข้อมูล ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนสนใจศึกษา
พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

4. เมื่อนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าตามวิธีการที่นักเรียนเลือกแล้ว นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์
ข้อมูลที่ได้ได้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะสรุปผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้อย่างไร จงให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การกำหนดประเด็นหัวข้อคั่นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นหัวข้อคั่นคว้า การกำหนดขอบเขตของการคั่นคว้า การอธิบายประเด็นคั่นคว้า และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคั่นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	ตั้งประเด็นหัวข้อคั่นคว้าได้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครอบคลุมขอบเขตที่ต้องการศึกษา อธิบายและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคั่นคว้าได้กระชับ ชัดเจน มีเหตุมีผล
1	ตั้งประเด็นหัวข้อคั่นคว้าได้สอดคล้องกับสถานการณ์และครอบคลุมขอบเขตที่ต้องการศึกษาเพียงบางส่วน พยายามอธิบายและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคั่นคว้าได้ชัดเจนบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

2. การคาดเดาผลที่จะได้จากการคั่นคว้า หมายถึง ความสามารถในการตั้งประเด็นคาดเดาผล การอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับประเด็น และการแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผล

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	ตั้งประเด็นคาดเดาผลที่ถูกต้อง อธิบายรายละเอียดและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผลอย่างสมเหตุสมผล
1	การตั้งประเด็นคาดเดาผลถูกต้องบางส่วน อธิบายรายละเอียดและแสดงความคิดเห็นต่อประเด็นคาดเดาผล
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

3. การเลือกวิธีการคั่นคว้าและการดำเนินการ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกวิธีการคั่นคว้า การเลือกวิธีการคั่นคว้า การวางแผนการคั่นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนด การคาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการคั่นคว้า และการการดำเนินการศึกษาคั่นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	จำแนกและเลือกวิธีการค้นคว้าที่ถูกต้อง เหมาะสม มีการวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนดชัดเจน เป็นระบบ คาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้าได้ ครอบคลุมหัวข้อที่ศึกษา ดำเนินการศึกษาค้นคว้าถูกต้องตามลำดับขั้นตอนและมีประสิทธิภาพ
1	จำแนกและเลือกวิธีการค้นคว้าถูกต้องบางส่วน มีการวางแผนการค้นคว้าตามแนวทางที่ได้กำหนดชัดเจนบางส่วน คาดคะเนสิ่งที่จะเป็นอุปสรรคในการค้นคว้าได้และดำเนินการศึกษาค้นคว้าถูกต้องตามลำดับขั้นตอนบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

4. การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการจำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูล รวมทั้งการพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูล

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	จำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูลด้วยวิธีการที่ถูกต้อง เหมาะสม และพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล
1	จำแนก จัดกลุ่ม และจัดลำดับข้อมูลด้วยวิธีการที่ถูกต้องบางส่วน และพิจารณาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของข้อมูลได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

5. การสรุปผลการค้นคว้า หมายถึง ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูล การอภิปรายผล การค้นคว้า การสรุปกระบวนการในการค้นคว้า และการประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้า

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	สังเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลการค้นคว้าได้อย่างสอดคล้อง สมเหตุสมผล สรุปกระบวนการในการค้นคว้าและประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าถูกต้อง กระชับ ชัดเจน มีประสิทธิภาพ
1	สังเคราะห์ข้อมูล อภิปรายผลการค้นคว้าได้บางส่วน สรุปกระบวนการในการค้นคว้าและประเมินกระบวนการที่ใช้ในการค้นคว้าถูกต้องบางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการใดๆ

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

คำชี้แจง แบบวัดฉบับนี้มีจำนวน 20 ข้อ คำถามทั้งหมดมุ่งถามความรู้สึก ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์

วิธีตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อว่าตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียนมากน้อยเพียงใด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเพียงเครื่องหมายเดียว

มากที่สุด หมายถึง ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด

มาก หมายถึง ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนมาก

ปานกลาง หมายถึง ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนปานกลาง

น้อย หมายถึง ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนน้อย

น้อยที่สุด หมายถึง ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนน้อยที่สุด

กรุณาตอบให้ครบทุกข้อและตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียน เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้

การตอบแบบวัดฉบับนี้จะไม่ส่งผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน และคำตอบของท่านจะเก็บไว้เป็นความลับ ไม่นำไปเปิดเผยในที่ใด ๆ ทั้งสิ้น

ตัวอย่างการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษา...		...✓...			
00. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าเบื่อหน่าย.....					...✓...

จากตารางหมายความว่า

0. นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่าควรแก่การศึกษามาก

00. นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่น่าเบื่อหน่ายเลย

ขอขอบคุณทุกท่านที่ใช้ความร่วมมือ

นางสาวรุจิรัตน์ รุ่งหัวไผ่

นิสิตปริญญาโท

สาขาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา

ข้อความ	ระดับความรู้สึก				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่.....					
1. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์					
2. มีเนื้อหาไม่ทันสมัย					
3. น่าเบื่อหน่าย					
4. ทำทนายความสามารถ					
5. ไม่ได้ส่งเสริมการคิดวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ					
6. ช่วยให้ผู้เรียนคิดและทำงานอย่างเป็นระบบ					
7. มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี					
8. มีเนื้อหายากและซับซ้อนเกินไป					
9. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น					
10. ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ข้าพเจ้า.....					
11. รู้สึกกลัวเมื่อต้องออกไปทำกิจกรรมคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน					
12. ไม่รู้สึกเดือดร้อน แม้ข้าพเจ้าจะไม่มีความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เลย					
13. จะมีความกระตือรือร้นเมื่อถึงชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์					
14. ชอบทำกิจกรรมคณิตศาสตร์มากกว่ากิจกรรมอื่น					
15. เต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมทุกชนิดที่เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์					
16. ไม่ชอบทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง					
17. มีความกังวลเกี่ยวกับการสอบวิชาคณิตศาสตร์มากกว่าวิชาอื่น					
18. ชอบเล่นเกมทางคณิตศาสตร์					
19. รู้สึกภูมิใจมากเมื่อมีเพื่อนมาถามปัญหาคณิตศาสตร์					
20. ชอบใช้เวลาว่างทำโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ					

แบบวัดความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์

เกณฑ์ในการประเมินผลโครงการ

รายละเอียดเกี่ยวกับเกณฑ์การพิจารณาประเมินผลโครงการในแต่ละด้านมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

ลักษณะพฤติกรรม	ระดับคะแนน	ความหมาย
1. มีพฤติกรรมครบทุกข้อ	5	ดีเยี่ยม
2. ขาดพฤติกรรมเพียง 1 ข้อ	4	ดีมาก
3. ขาดพฤติกรรม 2 ข้อ	3	ดี
4. ขาดพฤติกรรม 3 ข้อ	2	พอใช้
5. ขาดพฤติกรรม 4 ข้อ	1	ควรปรับปรุง

ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นในแต่ละด้าน	
1. ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการ	1. ใช้ศัพท์เทคนิคได้ถูกต้องเหมาะสม 2. ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ถูกต้องและเหมาะสม 3. มีความเข้าใจในหลักการสำคัญๆ ของเรื่องที่ทำ 4. ค้นเอกสารอ้างอิงถูกต้องและเหมาะสม 5. ได้รับความรู้เพิ่มเติมจากการทำโครงการ นอกเหนือจากที่เรียนตามหลักสูตร
2. ด้านทักษะการปฏิบัติงาน	1. ใช้การสังเกตที่นำมาสู่ปัญหา 2. ศึกษาค้นหาข้อมูลหรือข้อเท็จจริง เพื่อเป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังศึกษาเหมาะสม และตั้งสมมติฐานถูกต้องชัดเจน 3. ออกแบบการทดลอง หรือการประดิษฐ์มีความสอดคล้องกับปัญหา หรือสมมติฐาน 4. ใช้การวัดและการควบคุมตัวแปร อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้การรวบรวม ข้อมูล บันทึกข้อมูลมีความถูกต้องเป็นระเบียบเรียบร้อยและเหมาะสม 5. แปลความหมายและการสรุปผล สอดคล้องกับผลที่ได้
3. ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1. ปัญหาหรือเรื่องที่มีความสำคัญและมีความแปลกใหม่ 2. มีการดัดแปลง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมแนวความคิดที่แปลกใหม่ลงไปในการโครงการที่ทำ 3. มีการคิดและใช้วิธีการที่ใหม่ แปลก ในการควบคุมหรือวัดตัวแปร หรือเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ 4. เลือกและใช้วัสดุอุปกรณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ 5. เสนอแนะประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

ความสามารถในการทำโครงการคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นในแต่ละด้าน	
4. ด้านการนำเสนอผลงาน	1. จัดแสดงได้น่าสนใจ ออกแบบและติดตั้งได้สวยงาม 2. เขียนคำอธิบายในแผ่นโปสเตอร์ชัดเจน เข้าใจง่าย 3. จัดแสดงวัสดุอุปกรณ์ได้ครบถ้วน 4. อภิปรายชัดเจนและใช้ภาษาได้ถูกต้องต่อเนื่องสมบูรณ์ 5. ตอบคำถามได้ถูกต้องและคล่องแคล่ว

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการทำ โครงการคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
2. อาจารย์ นวลน้อย เจริญผล
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2
3. อาจารย์ ประสาท สอ้านวงศ์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. แบบวัดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ขวลิต รวยอาจิณ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ เยาวภา พิทักษ์กิจวัฒนา
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาลพบุรี เขต 2

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวรุจิรัตน์	รุ่งหัวไผ่
วันเดือนปีเกิด	17 กันยายน 2518	
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 112 หมู่ 7 ตำบลหนองม่วง	
	อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี 15170	
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านดงดินแดง อำเภอหนองม่วง	
	จังหวัดลพบุรี	

ประวัติการศึกษา

2535	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี
2539	ครุศาสตร์บัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1 วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาสงครณ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
2549	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ