

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์
และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

นางสาววรรณารถ อยู่สุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND CREATIVITY
OF TENTH GRADE STUDENTS USING MATHEMATICAL EXTRA-CURRICULAR
ACTIVITIES AND EXPERIENTIAL LEARNING CYCLE

Miss Woranart Yoosook

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
โดย	นางสาววรรณารถ อยู่สุข
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิตา รักษ์พลเมือง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

วรรณารถ อยู่สุข : การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์. (DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND CREATIVITY OF TENTH GRADE STUDENTS USING MATHEMATICAL EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES AND EXPERIENTIAL LEARNING CYCLE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร.จิมดิษฐ์ ละออปักชิน, 199หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
2. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน) และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยร้อยละ และการทดสอบค่าที (t-test dependent)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา.....หลักสูตรและการสอน.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....การศึกษาคณิตศาสตร์.....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2555.....

538 34007 27 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS : MATHEMATICAL REASONING ABILITY / MATHEMATICAL CREATIVITY / MATHEMATICAL EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES / EXPERIENTIAL LEARNING CYCLE

WORANART YOOSOOK : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL REASONING ABILITY AND CREATIVITY OF TENTH GRADE STUDENTS USING MATHEMATICAL EXTRA-CURRICULAR ACTIVITIES AND EXPERIENTIAL LEARNING CYCLE. ADVISOR : JINNADIT LAORPAKSIN, Ed.D., 199 pp.

The purposes of this research were :

1. to study mathematical reasoning ability of students compare to the criteria of 60% of total score after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle.
2. to compare mathematical reasoning ability of students between before and after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle.
3. to study mathematical creativity of students compare to the criteria of 60% of total score after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle.
4. to compare mathematical creativity of students between before and after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle.

The subjects were 44 tenth grade students of Nakhonnayok Witthayakhom School in first semester of the 2012 academic year. The research instruments consisted of mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle, pretest and posttest for mathematical reasoning ability, and pretest and posttest for mathematical creativity. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, average percent, and t-test.

The results of the study revealed that :

1. mathematical reasoning ability of students after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle was higher than 60% of the set criterion score.
2. mathematical reasoning ability of students after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle was higher than that before learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle at the .05 level of significance.
3. mathematical creativity of students after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle was higher than 60% of the set criterion score.
4. mathematical creativity of students after learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle was higher than that before learning by using mathematical extra-curricular activities and experiential learning cycle at the .05 level of significance.

Department : ..Curriculum and Instruction..

Student's Signature.....

Field of Study : ..Mathematics Education..

Advisor's Signature.....

Academic Year : ..2012.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความรู้ แนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ แก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดี จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ อาจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต อาจารย์อนงค์ลักษณ์ ณ นคร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร ดร.เอื้อ จานทอง และอาจารย์บุญรุ่ง คุ่มตระกูล ที่ให้ความกรุณาเสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ดีในการปรับปรุง แก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สาคร สุทธากร อาจารย์สตาบุ ชาญศิริเมธา อาจารย์นัยนา คำสกุล และอาจารย์ณฤมล ศรีจันทร์ ที่ได้เสียสละเวลา ให้ความช่วยเหลือในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบของนักเรียนเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูอาจารย์ โรงเรียนนครนายกวิทยาคม และโรงเรียนนวมราชานุสรณ์ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ขอขอบใจนักเรียนชั้นม.4/1 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม และนักเรียนชั้นม.4/1 โรงเรียนนวมราชานุสรณ์ ประจำปีการศึกษา 2555 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณรุ่นพี่นิสิตบัณฑิตศึกษาและเพื่อนๆ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณครอบครัวเป็นอย่างสูงที่คอยให้กำลังใจ และคอยห่วงใยช่วยเหลือตลอดการทำวิทยานิพนธ์และตลอดมา จนกระทั่งประสบความสำเร็จดังเช่นทุกวันนี้

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดแต่การวิจัยครั้งนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดา มารดา ตลอดจนครูผู้ประสพวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เบื้องต้นจวบจนปัจจุบัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย.....	9
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	9
สมมติฐานการวิจัย.....	10
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	12
ขอบเขตการวิจัย.....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	14
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
กิจกรรมคณิตศาสตร์.....	16
ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	16
วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	17
ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	19
หลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์.....	22
การเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	23
แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	23
วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	26
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	31
ความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	31
ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	33

	หน้า
แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	37
หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	42
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	43
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	43
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	46
ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์.....	49
แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	52
การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	55
หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	58
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	62
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	67
การศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	67
การออกแบบการวิจัย.....	68
การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	68
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	69
การดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	88
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	94
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	115
สรุปผลการวิจัย.....	118
อภิปรายผล.....	119
ข้อเสนอแนะ.....	124
รายการอ้างอิง.....	126
ภาคผนวก.....	135
ภาคผนวก ก.....	136
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	137
ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ.....	138

ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย.....	140
ภาคผนวก ข.....	142
ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจร การเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	143
ภาคผนวก ค.....	162
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	163
ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	174
ภาคผนวก ง.....	184
ผลการประเมินชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้ เชิงประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ.....	185
ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ.....	186
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์.....	188
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	189
ภาคผนวก จ.....	190
ตัวอย่างผลงานนักเรียน.....	191
ภาคผนวก ฉ.....	195
ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม.....	196
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	199

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการให้เหตุผลเชิงคุณภาพ.....	36
2	แสดงแบบแผนการวิจัย.....	68
3	แสดงแผนการดำเนินกิจกรรม.....	69
4	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง..	77
5	แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง.....	83
6	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลัง จากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	91
7	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	91
8	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าเฉลี่ยร้อยละ (\bar{x} ร้อยละ) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	92
9	แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์.....	93
10	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมและวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb.....	185
11	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	186

ตารางที่		หน้า
12	แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับการวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์.....	187
13	แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความสัมพันธ์ของ แบบสอบคู่ขนานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์.....	188
14	แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความสัมพันธ์ของ แบบสอบคู่ขนานของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์....	189

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงแนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2009	2
2	แสดงวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb.....	7
3	แสดงวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb.....	27
4	แสดงรูปแบบการเรียนรู้ 4 ประเภท และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb	30
5	แสดงบทบาทของครูที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล.....	41
6	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 นักเรียนขาดการอธิบาย รหัสตามที่โจทย์ถาม.....	97
7	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2 นักเรียนไม่สามารถเขียน อธิบายวิธีการได้ครบถ้วน และสมเหตุสมผลได้.....	97
8	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 3 นักเรียนอ้างอิงแนวคิด ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง.....	98
9	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถ เขียนอธิบายโดยอ้างอิงหลักการทางคณิตศาสตร์ได้.....	99
10	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้ แต่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายวิธีการที่สอดคล้อง กับความรู้ดังกล่าวได้.....	99
11	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 11 ตอนที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถ เขียนอธิบายเหตุผลเพื่อตอบคำถามได้ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง	100
12	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 13 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถเขียน อธิบายวิธีการได้อย่างเป็นขั้นตอน และสอดคล้องกับภาพที่วาด.....	101
13	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 14 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถเขียน อธิบายเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้.....	101
14	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 16 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถเขียน อธิบายสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน และมีการอ้างอิงความรู้ทาง คณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย.....	102
15	แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 รูปแบบรหัสที่นักเรียน ส่วนใหญ่สร้างขึ้น ซึ่งยังไม่สะท้อนถึงความริเริ่มสร้างสรรค์.....	104

ภาพที่	หน้า
16 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิดได้ เพียงแนวคิดเดียว.....	104
17 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 1 นักเรียนคิดโดยใช้เพียง แนวคิดเดียว และยังเป็นแนวคิดที่นักเรียนใช้เหมือนกันในทุกกลุ่ม.....	105
18 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 7 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิด ได้หลายคำตอบขึ้น แต่วิธีการคิดยังเป็นวิธีการเดียวกัน และวิธีการดังกล่าว ยังไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข.....	106
19 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถ ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ได้ แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่สามารถ อธิบายวิธีการอย่างละเอียดได้.....	106
20 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 12 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิด ได้เพียงวิธีการเดียว.....	107
21 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 12 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิด ได้หลากหลายวิธี และมีมุมมองในการคิดที่หลากหลาย.....	108
22 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 14 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถคิด ได้หลายคำตอบ มีความแปลกใหม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ.....	109
23 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 15 ตอนที่ 1 นักเรียนสามารถ คิดสร้างสรรค์ผลงานได้แปลกใหม่ แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ และสามารถคิด ได้หลากหลายคำตอบ.....	109
24 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน).....	191
25 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน).....	192
26 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน).....	193
27 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน).....	194
28 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม.....	196
29 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม.....	197
30 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม.....	198

บทที่ 1

บทนำ

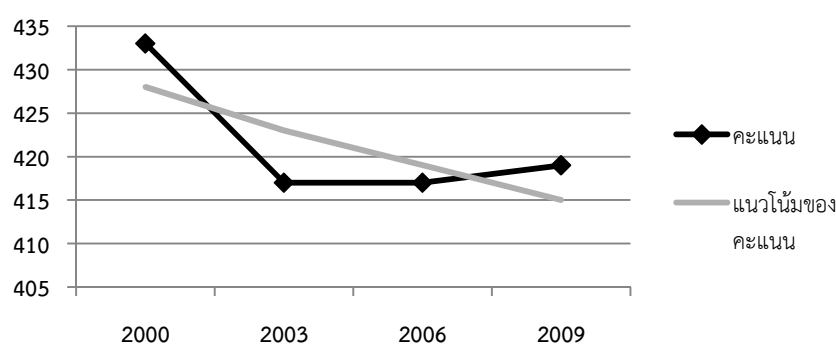
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการพัฒนาประเทศชาติให้มีความก้าวหน้า มีความเจริญทัดเทียมนานาอารยประเทศนั้น ย่อมมีรากฐานมาจากประชาชนในประเทศที่ได้รับการพัฒนาทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา และจิตใจ อย่างสมบูรณ์ ซึ่งการศึกษานับว่าเป็นปัจจัยพื้นฐานประการสำคัญที่จะทำให้มนุษย์ได้รับการพัฒนาในด้านต่างๆ ดังกล่าว สะท้อนได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 1 บททั่วไป ความมุ่งหมายและหลักการ มาตรา 6 ที่ได้ระบุไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 5) เช่นเดียวกับกับแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ.2552 - 2559) ที่นอกจากมุ่งเน้นการพัฒนาคนไทยตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 1 บททั่วไป ความมุ่งหมายและหลักการ มาตรา 6 แล้วยังเน้นพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคมที่มีความเข้มแข็งและมีคุณภาพใน 3 ด้าน คือ เป็นสังคมคุณภาพ สังคมแห่งภูมิปัญญาและการเรียนรู้ และสังคมสมานฉันท์และเอื้ออาทรต่อกัน (สยามรัฐ, 2553) ซึ่งในการจัดการศึกษาเพื่อให้ประชาชนได้รับการพัฒนาไปในทิศทางที่ต้องการ จะต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ที่ระบุไว้ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 11)

คณิตศาสตร์นับว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากคนเราต้องใช้คณิตศาสตร์ในทุกๆ วันของชีวิต มิใช่เพียงแต่ในชั้นเรียนเท่านั้น ดังที่ อัมพร ม้าคนอง (2546: คำนำ) กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศในหลายๆ ด้าน เนื่องจากความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัย และตอบสนองความต้องการในสังคมโลก ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงไม่ควรหยุดเพียงแค่ว่าในห้องเรียน แต่จะต้องมีการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับจากในห้องเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุถึงองค์ความรู้ ทักษะสำคัญและคุณลักษณะของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่าเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตและศึกษาต่อ มีเหตุมีผล มีเจตคติ

ที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2551ข: 10) อีกทั้งมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ยังได้ระบุถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ว่าเป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2551ก: 1)

อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment [PISA]) ขององค์การพัฒนาและความร่วมมือทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]) ที่เน้นไปที่ความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ การใช้เหตุผล และการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่นักเรียนตั้งปัญหา แก้ปัญหา และตีความโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างหลากหลาย รวมทั้งการใช้คณิตศาสตร์ ความผูกพันกับคณิตศาสตร์ เจตคติ และความรู้สึที่เกี่ยวข้อกับคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2547ก: 14) พบว่าผลการประเมินการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มลดต่ำลง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแนวโน้มผลการประเมินคณิตศาสตร์จาก PISA 2000 ถึง PISA 2009 (สสวท., 2553: 8)

จากผลการประเมินการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ.2550 (Trends in International Mathematics and Science Study 2007 [TIMSS 2007]) ของสมาคมนานาชาติ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement [IEA]) ที่ประเมินเนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พบว่านักเรียนไทยมีคะแนน

เฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์อยู่ที่ 441 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่อยู่ 500 คะแนน (สสวท., 2552) และนั่นก็แสดงให้เห็นถึงความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยที่ยังไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาประเทศให้มีอำนาจการแข่งขันเท่าเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว (สสวท., 2547ก: 39 - 40) ดังนั้นในการที่จะพัฒนาประเทศให้เท่าเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงจำเป็นต้องพัฒนา นักเรียนไทยทั้งในแง่ของความรู้ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น และจาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ระบุให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มี ทั้งในส่วนเนื้อหาความรู้ และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กอปรกับการประเมินระดับ นานาชาติที่ประเมินนักเรียนทั้งในด้านเนื้อหา และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึง สะท้อนให้เห็นว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าความรู้ทาง คณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความสามารถใน การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ และ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องพัฒนาให้เกิด ขึ้นกับผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2551ก: 59)

จากแนวคิดที่ว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนิน ชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody, 1993: 2 - 25) กอปรกับคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์คือการ ให้เหตุผล” (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989: 29) ดังนั้น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลจึงเป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญที่ถูก เน้นในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็น กระบวนการคิดที่อาศัยการวิเคราะห์ รวบรวมข้อเท็จจริงหรือแนวคิดนำมาหาความสัมพันธ์หรือ เชื่อมโยง เพื่อให้เกิดข้อเท็จจริงใหม่ (สสวท., 2550) อีกทั้งการคิดหาเหตุผล การใช้เหตุผล และการ ให้เหตุผลยังเป็นทักษะและกระบวนการที่มีความสำคัญที่จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนา กระบวนการคิดให้เหตุผลของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ใน สถานการณ์จริง (กิตติศักดิ์ แก้วทอง, 2547: 5) และความสามารถในการให้เหตุผลนี้ยังทำให้ผู้เรียน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ และเชื่อว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผลที่ผู้เรียน สามารถทำความเข้าใจได้ สามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ได้ด้วยตนเอง (สสวท., 2547ข: 3)

จากแนวคิดและความสำคัญของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น จะ เห็นได้ว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนทั้งในแง่ของการศึกษา เล่าเรียนและในแง่ของการใช้ชีวิตในสังคมปัจจุบัน นอกจากนี้การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ยังเป็น แนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งซึ่งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ (NCTM, 2000: 56) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเป็นองค์ประกอบสำคัญที่

จะช่วยให้เข้าใจคณิตศาสตร์ (Russell, 1999: 1) และในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลยังได้เน้นเรื่องของการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักว่าความรู้ และทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สมเหตุสมผล (Greenwood, 1993) นอกจากนี้ในการพัฒนาการคิดและความสามารถในการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล จากกิจกรรมที่ผสมผสานการคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไป โดยฝึกการคิดวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ของแนวคิด และสรุปแนวคิดจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนจะได้แสดงพฤติกรรมการสืบค้น คาดการณ์ และค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกต ได้อธิบายแลกเปลี่ยนชี้แจงเหตุผลกัน (สสวท., 2544: 6)

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคมโลก ประกอบกับวิทยาการที่ก้าวไกล สิ่งเหล่านี้ล้วนมาจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ จึงอาจกล่าวได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันนี้ ซึ่งในทางการศึกษาการคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นการคิดระดับสูง เป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ ทำให้ได้แนวทางใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน (อัมพร ม้าคนอง, 2553: 64) และจากการที่การศึกษาของผู้เรียนนั้น ผู้สอนไม่สามารถที่จะสอนทุกสิ่งทุกอย่างได้ ผู้เรียนจะต้องคิดค้น และหาทางนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหา ฉะนั้นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ย่อมมีโอกาสใช้ความรู้ได้ดีกว่าผู้ที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ (มีนมาลย์ สุภาพล, 2548: 5) ซึ่งเห็นได้จากประเทศที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ไม่ว่าจะเป็นสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น หรือประเทศในแถบยุโรป ประเทศเหล่านี้นับได้ว่าเป็นผู้นำในด้านต่างๆ ของโลก ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนในประเทศมีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิด และสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ (มิ่งขวัญ ภาคสัณไชย, 2551: 2)

ประเทศไทยนับว่าเป็นประเทศหนึ่งให้เห็นความสำคัญในการพัฒนาคนให้มีความคิดสร้างสรรค์ ดังเห็นได้จากการที่สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้ระบุให้ ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทักษะหนึ่งที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2545: 2) อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดประเภทหนึ่งในมาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ที่ระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพทางการศึกษา, 2547: 92) ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้บรรจุความคิดสร้างสรรค์อยู่ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 6.1 (กระทรวง ศึกษาธิการ กรมวิชาการ, 2551ก: 3) นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่า การศึกษาในทุกวันนี้ได้ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากประเทศต้องการประชากรที่มีคุณภาพสำหรับการพัฒนาประเทศ และความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่มีอยู่ในตัวทุกคน และสามารถส่งเสริมคุณลักษณะนี้ให้พัฒนาสูงขึ้นได้ (Gale, 1961 อ้างถึงใน อารี พันธมณี, 2540) ดังนั้น

ในการที่จะพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผู้เรียนจะต้องได้รับการสอน ผูกฝน และฝึกปฏิบัติที่ถูกต้องวิธี (Torrance, 1965) ผู้สอนไม่ควรจบการแก้ปัญหาเพียงเพราะได้คำตอบที่ต้องการ แต่ควรขยายปัญหานั้นให้มากกว่าคำตอบที่ได้ เพื่อที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์ และสร้างสรรค์ (Krutlik และ Rudnick, 1999)

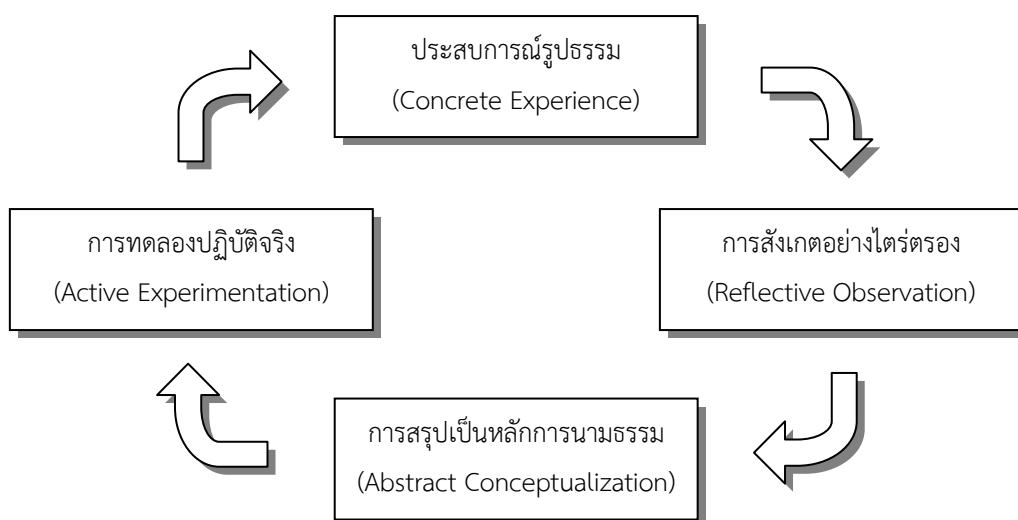
ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ นอกจากจะทำในชั้นเรียนได้แล้ว กิจกรรมคณิตศาสตร์ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สนับสนุนให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากกิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ และเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน (Guberman, 2004: 118 - 122) นอกจากนี้ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2543: 2) ยังได้กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องมีกระบวนการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และประยุกต์ความรู้มาใช้ ควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้เกิดเป็น ทำเป็น รักการคิด และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งตรงกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่มุ่งจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ซึ่งในทางการศึกษาคณิตศาสตร์เราสามารถแบ่งกิจกรรมคณิตศาสตร์ออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังเช่นที่ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 34 - 41) ได้แบ่งกิจกรรมคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) กิจกรรมคณิตศาสตร์นอกห้องเรียน ได้แก่ ชุมนุมคณิตศาสตร์ การจัดค่ายพักแรมคณิตศาสตร์ และการจัดอบรมทางคณิตศาสตร์ และ 2) กิจกรรมคณิตศาสตร์ในห้องเรียน ได้แก่ การจัดมุมคณิตศาสตร์ การจัดป้ายนิเทศคณิตศาสตร์ และการจัดสื่อการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมคณิตศาสตร์ควรเน้นการนำความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปบูรณาการ หรือเชื่อมโยงความรู้ เพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดในสถานการณ์ต่างๆ กิจกรรมเหล่านี้ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีปฏิริยาโต้ตอบระหว่างกันและกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ (สสวท., 2551: 1) นอกจากนี้ กิจกรรมคณิตศาสตร์ยังสามารถจัดให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติทั้งแบบรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และควรเน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง หรือนำประสบการณ์ที่ผู้เรียนประสบในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม

สำหรับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ผู้สอนสามารถจัดได้หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสม และความต้องการของผู้สอนว่าภายหลังจากการทำกิจกรรมแล้วต้องการให้ผู้เรียนเกิดอะไร ซึ่ง Lappan และ Scharm (1989: 18 - 19) ได้เสนอหลักของการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น ค้นหา คาดการณ์ วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด

โดยอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่างๆ การสร้างข้อความ คาคาการณ์ การกำหนดแบบจำลองและการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับ สถานการณ์ นอกจากนี้ กรมวิชาการ (2545) และ สสท. (2547ข) ยังได้ระบุถึงองค์ประกอบหลักที่ ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล ว่าควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้ ให้ผู้เรียนมีโอกาสและ เป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง และผู้สอนควรช่วยสรุป และชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร อีกทั้งลักษณะของกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ควรจะมีลักษณะ 3 ประการ คือ 1) ความไม่สมบูรณ์และเปิดกว้าง (Incompleteness , Openness) พลังแห่งความไม่ สมบูรณ์นั้นจะกระตุ้นการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ ความไม่สมบูรณ์อาจอยู่ในรูปแบบของภาพ เรื่องราว คำถาม พฤติกรรม หรือในแบบแผนของกิจกรรมการเรียนรู้ 2) การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา และการใช้ให้เป็นประโยชน์ (Producing Something and Using It) เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับใน กระบวนการเรียนรู้ในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งวิธีการดังกล่าวว่านักเรียนจะต้องทำงานร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อสร้างความคิดขึ้น นักเรียนแต่ละคนคิดให้ลึกซึ้งลงไปเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ และนักเรียนได้รับการ กระตุ้นให้ทำบางสิ่งบางอย่างจากสิ่งที่ได้คิดขึ้น และ 3) การใช้คำถามของนักเรียน (Using Pupil Question) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถาม และช่วยกันหาคำตอบนั้นๆ ซึ่งจะให้นักเรียนได้ เรียนรู้ทักษะและค้นหาคำตอบ จากการถามคำถามที่สามารถถามได้อย่างอิสระเหล่านั้น (Torrance, 1973: 7 - 9) นอกจากนี้ สมพร หลิมเจริญ (2552: 60 - 61) ยังได้กล่าวถึงหลักการที่สำคัญในการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในหลักสูตรเสริม คือ 1) ยึดผู้เรียน เป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง 2) ฝึกปฏิบัติเทคนิคยุทธศาสตร์ การคิดที่ส่งเสริมและเอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ เช่น การใช้เทคนิคการระดมพลังสมอง การใช้คำถาม ปลายเปิด เป็นต้น 3) จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มีอิสระในการคิด มีอิสระในการปฏิบัติงาน และมี อิสระในการเรียนรู้ 4) สร้างแรงจูงใจ โดยเฉพาะแรงจูงใจภายใน เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความเชื่อมั่นในตนเอง และความกล้าแสดงออก เป็นต้น 5) ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการคิด สร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และคุณค่าของการคิดด้วยตนเอง และ 6) ให้การเสริมแรงทางบวก

นอกจากหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ควรมีกระบวนการที่ชัดเจน เพื่อที่จะ นำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ได้ ซึ่งกระบวนการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยการใช้วงจรการ เรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) ของ Kolb นับว่าเป็นกระบวนการจัดกิจกรรม กระบวนการหนึ่งที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่างๆ อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ แบบมีส่วนร่วม ซึ่งวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1

ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience Cycle) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมุ่งที่จะทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างรอบคอบ เพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปรวบยอดเป็นหลักการต่างๆ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย และขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาความเข้าใจที่สรุปได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อทดสอบว่าถูกต้อง หรือขั้นตอนนี้เน้นที่การประยุกต์ใช้ (Kolb, 1984 อ้างถึงใน เสาวภา วิชาดี, 2554: 177 และพรปภัตสร ปริญาญกุล, 2546: 37) ซึ่งวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์นี้สามารถแสดงได้จากภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb (เสาวภา วิชาดี, 2554: 176)

การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ โดยการถ่ายโอนประสบการณ์เดิม และความรู้ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนแล้ว (Transformation of Experience) การเรียนรู้เกิดขึ้นจากกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้ประสบการณ์เดิมในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัจจุบัน เพื่อสร้างการเรียนรู้ใหม่และเพื่อปรับกระบวนการตัดสินใจในการทำงาน อีกทั้งวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ฝึกฝนทักษะต่างๆ และร่วมเรียนรู้ตลอดกระบวนการ เป็น Active Learning อย่างแท้จริง (แนวทางการจัดการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมสร้างสรรค์ประโยชน์ [CAS:

Creativity,Action,Service], ม.ป.ป.) และจากการศึกษางานวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายภายหลังจากการร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรดีกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร (นวลน้อย เจริญผล, 2533) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิเรืองรอง ชันทะ (2547) ที่ผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และจากงานวิจัยของ รัชดา ยাত্রา (2549) พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

จากแนวคิดทั้งหมดข้างต้นเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และกิจกรรมคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะของการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายเหตุผลแสดงแนวคิดอย่างอิสระ ผ่านการพูดหรือเขียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม หาข้อสรุปพร้อมทั้งยืนยันคำตอบหรือข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ร่วมกันระดมความคิด สืบค้น ค้นหา การจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม จัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธีหรือหาคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ และสนับสนุนการใช้คำถามปลายเปิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถาม และใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นฐานในการคิดหรือสร้างความรู้ใหม่ จัดกิจกรรมที่ทำทลายความสามารถ และเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และกำหนดเวลาเพียงพอที่จะไม่เป็นอุปสรรคในการคิดหรือปฏิบัติกิจกรรม เป็นหลักในการสร้างชุดกิจกรรม ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่า ความสำคัญ และได้เรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ผ่านกระบวนการจัดกิจกรรมที่ใช้วงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb 4 ขั้นตอน คือ ขั้นประสบการณ์รูปธรรม ขั้นการสังเกตอย่างไตร่ตรอง ขั้นการสรุปเป็นหลักการนามธรรม และขั้นการทดลองปฏิบัติจริง นอกจากนี้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ยังทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และพัฒนาตนเองทั้งในแง่ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ในชั้นเรียนอาจพัฒนาได้ไม่เพียงพอ เนื่องจากเวลาอันจำกัด รวมทั้งเนื้อหาที่ครูจะต้องสอนมีมาก และในแง่ของทักษะชีวิต และการอยู่ร่วมกันในสังคม ดังนั้นชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์นี้ จึงเป็นการเสริมให้การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัย ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มหรือไม่
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์หรือไม่
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มหรือไม่
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์หรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Derrington (1993 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธ์, 2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดหลักสูตรเสริมวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นอนุบาล จำนวน 83 คน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ผ่านการใช้หลักสูตรเสริมวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted Child) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีแรงกระตุ้นในการวางแผนบทเรียนที่ได้รับ และมีความกระตือรือร้นในการเรียนและการสอบเพิ่มมากขึ้น

Kurt (อ้างถึงใน Harvoy and Brown, 1998) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ โดยได้นิยามการเรียนรู้ชนิดนี้ว่า การเรียนรู้ในห้องทดลอง (Laboratory Learning) มาใช้ใน National Training Laboratories (NTL) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลปรากฏว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องทดลองสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะทางสังคม และทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่างๆ

จากงานวิจัยของมหาวิทยาลัย Washington (2003) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับแต่ละรายวิชา พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ รูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนได้นำเอาประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับมาสังเกต วิเคราะห์ และพิจารณาอย่างรอบคอบ ก่อนที่จะนำมาสร้างเป็นหลักการหรือแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบที่เน้นประสบการณ์ของ Kolb

นวลน้อย เจริญผล (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 120 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ระดับชั้นละ 40 คน และใช้รูปแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำนวน 20 กิจกรรม และวัดผลโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์วัดผลก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมเสริมหลักสูตร ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าก่อนการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร

ทัศนีย์ ผลเนืองมา และแสงทิวา ไชยยศ (2547) ได้ศึกษาการจัดโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิด โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนที่ผ่านโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ได้รับการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง เกินกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด อีกทั้งนักเรียนร้อยละ 100 มีความรู้สึกรับรู้ต่อการจัดกิจกรรมดังกล่าว

วิเรืองรอง ชันทะ (2547) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง และวัดผลโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนสัมภาษณ์ภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมในแต่ละครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุนวิทยาคม จังหวัดพะเยา จำนวน 74 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 34 คน และวัดผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองยังสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

อภิรักษ์ อติพลอัครพันธุ์ (2548) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนร้อยละ 61.2 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

สมพร หลิมเจริญ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรเสริม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองสกลนคร (ชาตุนารายณ์เจงเวง) จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน และศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนใน 2 มิติ คือ มิติด้านการคิด ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม และมิติด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น

และความเชื่อมั่นในตนเอง โดยใช้หลักสูตรเสริมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยที่ไม่ยึดเนื้อหาเป็นหลัก (Content Free) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อีกทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองยังมีระดับความคิดเห็นต่อหลักสูตรเสริมอยู่ในระดับดีมาก

จากการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยในครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของการบูรณาการความรู้ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรม โดยผู้เรียนจะใช้ทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประกอบการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ชุดกิจกรรมประกอบไปด้วยกิจกรรมที่จัดนอกเหนือจากการจัดการเรียนรู้ปกติ จำนวน 18 กิจกรรม ในแต่ละกิจกรรมเน้นการลงมือปฏิบัติจริง การฝึกฝนทักษะ การเรียนรู้ร่วมกัน และการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นคุณค่าและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการในการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ของ Kolb ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน คือ

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม และรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น

- ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมุ่งที่จะทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างรอบคอบ เพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเอง แลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม
- ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปรวบยอดเป็นหลักการต่างๆ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย
- ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาความเข้าใจที่สรุปได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อทดสอบว่าถูกต้อง หรือขั้นตอนนี้เน้นที่การประยุกต์ใช้

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และ 2) ความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดออกนอกกรอบด้วยการดัดแปลง หรือผสมผสานในหลายแง่มุม หลายทิศทาง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นฐาน เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ประสบอยู่ด้วยรูปแบบใหม่ๆ ความคิดใหม่ๆ หรือด้วยผลผลิตที่แปลกใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) ความคิดคล่อง 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา ในจังหวัดนครนายก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ หรือหลักการ หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั่วไป ที่บูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 4

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคาดว่าจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่ต้องการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้เป็นหลักสูตรเสริมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องการเน้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียน

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ให้เป็นหลักสูตรเสริมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องการเน้นการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่นๆ ที่นอกเหนือจากความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของหลักสูตรเสริมสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ผ่านการจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังนี้

1. กิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.3 ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์
 - 1.4 หลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์
2. การเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
 - 2.2 วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 4.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
 - 4.4 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.6 หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กิจกรรมคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์

กิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่สามารถจัดขึ้นได้ทั้งในและนอกชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ทั้งในด้านของความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยนักการศึกษาได้เรียกกิจกรรมดังกล่าวหลายรูปแบบ เช่น กิจกรรมร่วมหลักสูตร (Co-Curricular Activities) กิจกรรมเสริมหลักสูตร (Extra-Curricular Activities) เป็นต้น ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Guberman (2004: 118 - 122) กล่าวว่าไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ และเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เช่น ความรู้เกี่ยวกับระบบจำนวน วิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

พันทิพา อุทัยสุข (2524: 146) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่เพิ่มพูนความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์

นิรมล แจ่มจรรย์ส (2526: 460) กล่าวว่าไว้ว่า กิจกรรมส่งเสริมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น นอกเหนือจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ และให้นักเรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ เพื่อส่งเสริมความรู้และประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์และประสบการณ์ชีวิตที่นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียนให้แก่นักเรียน

สุชาติ รัตนกุล (2526: 519) กล่าวว่าไว้ว่า ในการสอนกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ วิธีการสอนมีความสำคัญมาก แม้ว่าผู้สอนจะมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี แต่ถ้าไม่รู้จักวิธีการสอน เทคนิคการสอน ผู้เรียนย่อมไม่เกิดความเข้าใจตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ การสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ครูควรจัดกิจกรรมเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอนตามหลักสูตร และส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งทั้งสองส่วนเป็นกิจกรรมที่ครูจำเป็นต้องจัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้และพัฒนาอย่างสมบูรณ์และเต็มรูปแบบ

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 11) กล่าวว่าไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาตามหลักสูตร ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ วิชาการสอนมีความสำคัญมาก แม้ว่าผู้สอนจะมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่ไม่รู้จักใช้วิธีสอน ผู้เรียนย่อมไม่เกิดความเข้าใจตามจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้

นวนน้อย เจริญผล (2533: 12) กล่าวว่าไว้ว่า กิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และได้ฝึกการทำงานร่วมกัน เป็นประสบการณ์นอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544: 42) กล่าวว่าไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมเสริมหลักสูตรกิจกรรมหนึ่ง จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ กิจกรรมคณิตศาสตร์ช่วยเสริมความรู้คณิตศาสตร์และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนช่วยพัฒนาการเติบโตของนักเรียนในทุกด้าน

รัชดา ยাত্রา (2549: 9) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ ประสบการณ์ และความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเองในการเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสนใจของตนเอง เพื่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าในชีวิตประจำวัน

รชนี บุญลือ (2550: 7) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมเสริมหลักสูตรกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งจัดขึ้นเพื่อเสริมความรู้ความสนใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ เนื้อหาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์จะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เนื้อหาของหลักสูตร เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่ตนตั้งไว้ ช่วยเสริมความรู้คณิตศาสตร์และความสนใจของนักเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น

จากความหมายของกิจกรรมคณิตศาสตร์ ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่จัดขึ้น โดยที่เสริมความรู้ เสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเสริมประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นคุณค่า และเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนจะต้องสมัครใจในการเข้าร่วมกิจกรรมนี้ๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ผู้จัดหรือครูผู้สอนย่อมมีวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนแตกต่างกันไป ตามเจตนารมณ์ของครูหรือของนักเรียน ตามสภาพแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ตันบรรจง (2532: 1 - 2) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ 11 ประการ ดังนี้

1. เพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรในชั้นเรียน
3. เพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างครูกับนักเรียนด้วยกัน
4. เพื่อให้นักเรียนค้นพบความสามารถพิเศษ ความถนัด และความสนใจของตนเอง
5. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกันตามแนวแบบประชาธิปไตย
6. เพื่อส่งเสริมให้เป็นผู้มีวินัย รู้จักรับผิดชอบ เคารพกฎข้อบังคับต่างๆ ในสังคมที่ตนอยู่
7. เพื่อฝึกให้เป็นผู้นำ และผู้ตามที่ดี
8. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์
9. เพื่อให้นักเรียนมีความสามัคคี รู้จักการทำงานร่วมกัน รักสถาบันและมีความ

ภาคภูมิใจในสถาบันของตนเอง

10. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
11. ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจอาชีพต่างๆ

ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2544: 28) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ 9 ประการ ดังนี้

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

รัชดา ยাত্রา (2549: 10) ได้กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นการ จัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความรู้ ทักษะและกระบวนการ และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน รวมทั้งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่น ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และมี เจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ด้วย

จากวัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการ และนักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของกิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนภาย หลังจากการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกิจกรรมคณิตศาสตร์จะมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากในหลักสูตร
3. เพื่อให้นักเรียนรู้จักประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว หรืออยู่ใน ชีวิตประจำวัน
4. เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. เพื่อส่งเสริมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
6. เพื่อส่งเสริมการทำงานร่วมกัน และสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียน

1.3 ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์

ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ยังไม่มีรูปแบบที่แน่นอนตายตัว สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ตามเหตุผลในการจัดประเภทตามความเหมาะสม ซึ่งมีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้จัด ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

นิรมล แจ่มจรัส (2526: 468 - 469) ได้แบ่งประเภทของกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ ไว้ 12 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง เช่น การฟังบรรยาย การอภิปราย การโต้วาที เป็นต้น
2. กิจกรรมเกี่ยวกับการพูด เช่น การสัมภาษณ์ การร่วมอภิปราย การร่วมการโต้วาที เป็นต้น
3. กิจกรรมเกี่ยวกับการอ่าน เช่น การรวบรวมทฤษฎี โจทย์ปัญหาต่างๆ การอ่าน หนังสือ บทความ งานวิจัย การรวบรวมข่าว และเหตุการณ์สำคัญทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการแสวงหาความรู้ เช่น การศึกษานอกสถานที่ การชมภาพยนตร์ เป็นต้น
5. กิจกรรมเกี่ยวกับการสะสม เช่น รูปภาพ ผลิกรูปทรงต่างๆ หนังสือหรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

6. กิจกรรมเกี่ยวกับการแข่งขันตอบปัญหา เช่น การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนจัดขึ้น การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างโรงเรียน การแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ของสมาคมหรือองค์กรต่างๆ เป็นต้น

7. กิจกรรมเกี่ยวกับการจัดนิทรรศการ เช่น นิทรรศการในโอกาสพิเศษ การจัดมุมคณิตศาสตร์ การจัดแสดงผลงานของนักเรียน เป็นต้น

8. กิจกรรมเกี่ยวกับโครงการคณิตศาสตร์ เช่น การจัดประกวดโครงการคณิตศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าอย่างอิสระ เป็นต้น

9. กิจกรรมทางศิลปะที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ เช่น ร่วมร้องเพลงคณิตศาสตร์ ประกวดคำประพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ประดิษฐ์งานศิลปะโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

10. กิจกรรมเกี่ยวกับการเผยแพร่ เช่น การจัดทำหนังสือ วารสารรวบรวมความรู้ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

11. กิจกรรมส่งเสริมวิชาการ เช่น จัดห้องสมุดคณิตศาสตร์ จัดห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ จัดป้ายนิเทศ สร้างอุปกรณ์คณิตศาสตร์ จัดบริการช่วยเหลือทางวิชาการแก่นักเรียน และชุมชน เป็นต้น

12. กิจกรรมเกี่ยวกับเกม เช่น การรวบรวมเกมคณิตศาสตร์ การแข่งขันการเล่นเกมคณิตศาสตร์ ประกวดการสร้างเกมใหม่ๆ เป็นต้น

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 4 - 5) ได้แบ่งกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมที่เกี่ยวกับการแข่งขัน เช่น แข่งขันเกมทางคณิตศาสตร์ แข่งขันตอบปัญหาทางคณิตศาสตร์ การประกวดอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การประกวดร้องเพลง และแต่งเพลงที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การประกวดวาดภาพของบุคคลสำคัญทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. กิจกรรมที่ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เช่น การศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ ตำรา เอกสารประกอบการสอน การค้นคว้าจากชุดการสอนสำหรับนักเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น

3. กิจกรรมที่ศึกษาได้จากเครื่องโสตทัศนูปกรณ์ เช่น เทป วีดิโอ เทป วิทยู โทรทัศน์ เครื่องฉายข้ามศีรษะ และแผ่นใส เป็นต้น

4. กิจกรรมเกี่ยวกับการพูด เช่น การจัดอภิปราย การสัมมนาทางคณิตศาสตร์ การเล่าประวัติของนักคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. กิจกรรมเกี่ยวกับการอ่าน และการเขียน เช่น การอ่านบทความ หรือข่าวความเคลื่อนไหวทางคณิตศาสตร์จากหนังสือพิมพ์ แล้วจดหรือบันทึกไว้ การเขียนข่าว หรือเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ลงในหนังสือพิมพ์ หรือติดป้ายนิเทศของหมวดคณิตศาสตร์ เป็นต้น

6. กิจกรรมที่เกี่ยวกับการศึกษานอกสถานที่

7. กิจกรรมที่เกี่ยวกับนันทนาการ

ชัยศักดิ์ สีสัจรสกุล (2542: 34 - 41) ได้แบ่งกิจกรรมคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมคณิตศาสตร์นอกห้องเรียน เป็นกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเหนือจากชั่วโมงเรียนตามปกติ เช่น เวลาพักกลางวัน เวลาก่อนเข้าเรียน หรือตอนเย็นหลังเลิกเรียน วันหยุด หรือระหว่างปิดภาคเรียน ตัวอย่างกิจกรรมได้แก่

1.1 ชุมนุมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นในรูปของชุมนุม กิจกรรมที่จัดมีหลายอย่างเป็นต้นว่า กิจกรรมนอกห้องเรียน ทำอุปกรณ์ - เกมคณิตศาสตร์ การทำโครงการคณิตศาสตร์ การจัดนิทรรศการทางคณิตศาสตร์ และการจัดทัศนศึกษาทางคณิตศาสตร์

1.2 การจัดค่ายพักแรมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่โรงเรียนจัดให้นักเรียน เพื่อให้ศึกษาคณิตศาสตร์จากสิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวัน

1.3 การจัดอบรมทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้กว้างขวางขึ้น

2. กิจกรรมคณิตศาสตร์ในห้องเรียน เป็นกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้นในห้องเรียน โดยใช้เวลาสั้นๆ สิ่งที่ดีเป็นสิ่งที่น่าสนใจ และมีความรู้ความเข้าใจ ตัวอย่างกิจกรรมได้แก่

2.1 การจัดมุมคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่จัดไว้เป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียน โดยจัดเป็นที่วางหนังสือ ชุดการเรียน อุปกรณ์ - สื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา

2.2 การจัดป้ายนิเทศคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่มอบหมายให้นักเรียนจัดทำข่าวสาร หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ หรือความก้าวหน้าทางคณิตศาสตร์มาแสดงที่ป้ายนิเทศเป็นประจำ

2.3 การจัดสื่อการเรียนทางคณิตศาสตร์ เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้จัดสื่อการเรียนทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะเสริมความรู้ตามหลักสูตรมาแสดงให้เห็นเพื่อนๆ เช่น การสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติ การทำแผนภูมิรูปภาพ/แผนภูมิแท่งสองมิติ ฯลฯ

จากประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ตามที่นักวิชาการ และนักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประเภทของกิจกรรมคณิตศาสตร์ เป็นการแบ่งกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อให้เห็นภาพรวมของกิจกรรมคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมคณิตศาสตร์ในลักษณะของกิจกรรมเสริมหลักสูตร ที่มีรูปแบบกิจกรรมในหลายลักษณะ เช่น กิจกรรมเกี่ยวกับการฟัง การพูด การเขียน การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การเล่นเกม การแข่งขัน เป็นต้น

1.4 หลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์

ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน กิจกรรมตามหลักสูตร หรือกิจกรรมนอกเหนือจากหลักสูตร ควรจะต้องมีหลักการที่ใช้สำหรับการจัดกิจกรรม เพื่อให้กิจกรรมมีแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน และเป็นรูปธรรม เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงผลลัพธ์ได้ตรงตามความต้องการ ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาได้เสนอหลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

นฤดี จารุยวรงค์ (2528: 35) ได้กล่าวถึงหลักในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. กิจกรรมที่จัดต้องมีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน โดยคำนึงถึงจุดมุ่งหมายทั่วไปของสถานศึกษา และหลักสูตรร่วมไปด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและขอบเขตของการทำงานด้วย
2. การจัดกิจกรรมต่างๆ ควรมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ มิใช่ผู้สั่งการ ครูควรเป็นผู้ทำหน้าที่ประสานงาน และมีส่วนรับรู้ในการจัดการวางแผน รวมทั้งนโยบายต่างๆ
3. การจัดกิจกรรมมุ่งที่จะพัฒนาตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยคำนึงถึงความสามารถ ความต้องการและความสนใจในการเรียน ให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมด้วยความสมัครใจ เพื่อจะได้ดำเนินงานด้วยความเต็มใจ และได้ผลดี
4. การจัดกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องเรียน และให้เหมาะสมกับสภาพโรงเรียนและสังคม
5. กิจกรรมที่จัดควรเกิดประโยชน์แก่นักเรียนมากที่สุด
6. ในการจัดกิจกรรมต้องได้รับความร่วมมือจากโรงเรียนเป็นอย่างดี ในการจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัด และในบางโอกาสอาจให้นักเรียนช่วยกันจัดหาเองโดยขอความร่วมมือจากที่อื่น
7. ควรมีการประเมินกิจกรรมทุกครั้ง

ยุพิน พิพิธกุล (2528: 7) ได้เสนอหลักในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน โดยที่ครูเป็นที่ปรึกษา ไม่ใช่ครูแสดงเองทุกอย่าง นักเรียนจะเป็นผู้ประสานงาน และนำไปปฏิบัติภายใต้การช่วยเหลือดูแลของครู
2. วางจุดประสงค์ในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรให้ชัดเจน
3. วางแผนการดำเนินงานให้รัดกุม แบ่งหน้าที่รับผิดชอบและมีการประเมินผล
4. เลือกเวลาให้เหมาะสม
5. ควรส่งเสริมให้ได้รับทั้งความรู้และความบันเทิง
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสวงหาประสบการณ์ด้วยตนเอง

จากหลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่นักวิชาการ และนักการศึกษาได้เสนอไว้ข้างต้น สามารถสรุปเป็นหลักการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่สำคัญได้ดังนี้

1. ในการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์จะต้องมีวัตถุประสงค์ในการจัดกิจกรรมที่ชัดเจน
2. กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่จัดขึ้น จะต้องเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนโดยตรง และเป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. ควรจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับหลักสูตร และให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้
4. ภายหลังจากการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ ควรมีการประเมินผลทุกครั้ง

2. การเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ได้นำแนวคิดของนักการศึกษาที่สำคัญของประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วง ศตวรรษที่ 19 ถึงตอนต้นศตวรรษที่ 20 ประกอบด้วยแนวคิดแบบพิพัฒนานิยม หรือพิพัฒนาการนิยม (Progressivism) ของ John Dewey นักปรัชญาชาวอเมริกัน มาใช้กับการศึกษาจนกลายเป็นมาการปฏิรูปทางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาที่เสนอแนวคิดใหม่ ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เนื่องจากธรรมชาติของเด็กมีความกระตือรือร้นที่จะมีส่วนร่วมและมีความต้องการที่จะพึ่งพาตนเอง ดังนั้น นักเรียนควรมีสิทธิในการแสดงความคิดเห็น ได้เรียนรู้จากการกระทำ และมีประสบการณ์ตรงกับสิ่งแวดล้อม ได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ มีโอกาสช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และทำงานร่วมกันอย่างมีความสุข ซึ่งนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ไว้ดังนี้

Bruner (1963) ได้เสนอทฤษฎีพัฒนาการของความคิดมนุษย์ โดยแบ่งแนวคิดของมนุษย์ออกเป็น 3 ชั้น คือ

ขั้นแรก เป็นระยะของการคิดบนพื้นฐานของการกระทำ (Acting) หมายถึง การถ่ายทอดประสบการณ์ด้วยการกระทำ

ขั้นที่สอง เป็นการคิดที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม การพัฒนาความคิดระยะนี้ขึ้นอยู่กับ การมองเห็น การใช้ประสาทสัมผัสและการเกิดภาพในใจ

ขั้นสูงสุด เป็นการพัฒนาความรู้ คือ ความสามารถในการถ่ายทอดประสบการณ์ต่างๆ ด้วยการใช้อสัญลักษณ์ ในระยะนี้สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดแก้ปัญหาได้

กระบวนการคิดทั้งหมดนี้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันตลอดชีวิต ทฤษฎีการสอนของ Bruner เน้นการเรียนการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความคิดของคนมิใช่การสอนเพื่อให้ท่องจำ แต่สอนให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล

Kurt Lewin (n.d. อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2551) ได้เสนอว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะได้อะไรก็ต่อเมื่อมีกระบวนการประสานสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมเข้ากับข้อมูลใหม่ที่เพิ่มขึ้นมาอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ควรเริ่มจากการศึกษาเรื่องราว เหตุการณ์ หรือสิ่งของ โดยนำมาเปรียบเทียบกับประสบการณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้มีการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และการเกิดปฏิกิริยาทางความคิด ข้อมูลที่เกิดจากสิ่งเหล่านี้ อาจเริ่มจากการสังเกตแล้วเกิดความคิดอย่างไตร่ตรอง และวิเคราะห์ในเรื่องที่สังเกตเห็น ทำให้ได้ข้อมูลเข้ามจากการรับรู้ทางใดทางหนึ่ง ซึ่งสมองจะประมวลผลข้อมูลเหล่านั้นแล้วสรุปผลออกมาเป็นข้อมูล หรือความรู้ใหม่ๆ

Page (n.d. อ้างถึงใน พรปภัสสร ปริญาญกุล, 2546: 26) ได้เสนอว่าวัฏจักรการเรียนรู้แบบค้นพบ ซึ่งกล่าวถึงการให้ประสบการณ์ที่ถูกต้องจะทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยแสดงความสัมพันธ์ของประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยวัฏจักร 4 ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบค้นพบ ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 ประสบการณ์ตรง
- ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสังเกตและการคิดไตร่ตรอง
- ขั้นตอนที่ 3 การเกิดมโนทัศน์นามธรรม
- ขั้นตอนที่ 4 การทดลองอย่างจริงจัง

วัฏจักรที่ Page ได้คิดค้นขึ้น เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งใหม่ต่อไป วนเวียนกันไปไม่จบสิ้น กระบวนการเรียนรู้ที่จัดว่าเป็นกระบวนการเรียนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

Piaget (1972) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดที่ว่า การที่คนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดการพัฒนาการทางสติปัญญาขึ้น จึงสรุปได้ว่าสติปัญญาและความคิดจะพัฒนาจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกันระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม โดยธรรมชาติแล้วมนุษย์มีแนวโน้มพื้นฐานติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ประการ คือ การจัดและรวบรวมกระบวนการต่างๆ ภายในเข้าเป็นระบบที่เป็นไปอย่างต่อเนื่องกันตลอดเวลาที่มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาสติปัญญานั้น บุคคลต้องมีการปรับตัว ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการ คือ การดูดซึม ซึ่งเป็นการซึมซับสิ่งต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมตามประสบการณ์ของเขา และการปรับเปลี่ยนความคิด ซึ่งเป็นความสามารถในการปรับความคิดเดิมหรือความเข้าใจเดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสอดคล้องกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ตั้งแต่วัยทารกจนถึงวัยรุ่น ซึ่งจะค่อยๆ ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น

Wittrock (n.d. อ้างถึงใน พรธณี ช. เจนจิต, 2528) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการสอนจากประสบการณ์ใน 4 ระดับ ซึ่งมีความเหมาะสมกับการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา การทดลอง และการสอนแบบโครงงาน โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. ผู้สอนให้หลักการและปัญหา เป็นการสอนที่ผู้สอนกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน วิธีนี้สามารถพัฒนาความคิดของนักเรียนได้ ถ้าผู้สอนมีหลักการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา และกำหนดให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการพิจารณาเลือกหลักการที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้แก้ปัญหา

2. ผู้สอนให้หลักการที่จะใช้ในการแก้ปัญหา แต่ไม่บอกปัญหา วิธีนี้ผู้เรียนจะต้องสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้นเอง หรือกำหนดปัญหาที่สอดคล้อง และนำมาใช้ในการเรียน หรือปฏิบัติการทดลองได้ โดยที่ผู้เรียนจะเป็นผู้วางแผนการทดลอง ตลอดจนออกแบบการทดลองทั้งหมดให้สอดคล้องกับหลักการที่กำหนดให้

3. ผู้สอนไม่ให้หลักการ แต่ให้ปัญหา วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเรียนการสอน เพราะผู้สอนเป็นผู้กำหนดระดับความสามารถในการใช้ความคิด ตลอดจนการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา และผู้สอนมักจะกำหนดให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และไม่ควรจะแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งในส่วนนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้พิจารณาเลือกหลักการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนไม่ให้หลักการและปัญหา วิธีการนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้คิดเองทั้งหมด ลักษณะของปัญหาที่เหมาะสมเป็นลักษณะปัญหาปลายเปิด ปัญหาแบบตอบเสรี ปัญหาในชีวิตจริง หรือปัญหาที่ไม่รู้ขอบเขตของปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องกำหนดขอบเขตของปัญหาใหม่ และวางแผนแนวทางในการแก้ปัญหา รูปแบบการสอนชนิดนี้เป็นการค้นพบที่สมบูรณ์ แบบที่เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในการเรียนระดับสูงมักจะใช้วิธีการค้นพบแบบไม่ชี้แนวทางในงานวิจัยต่างๆ และการทำโครงงานอีกด้วย

ในการจัดการเรียนการสอน Wittrock ได้เสนอว่า ควรใช้การแนะนำแบบไม่ชี้แนวทางในการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนแบบค้นพบอย่างมีทิศทางและประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาตามเวลาที่ได้กำหนดไว้

Kolb (1984) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดของ John Dewey กล่าวคือ กระบวนการสร้างความรู้เกิดจากการปรับเปลี่ยนประสบการณ์ กล่าวคือ การเรียนรู้จากประสบการณ์เริ่มที่ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม จากนั้นผู้เรียนสังเกตแล้วเกิดความคิดอย่างไตร่ตรอง ต่อจากนั้นผู้เรียนสร้างเป็นแนวคิดเชิงนามธรรม แล้วสรุปเป็นหลักการให้ครอบคลุมกว้างขวาง และผู้เรียนทดสอบการใช้แนวคิดหรือหลักการที่ได้มาใหม่นั้น ในสถานการณ์ใหม่อื่นๆ อีกจากการกระทำในขั้นสุดท้ายนี้ผู้เรียนจะได้เผชิญกับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมใหม่อีกครั้ง เป็นการ

เริ่มต้นวงจรของการเรียนรู้จากประสบการณ์ และเกิดการสร้างความรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เกิดเป็นความรู้ใหม่ต่อไป

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของนักวิชาการและนักการศึกษา ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นำความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ จากการคิด พิจารณา ไตร่ตรอง แล้วนำมาสรุปเป็นมโนทัศน์ หรือหลักการในลักษณะของนามธรรม ก่อนที่จะนำมโนทัศน์หรือหลักการดังกล่าวไปทดลองใช้จริงกับสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ๆ ขึ้นกับผู้เรียน

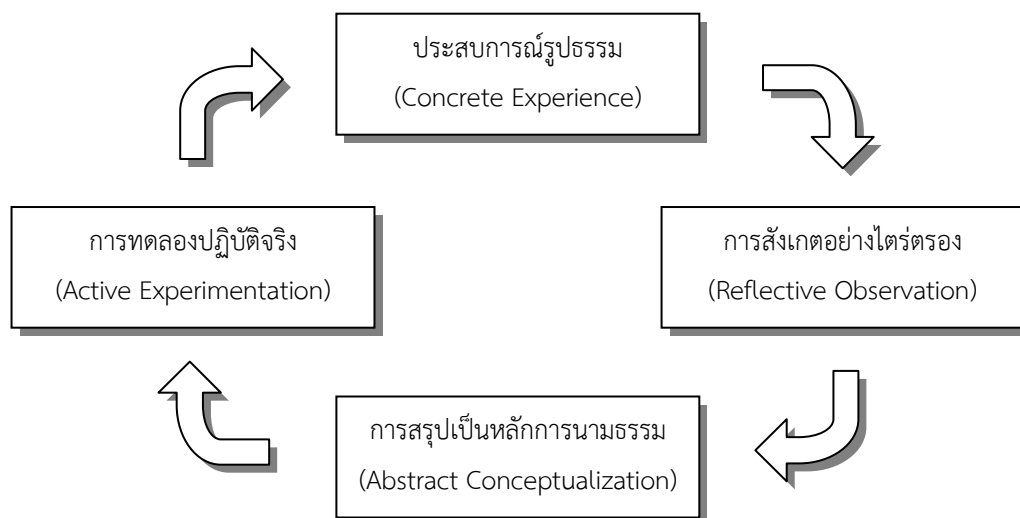
2.2 วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ตามทัศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ผู้เรียนจะเรียนรู้จากประสบการณ์เชิงรูปธรรม โดยผ่านการสะท้อนประสบการณ์ต่างๆ และปรับสถานการณ์เหล่านั้นมาสู่การทดลองและการปฏิบัติกับปัญหาหรือสถานการณ์จริง และจากการที่การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เน้นที่การแก้ปัญหา การสะท้อนคิด และการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีของ Kolb จึงสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาด้านต่างๆ ดังนี้

1. พัฒนาการคิดที่ซับซ้อน (Cognitive Complexity)
2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)
3. ความเข้าใจในเนื้อหาความรู้ (Content Knowledge)
4. แรงจูงใจในการเรียน (Motivation to Learn)
5. ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem Solving Ability)
6. สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการทำงานได้ง่ายขึ้น

การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นการนำประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้และเป็นการศึกษาที่เพิ่มเติมประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ดังนั้น การเรียนรู้เชิงประสบการณ์จึงรวมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการฝึกงานในศาสตร์ต่างๆ รวมถึงประสบการณ์ของบุคคลไม่ว่าจะได้จากงานอดิเรก การมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การดูละคร ภาพยนตร์ เป็นต้น

ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb (เสาวภา วิชาติ, 2554: 176)

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม และรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น

ในการจัดกิจกรรมหรือการจัดการเรียนการสอน เนื้อหาที่ใช้ในการให้ความรู้ หรือนำไปสู่การสอนทักษะต่างๆ ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องที่คุณเรียนมีประสบการณ์มาก่อนแล้ว เช่น การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ จะเห็นได้ว่าผู้เรียนจะมีประสบการณ์หรือความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานมาก่อน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้ได้ ขั้นประสบการณ์รูปธรรมนี้ ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนซึ่งมีประสบการณ์อยู่แล้วได้ดึงประสบการณ์เดิมของตัวเองออกมาใช้ในการเรียนรู้ อีกทั้งแบ่งปันประสบการณ์ของตนเองที่มีไปยังเพื่อนๆ ที่อาจมีประสบการณ์ที่เหมือน หรือต่างไปจากตนเองได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้กระบวนการกลุ่มของผู้สอน ดังนั้น การที่ผู้สอนพยายามให้ผู้เรียนได้ดึงประสบการณ์มาใช้ในการอบรมจะทำให้เกิดประโยชน์ทั้งผู้สอน และผู้เรียน ดังนี้

1. ประโยชน์กับผู้เรียน การที่ผู้เรียนได้ดึงประสบการณ์ของตัวเองออกมานำเสนอร่วมกับเพื่อนๆ จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณเองได้มีส่วนร่วมในฐานะสมาชิกคนหนึ่ง มีความสำคัญที่มีคนฟังเรื่องราวของตนเอง และได้มีโอกาสรับรู้เรื่องของคนอื่น ซึ่งจะทำให้มีความรู้และประสบการณ์ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สัมพันธภาพในกลุ่มผู้เรียนเป็นไปด้วยดี

2. ประโยชน์กับผู้สอน ผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการอธิบาย หรือยกตัวอย่างให้ผู้เรียนฟัง เพียงแต่ใช้เวลาเล็กน้อยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ทั้งนี้ ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจง กิจกรรมของผู้เรียนในการกำหนดประเด็นในการนำเสนอประสบการณ์ของผู้เรียน และในกรณีที่ผู้เรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีประสบการณ์อยู่น้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่าง หรือสถานการณ์แทนได้

ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมุ่งที่จะทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างรอบคอบ เพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม

การสังเกตอย่างไตร่ตรอง เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งผู้สอนจะเป็นผู้กำหนดประเด็นการวิเคราะห์ วิจารณ์ ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงความคิด ความรู้สึกของคนอื่นที่แตกต่างไปจากตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่กว้างขวางขึ้น และผลของการสะท้อนความคิดเห็นหรือการอภิปรายจะทำให้ได้ข้อสรุปที่หลากหลาย หรือมีน้ำหนักมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ถึงกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม บทบาทของสมาชิกที่ดีที่จะทำให้งานสำเร็จ การควบคุมตนเอง และการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ทั้งหมดนี้จะช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ และเจตคติในเรื่องที่อภิปรายด้วย และการที่ผู้เรียนจะอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นได้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามเนื้อหาที่จะสอนหรือไม่นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับใบกิจกรรมที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ ซึ่งประกอบไปด้วยประเด็นการอภิปราย หรือตารางวิเคราะห์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จ

ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปรวบยอดเป็นหลักการต่างๆ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย

การสรุปเป็นหลักการนามธรรม เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา หรือเป็นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (knowledge) สามารถเกิดขึ้นได้หลายทาง เช่น จากการบรรยายของผู้สอน การมอบหมายงานให้อ่านจากเอกสาร ตำรา หรือได้จากการสะท้อนความคิดเห็น และอภิปรายในขั้นการสังเกตอย่างไตร่ตรอง โดยผู้สอนอาจจะสรุปความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ให้กับผู้เรียน จากการอภิปราย และการนำเสนอของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจและเกิดมโนทัศน์ ซึ่งจะส่งผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงเจตคติ หรือความเข้าใจในเนื้อหาขั้นตอนของการฝึกทักษะต่างๆ ที่ช่วยทำให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ง่ายขึ้น

ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาความเข้าใจที่สรุปได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อสรุป หรือขั้นตอนนี้เน้นที่การประยุกต์ใช้

การทดลองปฏิบัติจริง เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้ทดลองใช้โมโนทัศน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น การสนทนา สร้างคำขวัญ ทำแผนภูมิ เล่นบทบาทสมมติ ประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ฯลฯ หรือเป็นการแสดงถึงผลของความสำเร็จของการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ซึ่งผู้สอนสามารถใช้กิจกรรมในขั้นการทดลองปฏิบัติจริงนี้ในการประเมินผลการเรียนการสอนได้ เช่น ถ้าวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมตั้งไว้ว่า ให้ผู้เรียนสามารถประดิษฐ์สิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ กิจกรรมในการเรียนรู้ของขั้นการทดลองปฏิบัติจริงนี้ผู้สอนต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้ผู้เรียนได้ทดลองประดิษฐ์สิ่งของหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความรู้หรือข้อสรุปที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการประดิษฐ์ขึ้น ในขั้นของการสรุปเป็นหลักการนามธรรมมาใช้ในขั้นนี้

การเรียนการสอน หรือการปฏิบัติกิจกรรมส่วนใหญ่ มักจะขาดขั้นตอนของการทดลองปฏิบัติจริง หรือการประยุกต์แนวคิด ซึ่งเมื่อพิจารณาให้ดีจะเห็นได้ว่า ขั้นการทดลองปฏิบัติจริงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ผู้สอนจะได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ ไม่ใช่เรียนแค่ว่า แต่ควรนำไปใช้ได้จริงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือการปฏิบัติกิจกรรมที่เน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิก ดังนั้น จึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมให้ครบทั้ง 4 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนทั้ง 4 มีความสัมพันธ์เป็นไปอย่างมีพลวัต (dynamic) เกี่ยวข้องมีผลถึงกัน อีกทั้งระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละองค์ประกอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ผู้สอนสามารถจัดได้ตามความเหมาะสมของกิจกรรม และประเด็นที่ต้องการเน้นเป็นพิเศษในแต่ละขั้นตอน เช่น ถ้าเนื้อหาที่สำคัญมากก็อาจใช้เวลากับขั้นการสรุปเป็นหลักการนามธรรมมากกว่าขั้นอื่นๆ หรือถ้าผู้สอนมีประเด็นในการอภิปรายที่สำคัญและมาก ก็อาจใช้เวลาในขั้นการสังเกตอย่างไตร่ตรองมากกว่าส่วนของขั้นตอนอื่นๆ

Kolb Rubin และ Osland (1991: 23 - 40) ได้นำแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ดังกล่าวของ Kolb มาจำแนกรูปแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

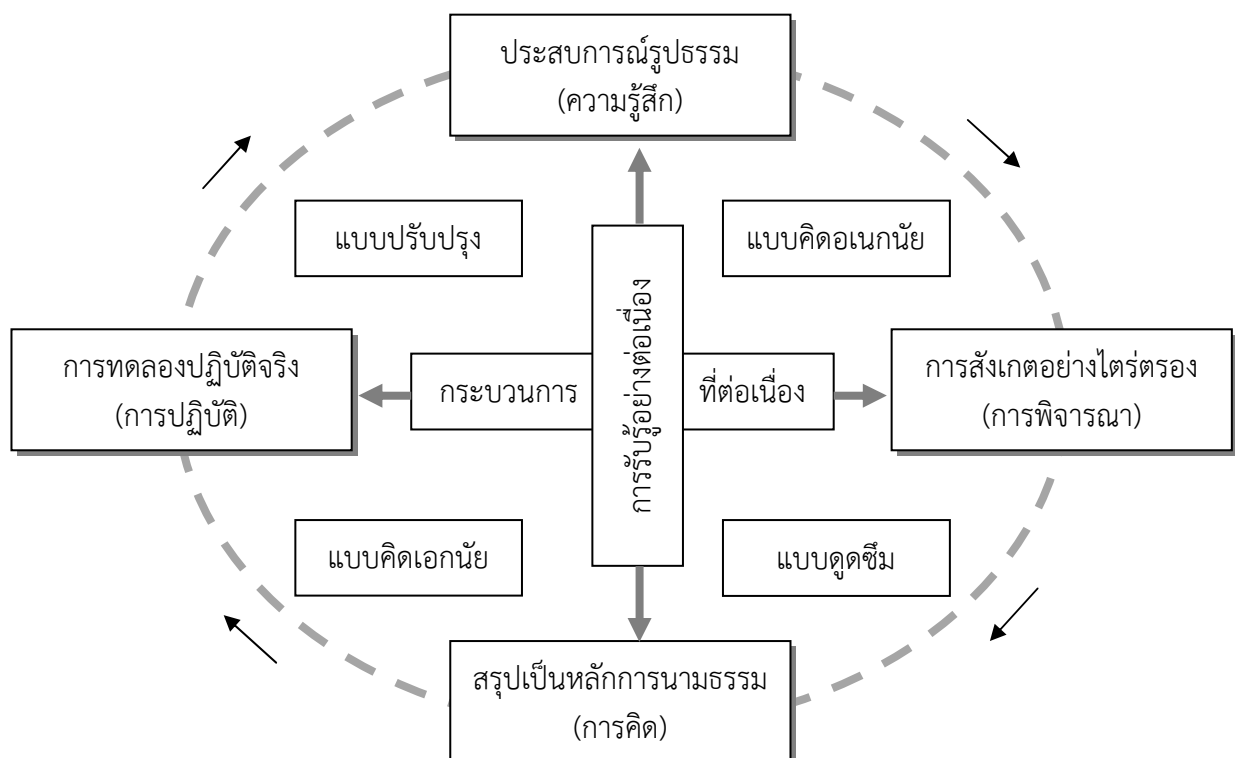
1. แบบคิดออกเนกนัย (Diverging) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นในขั้นของประสบการณ์รูปธรรม และขั้นการสังเกตอย่างไตร่ตรอง ซึ่งผู้เรียนจะมีความสามารถในการรับรู้ และสร้างสรรค์จินตนาการต่างๆ ขึ้นเองได้ และสามารถพิจารณา ไตร่ตรอง จนกระทั่งมองเห็นภาพโดยส่วนรวม ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะเป็นบุคคลที่สามารถทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องการความคิดที่หลากหลาย และมีมุมมองที่แตกต่าง

2. แบบดูดซึม (Assimilating) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นในขั้นของการสังเกตอย่างไตร่ตรอง และขั้นการสรุปเป็นหลักการนามธรรม ซึ่งผู้เรียนจะมีความสามารถในการสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ได้ดี ซึ่งผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะเป็นบุคคลที่สนใจในหลักการที่เป็นลักษณะของนามธรรมมากกว่ารูปธรรม ไม่ชอบการทดลอง หรือการลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมักเป็นบุคคลที่ไม่คำนึงถึงการนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้เท่าใดนัก

3. แบบคิดเอกนัย (Converging) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นในขั้นของการสรุปเป็นหลักการนามธรรม และขั้นการทดลองปฏิบัติจริง ซึ่งผู้เรียนในกลุ่มนี้จะมีความสามารถในการนำแนวคิด หรือหลักการเชิงนามธรรมไปใช้ในการปฏิบัติได้ดี ซึ่งผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะเป็นบุคคลที่สามารถสรุปวิธีการที่ถูกต้องเพียงวิธีการเดียว แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ เป็นบุคคลที่ไม่ใช้อารมณ์ในการแก้ปัญหา แต่จะใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่างๆ ชอบทำงานกับวัตถุมากกว่าทำงานกับบุคคลอื่น และมักจะสนใจในเรื่องที่เฉพาะเจาะจงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือสนใจในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จนมีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี

4. แบบปรับปรุง (Accommodating) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นในขั้นของการทดลองปฏิบัติจริง และขั้นประสบการณ์รูปธรรม ผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะเป็นบุคคลที่ชอบลงมือปฏิบัติ ชอบทดลอง ลองผิดลองถูกด้วยตนเอง บุคคลเหล่านี้จะสามารถทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องใช้การปรับตัวอยู่เสมอ และมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีที่ตนเองคิดค้นขึ้นมาเอง ด้วยการลองผิดลองถูก อีกทั้งยังเป็นบุคคลที่ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น

Chapman (2005 Cited in Kolb, 2006: online) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 4 ประเภท รวมกับวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบการเรียนรู้ 4 ประเภท และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb

จากแนวคิดของวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ผู้วิจัยจึงสรุปวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb สำหรับนำมาใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้ วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ของ Kolb ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ที่เป็นวงจรต่อเนื่องกัน คือ

- ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience) เป็นขั้นที่ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วม และรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น
- ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมุ่งที่จะทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างรอบคอบ เพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเอง แลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม
- ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization) เป็นขั้นที่ผู้เรียนใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปรวบยอดเป็นหลักการต่างๆ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย
- ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเอาความเข้าใจที่สรุปได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อทดสอบว่าถูกต้อง หรือขั้นตอนนี้เน้นที่การประยุกต์ใช้

3. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการให้เหตุผล เป็น 1 ใน 5 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

NCTM (1989: 81) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นการสร้างข้อคาดเดา และตรวจสอบข้อคาดเดาจากสถานการณ์ที่กำหนด จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

Krulik และ Rudnick (1993: 3) ได้เสนอว่า การคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างข้อคาดเดา หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงถึงเหตุผล อธิบายข้อสรุป และยืนยันข้อสรุปนั้น

O' Daffer และ Thornquist (1993: 43) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ และให้ความหมายเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำ ความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด และความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดนั้น

Alice และ Shirel (1994: 114) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การแก้ปัญหามีความสมบูรณ์ นักเรียนจะไม่สามารถเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หรือวางแผนในการแก้ปัญหาได้ หากปราศจากการให้เหตุผล จึงกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญควบคู่ไปกับการแก้ปัญหา

Pretage (2002: 26) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า เป็นการที่นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบ และตัดสินใจถูกต้องได้ รวมถึงการพัฒนาแนวคิดเป็นข้อสรุปทั่วไป การโต้แย้ง และการพิสูจน์

Leighton และ Sternberg (2004: 11) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง กระบวนการ ในการสร้างข้อสรุป ทุกสิ่งทุกอย่างที่ทำและคิดจะเกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสรุป นั่นคือ เมื่อเราเรียนรู้ วิเคราะห์ ตัดสิน สรุปอ้างอิง ประเมิน จะต้องมีการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลและความเชื่อเสมอ

ทิสนา แคมมณี (2551: 14) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัย หรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัย และอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

อัมพร ม้าคอง (2547: 97) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการโยงความสัมพันธ์เชิงตรรกะในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลมีความสำคัญมาก เนื่องจากในกระบวนการให้เหตุผล ผู้เรียนต้องใช้การคิดหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง และข้อมูลการให้เหตุผลของผู้เรียนยังมีความสำคัญโดยอาจทำให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้

1. อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะใดๆ
2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน หรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งเหตุผล
3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียน เพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ

4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics structure) หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน

5. จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิด และความเข้าใจของผู้เรียน

ณัฐกานต์ รัตนาค (2552: 45) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ในการทำงาน และการดำรงชีวิต

สสวท. (2555) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริง หรือสถานการณ์ใหม่

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านได้อย่างสมเหตุสมผล

3.2 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกเป็นประเภทต่างๆ ได้ตามเหตุผลในการจำแนกประเภท ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

O'Daffer (1990: 378) ได้เสนอว่าทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมี 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหารูปแบบทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การ

สรุปเป็นมโนคติ หรืออาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลายๆ อย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผล ในการสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุป และตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลที่ใช้โครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นหลักการที่เป็นจริง

Baroody (1993: 2 - 61) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประเภท โดยเพิ่มการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive Reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ จึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็น หรือจากความรู้สึกภายใน เหตุผลเชิงหยั่งรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏ หรือข้อสมมติฐาน ซึ่งสิ่งที่ปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนอีก 2 ประเภทคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยเขากล่าวว่า การให้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท มีความสัมพันธ์กันคือ ในกระบวนการสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก หรือแบบอุปนัย ที่เรียกว่าการสร้างข้อคาดเดา แล้วตรวจสอบ พิสูจน์ข้อคาดเดา ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัย

Cooney และคณะ (1999: 8 - 10) ได้เสนอการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ได้จากการสังเกตเห็นสิ่งๆ ร่วมกันจากหลายๆ ตัวอย่าง หรือการทดลองซ้ำหลายครั้ง แล้วสรุปออกมาอย่างมีเหตุผลสนับสนุน

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลจากหลักการทั่วไป หรือหลักใหญ่ๆ แล้วอ้างอิงไปยังที่ที่ต้องการ ที่มีความจำเพาะเจาะจง

3. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนในการคำนวณเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำตอบที่ได้มา

4. การให้เหตุผลในเชิงปริภูมิ (Spatial Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่มีมิติ เป็น 2 มิติ หรือ 3 มิติ

Stiggins (n.d. อ้างถึงใน สสวท., 2547: 6 - 7) ได้แบ่งประเภทของการให้เหตุผลเป็น 3 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ (Analytical Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยพิจารณาส่วนย่อย หรือส่วนประกอบ ซึ่งประกอบกันเป็นสิ่งนั้นๆ เป็นการศึกษาลงลึกในส่วนย่อยๆ เมื่อต้องการศึกษาสิ่งนั้นอย่างลึกซึ้ง ก็ใช้การวิเคราะห์เพื่อศึกษารายละเอียด หรือในกรณีที่ต้องการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องอาศัยการวิเคราะห์สถานการณ์หรือปัญหา แล้วนำความรู้และการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ

2. การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ (Comparative Reasoning) เป็นกระบวนการศึกษาว่าสิ่งนั้นๆ มีอะไรที่เหมือนกัน มีอะไรที่ต่างกัน ในบางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่ต่างกัน บางโอกาสเราต้องศึกษาส่วนที่เหมือนกัน การใช้การให้เหตุผลวิธีนี้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบอย่างลึกซึ้ง มีข้อตกลงอย่างชัดเจนว่า อย่างไรที่ถือว่าเหมือนกัน อย่างไรที่ถือว่าต่างกัน ก่อนที่จะทำการเปรียบเทียบ

3. การให้เหตุผลในการประเมิน (Evaluative Reasoning) เป็นการให้เหตุผลประเมินเมื่อเราตัดสินคุณค่า หรือความถูกต้องโดยใช้เหตุผล อาศัยความสมเหตุสมผลเป็นเครื่องตัดสิน

อัมพร ม้าคนอง (2553: 50 - 53) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก (Logical reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การคิดเชิงตรรกประกอบด้วย การให้เหตุผล 2 ประเภท ต่อไปนี้

1.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญ หรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อยๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลายๆ ตัวอย่าง แล้วให้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการหาความสัมพันธ์จากสมาชิกบางส่วนในกลุ่ม เพื่ออ้างอิงไปใช้กับสมาชิกส่วนอื่นของกลุ่มเดียวกัน

1.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive reasoning) เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย การให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริง โดยมีการพิสูจน์มาแล้ว เป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎหรือเกณฑ์นั้น

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน (Proportional reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ทั้งสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลข และข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การหาค่าที่หายไป การเปรียบเทียบจำนวน การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน ซึ่งมีหลายลักษณะ ดังต่อไปนี้

2.1 การให้เหตุผลเชิงคุณภาพ (Qualitative reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนและเศษส่วน เมื่อตัวเศษและ/หรือตัวส่วนของเศษส่วนเดิมเพิ่มขึ้น ลดลง หรือเท่าเดิม ซึ่งแบ่งเป็น 8 ประเภท ดังนี้

- 2.1.1 เมื่อตัวเศษและตัวส่วนเพิ่มขึ้น ไม่สามารถระบุค่าของเศษส่วนใหม่ได้
- 2.1.2 เมื่อตัวเศษเพิ่มขึ้น ตัวส่วนเท่าเดิม เศษส่วนมีค่าเพิ่มขึ้น
- 2.1.3 เมื่อตัวเศษเพิ่มขึ้น ตัวส่วนลดลง เศษส่วนมีค่าเพิ่มขึ้น
- 2.1.4 เมื่อตัวเศษเท่าเดิม ตัวส่วนเพิ่มขึ้น เศษส่วนมีค่าลดลง
- 2.1.5 เมื่อตัวเศษเท่าเดิม ตัวส่วนลดลง เศษส่วนมีค่าเพิ่มขึ้น
- 2.1.6 เมื่อตัวเศษลดลง ตัวส่วนเพิ่มขึ้น เศษส่วนมีค่าลดลง
- 2.1.7 เมื่อตัวเศษลดลง ตัวส่วนเท่าเดิม เศษส่วนมีค่าลดลง
- 2.1.8 เมื่อตัวเศษและตัวส่วนลดลง ไม่สามารถระบุค่าของเศษส่วนใหม่ได้

การเปลี่ยนแปลงของเศษส่วนเมื่อตัวเศษและ/หรือตัวส่วนเปลี่ยนแปลงทั้ง 8 ประเภท สามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงการให้เหตุผลเชิงคุณภาพ

ตัวส่วน	ตัวเศษ		
	เพิ่มขึ้น	เท่าเดิม	ลดลง
เพิ่มขึ้น	ระบุไม่ได้	ลดลง	ลดลง
เท่าเดิม	เพิ่มขึ้น	เท่าเดิม	ลดลง
ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ระบุไม่ได้

การให้เหตุผลเชิงคุณภาพ เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการทำงาน 2 ลักษณะดังนี้

1. การเปรียบเทียบเชิงคุณภาพ เป็นการเปรียบเทียบระดับคุณภาพจากข้อมูลที่มีอยู่ เช่น วัวตัวแรกกินหญ้าหนึ่งกระสอบหมดในเวลา 4 วัน วัวตัวที่สองกินหญ้ากระสอบเดียวกันหมดในเวลา 5 วัน แสดงว่า วัวตัวแรกกินจุกว่าวัวตัวที่สอง

2. การบอกทิศทางของการเปลี่ยนแปลง เป็นการระบุทิศทางของการเปลี่ยนแปลง จากข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น ในการตัดเสื้อเดือนนี้ ช่างตัดเสื้อใช้เวลามากกว่าเดิม แต่ได้จำนวนเสื้อน้อยกว่าเดิม แสดงว่า ความสามารถในการตัดเสื้อของช่างลดลง

2.2 การให้เหตุผลเชิงตัวเลข (Numerical reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข แบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

2.2.1 การระบุนค่าของตัวแปร เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับที่มาของค่าของตัวแปรจากปัญหาสัดส่วน

2.2.2 การเปรียบเทียบเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตุผลจากการเปรียบเทียบอัตราส่วน หรือเศษส่วน

2.3 การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่างๆ

สสวท. (2555: 41 - 45) ได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือการทดลองหลายๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาหาแบบรูปที่จะนำไปสู่ข้อสรุปที่เชื่อได้ว่า น่าจะมีความถูกต้อง น่าจะเป็นจริง และมีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง และยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนั้นว่า ข้อความคาดการณ์

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักคณิตศาสตร์ อ้างจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ ส่วนของเหตุหรือสมมติฐาน และส่วนของผลหรือผลสรุป

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลของนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญได้ 2 ประเภท คือ 1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย คือ การให้เหตุผลที่เกิดจากการสังเกตหรือการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง เพื่อรวบรวมข้อมูลมาสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป และ 2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลที่นำเอาข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นความจริง มาอ้างอิงเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปใหม่ๆ นอกจากนี้ยังมีประเภทของการให้เหตุผลอื่นๆ ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ได้แก่ การให้เหตุผลในเชิงสัดส่วน การให้เหตุผลในเชิงปริภูมิ การให้เหตุผลแบบวิเคราะห์ การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบ และการให้เหตุผลในการประเมิน

3.3 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การให้เหตุผลเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถพัฒนาให้เพิ่มพูนขึ้นได้ โดยอาจมีครูผู้สอนคอยชี้แนะ หรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางการให้เหตุผล ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางสำหรับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Guilford และ Hoepfner (1971) ได้เสนอว่า ในการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้ โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เหมาะสม

Rowan และ Morrow (1993) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนจะต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว หากแต่เป็นบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิด

Baroody และ Coslick (1998: 2 - 30) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ว่าควรจัดการเรียนการสอนตามลักษณะดังต่อไปนี้

1. ควรบูรณาการการให้เหตุผลกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมการให้เหตุผลแบบหยั่งรู้ และแบบอุปนัย เพื่อคาดการณ์ และการให้เหตุผลแบบนิรนัยง่ายๆ

2. ควรมีการชี้แนะให้นักเรียนได้เห็นว่ามีรูปแบบที่แตกต่างกันมากมาย ทั้งกฎเกณฑ์ในสถานการณ์ต่างๆ

3. การใช้กิจกรรมที่มีการจำแนกอย่างชัดเจน

4. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินการคาดการณ์ และการนิรนัยอย่างไม่มีแบบแผน

Malloy (1999) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยเสนอให้ผู้สอนใช้แนวทางการสืบสอบ (Inquiry Approach) ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงกับเนื้อหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้อง

Sternberg (1999) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผล และประเมินการให้เหตุผลของผู้เรียน ผู้สอนควรต้องคำนึงถึงกระบวนการทางปัญญา 5 ขั้น คือ การระบุปัญหา การสร้างกลวิธีเพื่อแก้ปัญหา การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา การวางแผน และการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และการกำกับและประเมินคำตอบ

NCTM (2000) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลโดยการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิด ได้ให้เหตุผลในชั้นเรียน ส่งเสริมบรรยากาศการคิดอย่างมีเหตุผลในคณิตศาสตร์ เลือกลงานที่ต้องมีการจัดกลุ่มข้อมูล มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รู้ข้อจำกัดของการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อจะได้ใช้การให้เหตุผลนี้อย่างถูกต้อง และครูต้องช่วยตรวจสอบพัฒนาการการให้เหตุผลของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนอภิปรายการให้เหตุผลของตนเองกับครู และกับนักเรียนคนอื่น โดยให้นักเรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการคาดเดาของตนเอง และเหตุผลในการ

ดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ด้วยประสบการณ์เหล่านี้ นักเรียนจะมีความสามารถในการให้เหตุผล ทั้งแบบอุปนัยและนิรนัยได้อย่างเหมาะสม

สสวท. (2547ข: 3) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลว่า ควรจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเหตุผล
2. ให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผล
3. ให้นักเรียนฝึกเป็นผู้ให้เหตุผล
4. ให้นักเรียนฝึกเขียนอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำ เพื่อหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนฝึกให้เหตุผลในการอธิบายหรืออภิปราย
6. ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ประเมินการให้เหตุผลของผู้อื่น
7. ให้นักเรียนรู้จักใช้เหตุผลเป็นเครื่องมือสำหรับการตรวจสอบ หรือพิจารณาความถูกต้อง
8. ให้นักเรียนได้อาศัยการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลพฤติกรรมที่

แสดงออกถึงการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

9. เลือกและใช้วิธีการให้เหตุผลและวิธีการพิสูจน์ชนิดต่างๆ ได้หลากหลาย
10. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผล และการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์
11. เลือกใช้ความรู้ เพื่อจัดลำดับขั้นตอนของการให้เหตุผลและลงข้อสรุป
12. อ้างอิงความรู้ ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงหรือสร้างแผนภาพ
13. ตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผล
14. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดคะเนทางคณิตศาสตร์ได้
15. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ การจัดหมวดหมู่ สรุปรวมข้อมูลที่มี

ลักษณะเหมือน หรือต่างกันได้

นอกจากนี้ สสวท. (2547ข: 15) ยังได้เสนอบทบาทของครูที่จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนา ความสามารถในการให้เหตุผล 17 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ครูจะต้องสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนตระหนักถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 การเรียนคณิตศาสตร์ต้องเรียนด้วยความเข้าใจ ซึ่งครูจะต้องทำให้นักเรียนรู้สึก ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ และต้องเรียนด้วยความเข้าใจ นักเรียนหรือ บุคคลทั่วไปมักจะคิดว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เรียนไม่รู้เรื่อง ตนเองไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเข้าใจได้ วิธีการในการเรียนจะต้องจดจำขั้นตอน วิธีการ จำสูตรเพื่อหาคำตอบ โดยไม่เข้าใจว่าทำเช่นนั้นทำไม ซึ่งความคิดเช่นนี้จะทำให้นักเรียนรู้สึกเบื่อวิชาคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์ มีไว้สำหรับคนเก่งเท่านั้น แนวคิดเช่นนี้จะสกัดกั้นการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีความสุข และเห็นคุณค่า ครูจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนคณิตศาสตร์นั้นไม่ยาก

1.2 ให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีเหตุผล รู้ว่าทำไม เพราะอะไร และสามารถแสดงเหตุผลได้

1.3 ครูต้องทำให้นักเรียนรู้ว่า ครูให้ความสำคัญต่อความเข้าใจและการให้เหตุผล โดยครูต้องประเมินความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ และที่สำคัญ ครูควรให้การเสริมแรงทางบวกทันที เมื่อนักเรียนสามารถให้เหตุผลที่ดีได้

2. ให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดและให้เหตุผลเพื่อยืนยันแนวความคิดดังกล่าว ซึ่งอาจทำได้ด้วยวาจา การเขียนโดยใช้ภาษาง่ายๆ หรือใช้อุปกรณ์ช่วยในการแสดงให้เห็นจริง

3. ครูควรตั้งคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงเหตุผลบ่อยๆ และใช้คำถามเหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง

4. ควรสนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างข้อาคาดเดาบนพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบและปรับแต่งข้อาคาดเดา โดยอยู่บนพื้นฐานของการใช้เหตุผล

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์แบบรูปและสร้างแบบรูปด้วยตนเอง

7. ควรใช้วิธีแสดงสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนได้สรุปแนวคิด

8. ควรใช้ปัญหาปลายเปิด

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อหากรณีต่างๆ ไป

10. ทำทนายให้นักเรียนได้คิดและปฏิบัติกิจกรรม

11. ให้ความสำคัญกับความเห็นของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกการฟัง และทำความเข้าใจกับเหตุผลของผู้อื่น

12. มีความยืดหยุ่น สามารถปรับแนวทางในการอภิปรายให้สอดคล้องกับวิธีการคิดของนักเรียน

13. มีความอดทน ใจเวลา และให้โอกาสกับนักเรียน

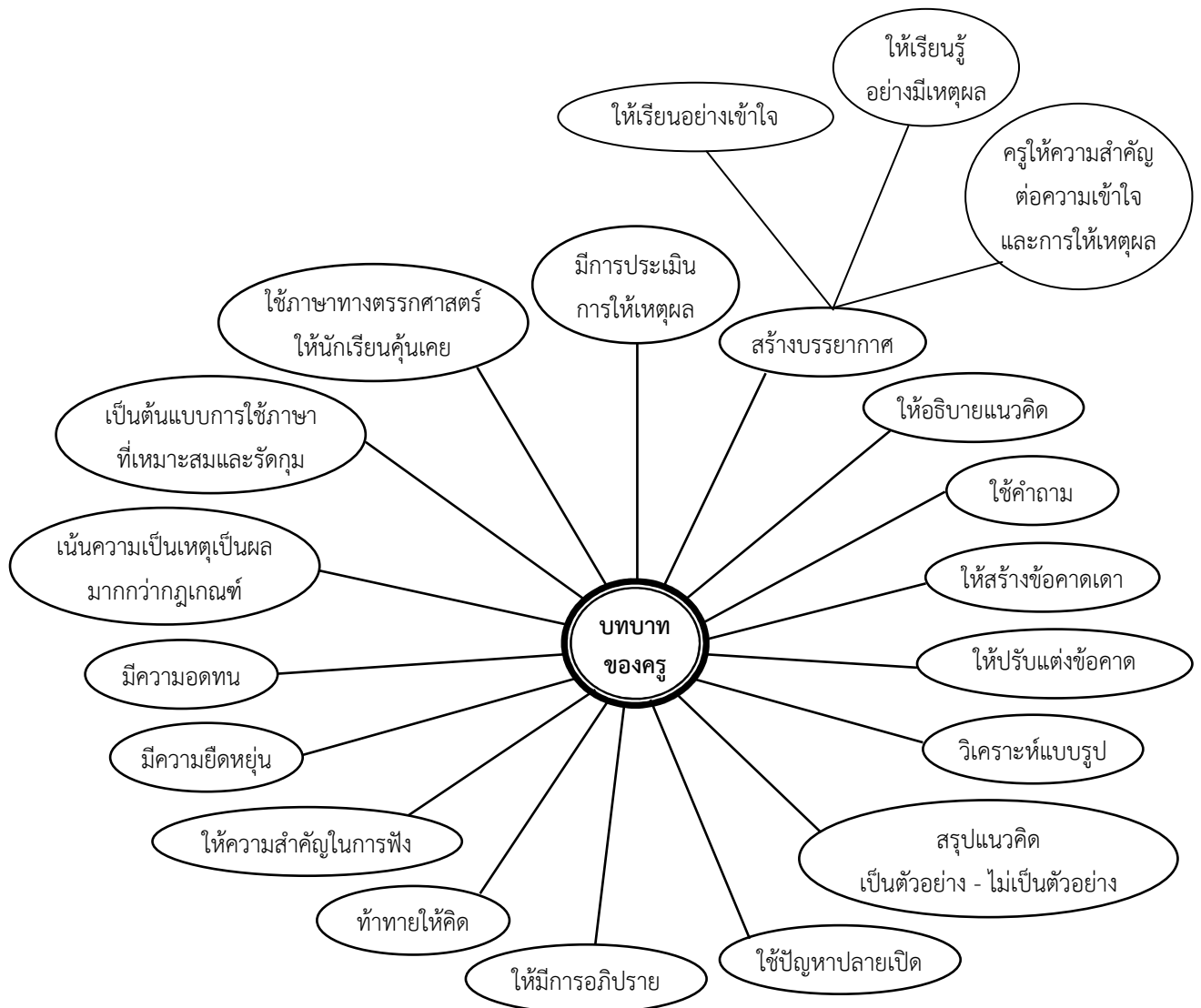
14. เน้นความเป็นเหตุเป็นผลมากกว่ากฎเกณฑ์ หรืออาศัยคำที่นักเรียนใช้เพื่อนำไปสู่การแนะวิธีการคิด

15. ควรใช้ภาษาที่เหมาะสม รัดกุม เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และไม่ควรตำหนิเมื่อนักเรียนใช้ภาษาไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม ไม่รัดกุม แต่ควรช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้ง

16. ควรใช้ภาษาตรรกศาสตร์กับเหตุการณ์ต่างๆ ไป เพื่อให้นักเรียนรู้สึกคุ้นเคยกับภาษาเหล่านั้น

17. ครูควรสร้างความเข้าใจว่าครูให้ความสำคัญกับการให้เหตุผล และในการประเมินครูจะมีการให้คะแนนสำหรับการให้เหตุผลจากงานที่ให้นักเรียนทำ หรือในข้อสอบควรมีส่วนที่ให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล

บทบาทของครูที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลแสดงได้จากภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงบทบาทของครูที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล (สสวท., 2545: 195)

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลข้างต้น ทำให้ได้แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ ได้ให้เหตุผลผ่านการอธิบายและเขียนบรรยาย โดยมีการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ วางแผนการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างข้อาคัดการณ์/ข้อสรุป และการตัดสินใจหรือยืนยันข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

3.4 หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านใดด้านหนึ่งนั้น จำเป็นต้องมีลักษณะเฉพาะของกิจกรรมที่จะสะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมสามารถทำให้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านดังกล่าวเกิดขึ้นได้จริง ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Lappan และ Scharm (1989: 18 - 19) กล่าวว่าไว้ว่า ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผล ควรมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น ค้นหา คาดการณ์ วิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยอธิบายแบบรูป แสดงด้วยภาพหรือแบบจำลอง และตอบคำถามต่างๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์

Rowan และ Morrow (1993: 16 - 18) ได้เสนอแนวทางการส่งเสริมการให้เหตุผลว่า บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

NCTM (2000: 262 - 267) เสนอแนวทางการส่งเสริมการให้เหตุผล โดยการจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนได้คิด ได้ให้เหตุผล ส่งเสริมบรรยากาศการคิดอย่างมีเหตุผลในคณิตศาสตร์ เลือกรงานที่ต้องการจัดกลุ่มข้อมูล มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล รู้ข้อจำกัดของการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อจะได้ใช้การให้เหตุผลนี้ได้อย่างถูกต้อง และครูต้องช่วยตรวจสอบพัฒนาการ การให้เหตุผลของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ควรให้นักเรียนอภิปรายการให้เหตุผลของตนเองกับครู และกับนักเรียนคนอื่นๆ

กรมวิชาการ (2545) และ สสวท. (2547ข) ระบุถึงองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผล ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

จากการศึกษาหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ได้ 4 ประการ คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายเหตุผล แสดงแนวคิดอย่างอิสระ ผ่านการพูดหรือเขียน
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม หาข้อสรุป พร้อมทั้งยืนยันคำตอบหรือข้อสรุป
อย่างสมเหตุสมผล
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ร่วมกันระดมความคิด
สืบค้น ค้นหา
4. จัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่ง ที่มีความสำคัญไม่
น้อยไปกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ ที่ระบุไว้ในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551 ซึ่งนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์และความคิด
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

Osborn (1957: 23) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied
Imagination) หมายถึง จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหายุ่งยากที่มนุษย์ประสบอยู่
ความคิดในจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้น
หรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่

Torrance (1962: 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลใน
การแก้ปัญหา ด้วยความคิดอย่างลึกซึ้งซึ่งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของการคิดอย่างปกติธรรมดา อัน
เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลที่จะคิดหลายแง่หลายมุม ผสมผสานจนได้ผลผลิตใหม่

Taylor (1964: 108-109) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่
จะคิดย้อนกลับโดยการนำเอาสิ่งของหรือความรู้ต่างๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อการ
แก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และได้เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคล่องแคล่วในการ
คิดทำให้เกิดความคล่องตัวและมั่นใจขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้มองได้หลายแง่ และความคิดริเริ่มเป็น
การพิจารณาสิ่งต่างๆ ในทางที่แปลกใหม่

Wallach และ Kogan (1965: 34) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดโดย ความสัมพันธ์ คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถคิดอะไรได้อย่างสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เช่น เมื่อเห็นปากกา จะนึกถึงกระดาษ ดินสอ ขวดหมึก โตะ ตำรา สมุดบันทึก เป็นต้น ยิ่งคิดได้มากเท่าไรก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นเท่านั้น

Guildford (1967: 61) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้ กว้างไกลหลายแง่มุม หลายทิศทาง หรือเรียกว่า การคิดแบบออกนอกราย (Divergent Thinking) ซึ่ง ตรงข้ามกับความคิดแบบเอกราย (Convergent Thinking) ความคิดออกนอกราย มุ่งเน้นความสามารถใน การผลิตความคิดในเชิงปริมาณและคุณภาพ นับเป็นกระบวนการนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลก ใหม่ รวมถึงการค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาให้ลุล่วงอีกด้วยซึ่งมีลักษณะตรงข้ามกับความคิดเอกราย ที่เป็นความคิดเฉพาะ เป็นความพยายามในการสรุปความคิดเพียงหนึ่งเดียวจากข้อมูลต่างๆ

Anderson และคณะ (1970: 90) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมของ บุคคลซึ่งแสดงความคิดใหม่ๆอันเป็นการกระทำที่บุคคลเลือกจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเพื่อสร้าง รูปแบบใหม่ๆ ความคิดใหม่ๆ หรือผลิตผลงานใหม่ๆ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนเป็น เจ้าของในระดับความแตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์นี้สามารถพัฒนาการได้โดยการจัดสภาพการณ์ ให้เหมาะสม

Gerhard (1971: 157) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างหรือ จัดระบบความคิดใหม่ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ไขปัญหาที่มีความแปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึง และมองเห็นได้ในรูปแบบใหม่ๆ

De Bono (1982: 10) ได้เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการที่จะคิด นอกกรอบความคิดเดิมซึ่งปิดกั้นแนวคิดอยู่ ซึ่งก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่นที่ถือได้ว่าเป็นแนวคิดที่จะ นำมาพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาที่ต้องการได้

Gallagher และ Gallagher (1994: 319) ได้เสนอความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางความคิด เฉพาะตัวบุคคล ในการสร้างสรรค์แนวคิดหรือผลงานใหม่ๆ หรือผสมผสานแนวคิดหรือผลงานที่มีอยู่ แล้วให้มีความแปลกใหม่ยิ่งขึ้น

Jame และ Shelagh (1994: 319) กล่าวว่า ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในใจ ซึ่งนำไปสู่การสร้างความคิดและผลผลิตที่ แปลกใหม่โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่

Miles (1997: 212) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่มีมาแต่กำเนิดซึ่งทุกคนสามารถพัฒนาและเป็นสิ่งจำเป็นต่อวิทยาศาสตร์ ธุรกิจ การปกครอง การศึกษา และกีฬา ที่เท่ากับศิลปะ และประกอบด้วยความสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้นๆ ได้ เป็นผู้มีความคิดคล่อง (Divergent Production) มีความยืดหยุ่น และความไวต่อการคิดค้นสิ่งใหม่ (Redefinition)

Anne (2006: 79) เสนอว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถเกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้น โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้นและยกตัวอย่างประกอบ จะสามารถทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

Mendoza (2009: 3) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดความคิดใหม่ๆ มโนทัศน์ใหม่ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ใหม่ๆ ระหว่างความคิดกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2543: 126) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ใช้ความสามารถทางกระบวนการคิดระดับสูงหลายอย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544 อ้างถึงใน กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550: 2) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึงกระบวนการทางปัญญาระดับสูง ที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545: 16) ได้สังเคราะห์คำอธิบายจากแนวคิด และทฤษฎีต่างๆ ปรากฏว่ามีจุดเน้นลักษณะเฉพาะของความคิดสร้างสรรค์ตรงกันอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่ใหม่ แปลกแตกต่างจากเดิม ซึ่งเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือการใช้จินตนาการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา
2. เป็นการคิดมุ่งแก้ปัญหาที่เกิดจากความต้องการของบุคคล หรือความจำเป็นจากสิ่งแวดล้อม โดยมีลักษณะของความไวต่อการรับรู้ลึกถึงปัญหา หรือการคิดค้นพบปัญหาในแง่มุม หรือรูปแบบที่แตกต่างจากธรรมดา
3. เป็นการคิดที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ มิใช่คิดฟุ้งซ่านให้แปลกๆ แตกต่าง แต่ไร้สาระ หรือเป็นอันตราย เป็นการคิดแปลกใหม่ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา มีทางเป็นไปได้และใช้ประโยชน์ได้จริง

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่ยอมรับใช้กันมากที่สุด คือ ความคิดที่มุ่งแก้ปัญหา หรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่ใหม่แปลกแตกต่างจากเดิม และมีคุณค่าเป็นประโยชน์

อารี พันธมณี (2546: 155) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัยนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมถึงการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้มีใช้เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝัน หรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกกันว่า จินตนาการประยุกต์ นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

สสวท. (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และจิตวิญญาณในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้นฐานๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดในระดับสูงมาก จนบางครั้งไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไม่ถึง จนดูคล้ายกับการเพ้อฝัน

จากความหมายที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดนอกกรอบด้วยการดัดแปลง หรือผสมผสานในหลายแง่มุม หลายทิศทาง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นฐาน เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ประสบอยู่ด้วยรูปแบบใหม่ๆ ความคิดใหม่ๆ หรือด้วยผลผลิตที่แปลกใหม่

4.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการ นักการศึกษา และนักจิตวิทยาได้จำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังต่อไปนี้

Guilford (1967: 145 - 151) มีแนวคิดว่ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาที่ยกจำกัด แบ่งออกเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดถ้อยคำที่เหมือนกัน หรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลี หรือประโยค และนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็ว เพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคิดคล่องในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหามันจะต้องแสวงหาคำตอบ หรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลอง จนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้ จะคิดว่าประโยชน์ของก้อนอิฐมีอะไรบ้าง หลายอย่างและคิดได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงอย่างเดียว หรือสองอย่างเท่านั้น

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลาย และสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้ ซึ่งคนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดา เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลง ประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดมาจากการทำเครื่องบินร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่ม เป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึก หรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์ คือ มิใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงาน

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Torrance (1973) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการแสดงความคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบปัญหาปลายเปิด และคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษา หรือท่าทาง
2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) คือ เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิม หรือแตกต่างไปจากผู้อื่น เป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

Jellen และ Urban (1986: 141) กล่าวว่า ้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในข้อสอบ ทีซีที - ดีพี (TCT - DP) มีดังต่อไปนี้

1. ความคิดคล่องตัว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ
5. การกระทำที่แสดงถึงการเสี่ยงอันตราย
6. การผสมให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เช่น การจัดรวมสิ่งต่างๆ ให้มีความต่อเนื่อง
7. อารมณ์ขัน

Burns (1995) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความคิดคล่อง(Fluency) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ไม่มีคำตอบใดผิด ดังนั้นจึงยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้นๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกันทั้งชั้นหรือจัดกลุ่มก็ได้
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มากแตกต่างหลายทิศทางหรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคิดคล่องและต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้นหรือเป็นกลุ่มก็ได้
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตัวเอง โดยครูให้นักเรียนคิดแล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์ หนึ่งๆ ให้ละเอียดและน่าสนใจเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดที่จะคิดได้

วิชัย วงศ์ใหญ่ (2523: 7) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดแปลกแตกต่างจากบุคคลอื่น
2. ความว่องไว หรือความพริ้งพวู ปริมาณการคิดพริ้งพวูออกมามากกว่าบุคคลอื่น
3. ความคล่องตัว เป็นชนิดของความคิดที่ปรากฏออกมาจะแตกต่างกันออกไปโดยไม่ซ้ำ

กันเลย

4. ความละเอียดลออประณีต ความคิดที่แสดงออกมานั้นละเอียดลออ สามารถที่จะนำมาทำให้สมบูรณ์และประณีตต่อไปได้อย่างเต็มที่

5. การสังเคราะห์ คือ การรวบรวมสิ่งที่คิดได้มาทำให้มีความหมาย และนำมาพัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์เป็นจริงได้

จากการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่นักการศึกษาหลายท่านที่ได้แบ่งไว้ข้างต้น ทำให้ได้แนวคิดในการแบ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยแบ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

4.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่มีอยู่ในบุคคลที่สามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ โดยบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีลักษณะที่โดดเด่นสามารถสังเกตได้ ซึ่งมีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Guilford (1967: 54) ได้กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะเป็นผู้ที่มีความสามารถในการคิด ดังนี้

1. มีความคิดคล่อง สามารถคิดได้อย่างรวดเร็ว ได้ปริมาณมาก และไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน
2. มีความคิดที่แปลกใหม่ สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดทั่วไป หรือไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและมีประโยชน์
3. มีความคิดยืดหยุ่น สามารถคิดดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างทันทีทันใด
4. มีความสามารถในการสังเคราะห์ เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนผู้อื่น

5. มีความสามารถในการวิเคราะห์ สามารถคิดแยกแยะโครงสร้างออกเป็นส่วนๆ แล้วนำมารวมให้เกิดผลงานหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ

6. มีการปรับเปลี่ยนหรือให้นิยามใหม่ สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์ หรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้กับจุดประสงค์อื่น

7. มีการคิดที่ซับซ้อน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดต่างๆ ได้ และถ่ายโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. มีความสามารถในการประเมินค่า มองเห็นคุณค่าของงานที่สร้างสรรค์ขึ้น และประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

Gilmore (1974 อ้างถึงใน สมพร หลิมเจริญ, 2552: 37) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. เป็นผู้มีความเป็นอิสระ
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา
3. มีความคล่องแคล่ว ยืดหยุ่น
4. เป็นคนใจกว้างในการเปิดรับประสบการณ์ต่างๆ

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2523: 9) ได้เสนอลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ 15 ประการดังต่อไปนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. ประหลาดใจ หรือสนใจกับสิ่งที่เกิดขึ้นใหม่
3. ชอบเสี่ยง
4. มีความสามารถในการคิดได้อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง
5. ไม่ชอบที่จะคล้อยตามผู้อื่น
6. มีความเป็นอิสระทั้งความคิดและการกระทำ
7. มีความพินิจพิเคราะห์ ละเอียดลออ
8. มีความยืดหยุ่น ทั้งความคิดและการกระทำ
9. ทำงานเพื่อความสุขของตนเอง
10. มีความไวต่อปัญหา
11. เต็มใจที่จะทำสิ่งใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นอยู่เสมอ
12. มีความคิดเป็นของตนเอง ไม่ซ้ำแบบใคร
13. คิดได้อย่างลึกซึ้ง แตกฉาน
14. รู้จักตัดแปลงความคิดให้มีความเหมาะสม
15. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545: 35 - 36) ได้กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. อยากรู้อยากเห็น เปิดรับประสบการณ์ใหม่
2. มีความต้องการสิ่งแปลกใหม่ ชอบสำรวจ
3. กล้าเสี่ยง
4. ชอบเผชิญกับสิ่งที่ซับซ้อน
5. มีความเป็นตัวของตัวเอง
6. มีความคิดริเริ่ม แตกต่างจากคนอื่น
7. มีความไวต่อการรู้สึก
8. เป็นผู้มีความมั่นใจ
9. มีความมั่นใจในตัวเอง
10. มีความยืดหยุ่น
11. ชอบจินตนาการ

สสวท. (2555: 130 - 131) ได้ระบุถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 7 ประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น มีความต้องการที่จะเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงความรู้เดิมหรือเพิ่มพูนความรู้ใหม่
2. มีความไวต่อปัญหา มีความคิดที่ฉับพลันจากการรับรู้หรือประสบกับเหตุการณ์ต่างๆ
3. มีความคิดที่แหวกแนว แตกต่างจากบุคคลโดยทั่วไป
4. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด ชอบคิด หรือทำในสิ่งที่ยากและต้องใช้ความพยายามมากกว่าปกติ
5. ชอบการเปลี่ยนแปลง ชอบคิด ชอบทำในสิ่งแปลกใหม่ และหลีกเลี่ยงการคิดและทำในสิ่งที่ซ้ำซาก
6. ทำงานเพื่อความพอใจ เป็นการคิดหรือการทำงาน โดยมีความพึงพอใจเป็นแรงจูงใจในการทำมากกว่าสินจ้างรางวัล หรือคำชมเชย
7. เป็นผู้มีความมั่นใจ มีมุมมองที่หลากหลาย และใช้มุมมองที่หลากหลายนั้นผ่อนคลายความตึงเครียดออกมาในลักษณะของความสนุกสนาน

จากลักษณะของบุคคลที่นักวิชาการ และนักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ควรจะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีความฉับไวในการคิด การแก้ปัญหา
3. ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด หรือความสามารถที่มีอยู่
4. มีความคิดที่แปลก แตกต่างจากผู้อื่น เป็นความคิดที่สร้างสรรค์และก่อให้เกิดประโยชน์
5. เป็นผู้ที่รักความอิสระทั้งทางความคิดและการกระทำ

4.4 แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถอย่างหนึ่งที่มีอยู่ในบุคคล ซึ่งสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้ โดยเชื่อว่าบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานได้ดีกว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่า ซึ่งมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Torrance (1960) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นที่มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนไว้ 8 ประการ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ถาม และให้ความสนใจต่อคำถาม และไม่ได้มุ่งเพียงคำตอบ คำตอบเดียว
2. ตั้งใจฟัง เอาใจใส่ความคิดแปลกๆ และตอบคำถามของนักเรียนอย่างมีชีวิตชีวา
3. กระตือรือร้นต่อคำถามแปลกๆ และตอบคำถามของนักเรียนอย่างมีชีวิตชีวา
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้วิธีการชู้ด้วยคะแนน
5. กระตุ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้องใช้วิธีชู้ด้วยคะแนน
7. พึงตระหนักว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลาอย่างค่อยเป็นค่อยไป
8. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชย เมื่อนักเรียนมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

Gallaher และ Gallaher (1994: 343 - 344) ได้เสนอแนวทางในการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. จัดหลักสูตรโดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้มนต์มากกว่าการเรียนรู้นเนื้อหา และครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย
2. จัดให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยแนะนำ ปรีกษาแก่นักเรียนในการทำงาน หรือทำโครงการต่างๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน
4. กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าจะคิดว่าความจริงเป็นจริงที่ต้องเปิดเผย
5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหา และกลวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Sternberg และ Williams (1996: 115) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1. สร้างแรงจูงใจ ในการฝึกการคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
2. ฝึกการตั้งสมมติฐาน ข้อเสนอพื้นฐาน หรือคาดการณ์ล่วงหน้า โดยการตั้งคำถาม
3. ทำความเข้าใจการแก้ปัญหา และแก้ปัญหาให้ถูกต้อง ชัดเจน
4. สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. ให้เวลาในการฝึกความคิดสร้างสรรค์
6. ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฝ่าฟันอุปสรรค และความยุ่งยากต่างๆ
7. กล้าที่จะแสดงออก และเสนอความคิดของตนเอง
8. กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่ และสามารถนำไปทำประโยชน์ได้
9. ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น
10. แสดงทัศนคติที่เป็นจินตนาการ เพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่อยู่เสมอ

Furman (1998: 258 - 276) ได้เสนอลักษณะของครูที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ครูต้องคอยแนะนำการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน และคอยให้ความช่วยเหลืออยู่ใกล้ๆ
2. ครูต้องเป็นผู้ชี้แนะ ตักเตือนระเบียบวินัย และคอยกระตุ้นพฤติกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. ครูต้องคอยให้กำลังใจนักเรียน ในระหว่างที่นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
4. ครูต้องคอยตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนตั้งคำถาม หรือมีข้อสงสัย
5. ครูต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการตั้งคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย และสามารถตอบคำถาม พิสูจน์คำตอบ หรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
6. ครูต้องคอยควบคุม และกระตุ้นให้นักเรียนเสนอคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามนำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
7. ครูควรมีการส่งเสริม ยกยอ หรือให้กำลังใจนักเรียน ในขณะที่สอนวิชาคณิตศาสตร์

Nickerson (1999) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและเป้าหมายให้ชัดเจน
2. สร้างทักษะพื้นฐาน
3. ส่งเสริมให้ได้รับความรู้ที่เกี่ยวข้องและนำไปสู่จุดมุ่งหมาย
4. กระตุ้นให้มีความอยากรู้อยากเห็นและการสำรวจตรวจสอบ
5. สร้างแรงจูงใจ โดยเฉพาะแรงจูงใจภายใน
6. ส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองและความกล้าที่จะเสี่ยง
7. มุ่งให้เรียนแบบรอบรู้ และแข่งขันกับตนเอง
8. ส่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในความคิดสร้างสรรค์
9. ให้โอกาสในการเลือกและค้นพบความรู้
10. ส่งเสริมการพัฒนา การจัดการตนเอง หรือทักษะการรู้คิด
11. สอนเทคนิคและกลยุทธ์ที่เอื้อต่อการปฏิบัติการคิดสร้างสรรค์

อารี พันธุ์ณี (2546: 103) กล่าวถึงการจัดหลักสูตรและวิธีการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ รู้จักคิด คิดเป็น และสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ ครูควรปรับปรุงวิธีการสอน และยืดหยุ่นเนื้อหาวิชาในลักษณะต่อไปนี้

1. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง พยายามอย่าบังคับให้นักเรียนทำตามคำสั่งของครูอยู่ตลอดเวลา
2. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และตอบคำถามหรือพยายามค้นหาคำตอบด้วยความกระตือรือร้น
3. สนใจและตั้งใจฟังคำถามแปลกๆ ใหม่ๆ ของนักเรียน และยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียน
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนมีคุณค่าและเป็นประโยชน์โดยการให้กำลังใจ ชมเชย ยกย่อง และนำผลงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์
5. ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่ม นอกจากจะยอมรับความคิดแปลกๆ ของนักเรียนแล้วก็ไม่ควรตำหนิ หรือวิจารณ์ความคิดของนักเรียน
6. ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง สำรวจ ค้นหา ทดลองด้วยความสนใจของตนเอง มิใช่เพื่อหวังคะแนนที่ได้รับ
7. กระตุ้นให้นักเรียนมีบุคลิกภาพที่มีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยการส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น และการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง
8. ส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย

9. ขจัดความกลัว ความก้าวร้าวของนักเรียน และสร้างความเชื่อมั่น ความมั่นคงปลอดภัยแก่นักเรียน

อัมพร ม้าคนอง (2553: 65 - 66) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากความคิดของตน
2. สร้างประเด็นเพื่อท้าทาย และกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการค้นหาและทดลอง
3. สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างเสรี ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและแสดงออก โดยผู้สอนต้องลดการจำกัดกรอบความคิดและความสนใจของผู้เรียน
4. พยายามให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ในขณะที่เดียวกันก็ให้ความสนใจและตอบคำถามแปลกๆ ของผู้เรียน
5. ลดการอธิบาย แต่ชี้แนวทางให้ผู้เรียนคิด จินตนาการ และสร้างสรรค์ผลงานและแนวคิดใหม่ๆ จากประสบการณ์ของตนเอง
6. ผู้สอนไม่ควรเน้นคำตอบ ผลลัพธ์ หรือข้อสรุปมากเกินไป ควรยอมรับในความคลาดเคลื่อน หรือข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากวิธี หรือการคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอไว้ข้างต้น ทำให้ได้แนวคิดในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ โดยจัดกิจกรรมที่สร้างบรรยากาศของการเรียนรู้อย่างเสรี มีกิจกรรมที่ท้าทาย ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างซักถาม และใช้จินตนาการ ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่จัดขึ้น คอยให้กำลังใจ ยกย่อง ชมเชย และแสดงให้นักเรียนได้เห็นว่าคุณค่าของตนเองมีคุณค่า

4.5 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหนึ่งที่สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพและสถานการณ์ ซึ่งมีนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Guilford และ Christensen (1967 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2528: 54 - 56) เสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบที่ Guilford และคณะคิดค้นขึ้น โดยมุ่งที่จะวัดตัวประกอบในแต่ละเซลล์ตามโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมี 3 มิติ คือ เนื้อหาที่คิด (Content) วิธีการคิด (Operation) และผลผลิตของความคิด (Product) ตามลำดับ ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวแบ่งออกเป็น แบบทดสอบย่อย 4 ชุด 11 ฉบับ โดยแบ่งเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ทางด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นลักษณะของโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความคล่องแคล่วในการใช้คำ โดยให้เขียนคำที่ประกอบด้วยอักษรที่กำหนดให้
2. ความคล่องแคล่วทางความคิด โดยให้เขียนชื่อสิ่งของที่อยู่ในกลุ่มหรือประเภทเดียวกัน
3. ความคล่องแคล่วด้านการเชื่อมโยง โดยให้เขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้
4. ความคล่องแคล่วในการแสดงออก โดยให้เขียนประโยคที่ประกอบด้วยคำ 4 คำ และในแต่ละคำจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้
5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น โดยให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่กำหนดให้ที่ไม่ใช่การใช้ประโยชน์โดยทั่วไป
6. การสรุปผล โดยใช้บอกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องมาจากเหตุการณ์ที่สมมติให้
7. ประเภทของงานอาชีพ โดยให้บอกชื่อของอาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้
8. การวาดรูป โดยให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะ โดยใช้กลุ่มของรูปที่กำหนดให้
9. การสเกตช์รูป โดยให้ต่อเติมภาพร่างที่กำหนดให้ให้เป็นรูป
10. การแก้ปัญหา จากโจทย์ที่กำหนดให้
11. การตกแต่ง โดยให้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้ว ด้วยแบบที่แตกต่างกัน

Hopkins และ Stanley (1981: 376) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ควรมุ่งพิจารณาผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงต้องใช้คำถามทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเปิดกว้างหรือเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบคำถามคิดหาคำตอบได้หลายทาง และหลากหลายแบบมากที่สุด

อารี พันธุ์ณี (2535: 184 - 185) ได้เสนอวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกในเชิงสร้างสรรค์
2. การวาดภาพ หมายถึง การให้วาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรม และสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้ อาจเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม แล้วให้วาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ ซึ่งวิธีการในลักษณะดังกล่าวได้มีการทดลองใช้และศึกษากันมาเป็นเวลานานแล้ว
3. รอยหยดหมึก (Inkblots) หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เห็น วิธีการดังกล่าวมักใช้กับเด็กในวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากการงานศิลปะของนักเรียน นักจิตวิทยามีความเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กในวัยประถมศึกษาที่มีความสำคัญ หรือจัดเป็นช่วงวิกฤตของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กจะมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญของนักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์เอกของโลก เช่น นิวตัน เจมส์ ฮิลเลอร์ และ ปาสคาลร์ พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเด็กช่วงวัยนี้จะมีพัฒนาการทางภาษาที่ดี การเขียนบรรยาย หรือ แสดงความรู้สึกรู้จักจินตนาการเป็นที่สนใจของเด็ก

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบควรมีการกำหนดเวลา ปัจจุบันวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่นิยมใช้มากขึ้น เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ เป็นต้น

ประนอม มณีวงษ์ (2537: 40 - 42) ได้เสนอว่า แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งสามารถใช้ควบคู่กันกับแบบสำรวจพฤติกรรม หรือแบบสังเกตพฤติกรรมทางความคิดสร้างสรรค์ จะยิ่งช่วยให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียง ถูกต้อง และตรงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการ (2545: 48 - 50) ได้ระบุถึงหลักการในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ต้องสร้างปัญหาให้ผู้ตอบได้คิดหาคำตอบได้หลายๆ แบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด ซึ่งมีแบบวัดหลายลักษณะดังต่อไปนี้

1. แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วสร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
2. แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลายๆ แบบแตกต่างกันให้ได้มากที่สุด
3. แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์ที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
4. แบบรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
5. แบบประกอบภาพแทนแกรม (Tangrams) เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ประกอบด้วยกระดาษ 7 ชิ้น ประกอบกันเป็นรูปต่างๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

จากแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักวิชาการ และนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า วิธีการในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่นิยมใช้ คือ การใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถใช้ได้กับบุคคลในทุกระดับ ซึ่งผู้สร้างแบบทดสอบสามารถสร้างแบบทดสอบออกมาให้ตรงกับความต้องการของจุดประสงค์ที่จัดวัดได้ นอกจากนี้แบบทดสอบควรจะใช้ควบคู่กับแบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อให้ทราบถึงความคิดสร้างสรรค์ที่นักเรียนได้แสดงออกมาได้ชัดเจนมากขึ้น

4.6 หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีแนวทางในการจัดกิจกรรมที่เน้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์หลากหลายรูปแบบ ตามแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่าน ดังนี้

Davies (1971 อ้างถึงในสมพร หลิมเจริญ, 2552: 54) ได้เสนอหลักที่ช่วยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้พัฒนาขึ้น 3 ประการ คือ

1. การใช้กลวิธีสร้างสรรค์ (Use of Creative Tactics) ในการสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น มีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนได้รู้จักคิดอย่างยืดหยุ่น ใจกว้าง ยอมรับฟังสิ่งแปลกใหม่ สอนเทคนิคบางอย่าง เพื่อให้รู้จักนำไปประกอบกันเป็นความคิดใหม่ๆ ให้เกิดแรงจูงใจในการนำความสามารถของตนเองออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ดังนั้น สิ่งสำคัญสำหรับการสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์จะอยู่ที่การจัดเตรียมอุปกรณ์การสอน และวิธีการสอนที่สร้างสรรค์ ต้องใช้วิธีการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดจินตนาการ วิธีการสอนเป็นทีม การสอนโดยใช้เครื่องคำนวณ เป็นต้น

2. การเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยการปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์ (Learning Creativity by Doing Creativity) ครูผู้สอนจะต้องส่งเสริมกิจกรรมในห้องเรียนและกิจกรรมของนักเรียนแต่ละคนในทางที่สร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ดีเมื่อครูมีความคุ้นเคยกับนักเรียน อีกทั้งยังให้เสรีภาพและอิสระในการที่นักเรียนจะอภิปรายและแก้ปัญหา

3. บรรยากาศที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ (The Creative Atmosphere) สภาพบรรยากาศในห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญ ควรมีการให้วิธีการสอนแบบระดมสมอง มีความคิดสร้างสรรค์ในงานศิลปะ การเขียน หรือการทำโครงการ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดอย่างสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดจินตนาการแปลกๆ และเรื่องที่ซับซ้อนสามารถเป็นจริงได้

Torrance (1973: 7 - 9) กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรมที่กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

1. ความไม่สมบูรณ์และเปิดกว้าง (Incompleteness , Openness) ลักษณะพื้นฐานของกิจกรรมส่วนใหญ่มาจากความไม่สมบูรณ์ หรือการเปิดกว้าง ซึ่งพลังแห่งความไม่สมบูรณ์นั้นจะกระตุ้นการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ ความไม่สมบูรณ์อาจอยู่ในรูปแบบของภาพ เรื่องราว คำถาม พฤติกรรม หรือในแบบแผนของกิจกรรมการเรียนรู้

2. การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมา และการใช้ให้เป็นประโยชน์ (Producing Something and Using It) เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในกระบวนการเรียนรู้ในการคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถสร้างบางสิ่งบางอย่างและทำอะไรกับสิ่งๆ นั้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวมีสามขั้นตอนย่อย คือ

ขั้นตอนที่ 1 นักเรียนทำงานร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อสร้างความคิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 นักเรียนแต่ละคนคิดให้ลึกซึ้งลงไปเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 3 นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้ทำบางสิ่งบางอย่างจากสิ่งที่ได้คิดขึ้น
ในขั้นตอนที่ 2

3. การใช้คำถามของนักเรียน (Using Pupil Question) ในโรงเรียนครูส่วนใหญ่จะเป็นผู้ถามคำถาม นักเรียนแทบจะไม่มีโอกาสได้ตั้งคำถามเลย อีกทั้งคำถามส่วนใหญ่ที่ครูถาม มักจะถามถึงข้อมูลที่รู้คำตอบอยู่แล้ว ดังนั้นในชั้นเรียนจึงมักไม่พบคำถามที่ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ความรู้หรือค้นพบความจริงร่วมกันบ่อยนัก ครูจึงควรยอมรับคำถามที่นักเรียนถาม และช่วยกันหาคำตอบนั้นๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะและค้นหาคำตอบ จากการถามคำถามที่สามารถถามได้อย่างอิสระเหล่านั้น

Jame และ Shelagh (1994: 343 - 344) ได้เสนอหลักการในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. จัดหลักสูตร โดยเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์มากกว่าเนื้อหา และครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ

2. ให้มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ คำปรึกษากับนักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอน

4. กระตุ้นให้นักเรียนตระหนักว่า ความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหา มากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5. ครูจะต้องพัฒนาตนเองทั้งในด้านเนื้อหาความรู้ และเทคนิคการสอน

National Advisory Committee (1999 cited in Price, 2006: 11) ได้กล่าวถึงลักษณะของกิจกรรมทางความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. ให้คิดหรือมีพฤติกรรมเกี่ยวกับจินตนาการอยู่เสมอ
2. เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นจินตนาการ เพราะจะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
3. กระบวนการต้องเริ่มจากบางอย่างที่เป็นของเดิม เช่น ใช้ความรู้เดิมเป็นฐานในการคิดไปสู่ความรู้ใหม่

4. ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์

Sheffield และ Cruikshank (2000: 5 - 6) เสนอลักษณะของงานที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งควรมีลักษณะดังนี้

1. ควรใช้คำถามให้นักเรียนได้คิด ไม่ใช่คำถามที่ให้นักเรียนเดาสั่งที่ครูคิด หรือเดาคำตอบให้ตรงใจครู

2. งานที่นักเรียนทำได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมาก่อน แล้วจึงค้นพบหลักการและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยเรียนมาก่อน

3. งานที่นักเรียนได้สำรวจดูผลสะท้อน ขยายความคิดและความสนใจไปสู่ความสัมพันธ์ของเนื้อหาใหม่ๆ

4. งานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในหลากหลายระดับ และหลากหลายวิธี โดยพยายามใช้คำถามเป็นหลัก แล้วนักเรียนทุกคนจะประสบความสำเร็จในระดับใดระดับหนึ่ง โดยที่ยังคงรักษาเกณฑ์ระดับที่สูงไว้สำหรับท้าทายนักเรียนที่มีความพร้อมและความกระตือรือร้นที่จะก้าวหน้า หลักสำคัญ คือ ปัญหาที่นี้อาจมีหลายส่วน การเริ่มต้นโดยใช้คำถามที่สัมพันธ์กันง่ายๆ ซึ่งนักเรียนทุกคนตอบได้ แล้วจึงสร้างคำถามที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เพื่อท้าทายให้นักเรียนใช้ทักษะทั้งหมดที่มีอยู่

5. ให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการตอบคำถาม การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงเนื้อหาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ ตลอดจนเชื่อมโยงกับปัญหาในชีวิตจริง

6. ให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม เช่น เครื่องคำนวณ คอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับการวัดทางคณิตศาสตร์ และแบบจำลองความคิดทางคณิตศาสตร์

7. ควรให้เวลาสำหรับการหาผลลัพธ์ของนักเรียนแต่ละคน และการแก้ปัญหาควรให้เวลาอย่างเพียงพอสำหรับการสำรวจเป็นกลุ่ม และเพียงพอสำหรับการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ

8. ควรให้งานที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน

9. ใช้คำถามที่เปิดกว้าง โดยให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ หรือมีวิธีคิดหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี

10. ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่แรกเริ่มถามคำถาม จนถึงการตอบปัญหาในปัญหาหนึ่งๆ ควรเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหาอื่นๆ ครูควรลองตั้งปัญหาต่างๆ กับเพื่อนครู ก่อนที่จะใช้กับนักเรียน เพื่อให้ครูได้เห็นวิธีการแก้ปัญหามากมายหลายวิธี หลายรูปแบบ หลักการทั่วไปต่างๆ และความสัมพันธ์ของปัญหาที่นักเรียนจะสามารถหาได้ด้วยตนเอง

สมพร หลิมเจริญ (2552: 60 - 61) ได้กล่าวถึงหลักการที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมในหลักสูตรเสริม ดังนี้

1. ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
2. ฝึกปฏิบัติเทคนิคยุทธศาสตร์การคิดที่ส่งเสริม เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ เช่น การใช้เทคนิคการระดมพลังสมอง การใช้คำถามปลายเปิด เป็นต้น
3. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มีอิสระในการคิด มีอิสระในการปฏิบัติงาน และมีอิสระในการเรียนรู้
4. สร้างแรงจูงใจ โดยเฉพาะแรงจูงใจภายใน เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความเชื่อมั่นในตนเอง และความกล้าแสดงออก เป็นต้น
5. ให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และคุณค่าของการคิดด้วยตนเอง
6. ให้การเสริมแรงทางบวก

จากการศึกษาหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ 6 ประการ คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี หรือหาคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ และสนับสนุนการใช้คำถามปลายเปิด
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ถาม และใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นฐานในการคิด หรือสร้างความรู้ใหม่
4. จัดกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถ และเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง
6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และกำหนดเวลาเพียงพอที่จะไม่เป็นอุปสรรคในการคิด หรือปฏิบัติกิจกรรม

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ มีนักวิชาการ นักการศึกษา และนักวิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมในบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมความสามารถในการให้เหตุผล หรือความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

Anderson (1975 อ้างถึงใน สรวงสุตา ปานสกุล, 2545) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พบว่าความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์สามารถพิจารณาได้จากผลผลิตและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งความสามารถนี้อาจส่งเสริมได้โดยให้นักเรียนได้มีพฤติกรรมการมีส่วนร่วมทางวาจาในชั้นเรียน อีกทั้งการส่งเสริมความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ยังไม่ก่อให้เกิดผลเสียทางการเรียน

Ray (1979) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำ กับคำถามในระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม และจัดการเรียนการสอนให้เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันที่การใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มหนึ่งใช้คำถามในระดับสูง ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งใช้คำถามในระดับต่ำ ใช้เวลาในการทดลอง 24 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าคะแนนการให้เหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับต่ำที่ระดับนัยสำคัญ .01

Derrington (1993 อ้างถึงใน นวลทิพย์ นวพันธุ์, 2552) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดหลักสูตรเสริมวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นอนุบาล จำนวน 83 คน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted Child) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีส่วนร่วมในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มีแรงกระตุ้นในการวางแผนบทเรียนที่ได้รับ มีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มขึ้น และมีความกระตือรือร้นในการสอบ

Overton (1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 4 และ 6 จำนวน 82 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 41 คน และวัดผลโดยใช้แบบฝึกทักษะการคิด แบบทดสอบสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Criterion Referent Test of Talent: CRT) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสแตนฟอร์ด (The Stanford Achievement: AST) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิดสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้น

Kurt (อ้างถึงใน Harvov and Brown, 1998) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ โดยได้นิยามการเรียนรู้ชนิดนี้ว่า การเรียนรู้ในห้องทดลอง (Laboratory Learning) มาใช้ใน National Training Laboratories (NTL) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลปรากฏว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องทดลองสามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะทางสังคม และทักษะการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่างๆ

จากงานวิจัยของมหาวิทยาลัย Washington (2003) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับแต่ละรายวิชา พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ รูปแบบการเรียนรู้ที่นักเรียนได้นำเอาประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับมาสังเกต วิเคราะห์ และพิจารณาอย่างรอบคอบ ก่อนที่จะนำมาสร้างเป็นหลักการหรือแนวคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบที่เน้นประสบการณ์ของ Kolb

Wiest (2008) ได้ศึกษาการใช้กิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนหญิงและผู้ที่มีความสนใจในคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นกลุ่มตัวอย่าง เข้าค่ายคณิตศาสตร์เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และมีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาความรู้ ทักษะด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล เจตคติ และการมีส่วนร่วมของนักเรียน วัตถุประสงค์โดยใช้แบบทดสอบ ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างใน 3 ด้าน คือ เจตคติ ความรู้และทักษะ และความคิดเห็นที่มีต่อค่ายคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการเข้าค่ายคณิตศาสตร์นักเรียนมีความรู้และทักษะ และทักษะทางสังคมดีกว่าก่อนการเข้าค่ายคณิตศาสตร์

นวนน้อย เจริญผล (2533) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 120 คน จากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 5 และ 6 ระดับชั้นละ 40 คน และใช้รูปแบบกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ จำนวน 20 กิจกรรม และวัดผลโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์วัดผลก่อนและหลังการปฏิบัติกิจกรรมเสริมหลักสูตร ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าก่อนการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร

สมเดช บุญประจักษ์ (2540) ได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนารายณ์ และโรงเรียนดงตาลวิทยา จังหวัดลพบุรี จำนวน 154 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 75 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 79 คน โดยศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัย

พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญ .01

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2545) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดค่ายเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด และเสริมสร้างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลการเรียนในระดับ 0 หรือ 1 ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 49 คน โดยใช้กิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ และวัดผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการเข้าค่ายคณิตศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีวก่อนการเข้าค่ายคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (เชิงตรรก) ของนักเรียน ภายหลังจากการเข้าค่ายคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังอยู่ในระดับไม่น่าพอใจ มีเพียงร้อยละ 6.67 ที่อยู่ในระดับดี และร้อยละ 37.78 อยู่ในระดับพอใช้ นอกจากนี้จากการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดละเอียดลออ และคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียน ภายหลังจากการเข้าค่ายคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับน่าพอใจ

ทัศนีย์ ผลเนืองมา และแสงทิวา ไชยยศ (2547) ได้ศึกษาการจัดโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิด โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ผ่านโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ได้รับการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง เกินกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด อีกทั้งนักเรียนร้อยละ 100 มีความรู้สึกทางบวกต่อการจัดกิจกรรมดังกล่าว

วิเรืองรอง ชันทะ (2547) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นสมาชิกชุมนุมคณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง และวัดผลโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังจากการการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนสัมภาษณ์ภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมในแต่ละครั้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์

กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจุนวิทยาคม จังหวัดพะเยา จำนวน 74 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 34 คน และวัดผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลปรากฏว่า ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง

กว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม อีกทั้งความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณของนักเรียนกลุ่มทดลองยังสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

อภิรักษ์ อติพลอัครพันธ์ (2548) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเน้น ประสบการณ์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต จำนวน 49 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ภายหลังจาก การจัดการเรียนรู้แบบเน้นประสบการณ์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อน ได้รับการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งนักเรียนร้อยละ 61.2 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง กว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

อิทธิเทพ นวาระสุจิต (2548) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิง คณิตศาสตร์ด้านกระบวนการทำให้เหตุผล กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสุทธิวาราม โรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 15 คน และวัดผลโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนและแบบ สัมภาษณ์นักเรียนเพื่อวัดความสามารถทางการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการทำให้เหตุผล พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้าน กระบวนการทำให้เหตุผลผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .01

รัชดา ยাত্রา (2549) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการ เชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ สนใจสมัครเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร จำนวน 15 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการ ปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการปฏิบัติกิจกรรมชุมนุมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม และความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

สมพร หลิมเจริญ (2552) ได้พัฒนาหลักสูตรเสริม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับ นักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนใน 2 มิติ คือ มิติด้านการคิด ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม และมิติด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น และความเชื่อมั่นในตนเอง โดยใช้หลักสูตรเสริมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยที่ไม่ยึด เนื้อหาเป็นหลัก (Content Free) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูง กว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองยังมีระดับ ความคิดเห็นต่อหลักสูตรเสริมในระดับดีมาก

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หลักสูตรหรือการจัดการเรียนการสอนที่เสริมจากหลักสูตรคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมชุมนุม ชุดการสอน ค่ายคณิตศาสตร์ หรือกิจกรรมนอกเวลาอื่นๆ สามารถเสริมสร้างให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี โดยในการจัดการเรียนการสอนหรือจัดกิจกรรมในหลักสูตรเสริมนี้ อาจใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การระดมสมอง การใช้ปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐาน การใช้คำถามในระดับสูง การอภิปรายร่วมกัน เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา หรือกิจกรรม ที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติในแต่ละครั้ง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 2. การออกแบบการวิจัย
 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
 6. การวิเคราะห์ข้อมูล
 7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่างๆ ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร บทความ ตำรา และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการทดลอง
2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีวิจัย การสร้างเครื่องมือในการวิจัย วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว และมีการทดสอบก่อน - หลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) โดยแบบแผนการวิจัยมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	ทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	X	- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ - ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษา ในจังหวัดนครนายก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวง ศึกษาธิการ จากนั้นใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนห้องที่ 1 - 10 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถเช่นเดียวกัน เพื่อคัดเลือกนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลจากการสุ่มทำให้ได้นักเรียนห้อง ม.4/1 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีแผนการดำเนินกิจกรรมจำนวน 18 แผน 18 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงแผนการดำเนินกิจกรรม

ลำดับที่	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง	สาระที่เกี่ยวข้อง
1	ฟาร์มโคนม	1	- จำนวนและการดำเนินการ
2	ความลับสุดยอด	1	- พีชคณิต
3	สำรวจเมืองใหม่	1	- พีชคณิต
4	สายลับจับทองเก้	1	- การวัด - พีชคณิต - การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
5	สยามประเทศ	1	- จำนวนและการดำเนินการ - การวัด
6	เกษตรพอเพียง	1	- การวัด
7	แบ่งมรดก!!	1	- การวัด
8	ชุดบาสลิ่ง	1	- การวัด
9	วัดได้ตั้งใจ	1	- จำนวนและการดำเนินการ - การวัด
10	เสาธงโรงเรียนฉัน	1	- จำนวนและการดำเนินการ - การวัด
11	ตีแม่	1	- เรขาคณิต
12	ไร่ชา	1	- เรขาคณิต

ลำดับที่	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง	สาระที่เกี่ยวข้อง
13	งานเลี้ยง	1	- เรขาคณิต - พีชคณิต
14	ต่อ(ไม่)ติด	1	- เรขาคณิต
15	ผลงานชิ้นเอก	1	- เรขาคณิต
16	ใหญ่กว่านี้มีอีกไหม??	1	- เรขาคณิต
17	ลูกเต๋าเสี่ยงทาย	1	- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
18	สามสหายทลายกำแพง	1	- การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และกระบวนการจัดกิจกรรม จากเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จากเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดเกี่ยวกับวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycle) ของ Kolb ซึ่งมี 4 ขั้นตอน เป็นวงจรต่อเนื่องกันไป ดังนี้

ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม (Concrete Experience)

ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมและรับรู้ประสบการณ์ต่างๆ เน้นการใช้ความรู้สึกและยึดถือสิ่งที่เกิดขึ้นจริงตามที่ตนประสบในขณะนั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถรับรู้ประสบการณ์ได้จากการอ่าน ศึกษา จากกรณีตัวอย่าง จากการสังเกต หรือสถานการณ์จำลอง

ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective Observation)

ผู้เรียนมุ่งทำความเข้าใจความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ โดยการสังเกตอย่างรอบคอบเพื่อการไตร่ตรองพิจารณา ผู้เรียนจะได้แสดงความคิดเห็น และความรู้สึกของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งอาจมีการระดมสมอง การอภิปราย และการจดบันทึกสิ่งที่พิจารณาได้

ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม (Abstract Conceptualization)

ผู้เรียนใช้เหตุผลและใช้ความคิดในการสรุปรวบยอดเป็นหลักการต่างๆ จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย ซึ่งผู้เรียนอาจมีการร่วมกันวิเคราะห์ หรือสร้างโมเดลจำลองแนวคิดต่างๆ รวมทั้งการจดบันทึกสิ่งที่สรุป

ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง (Active Experimentation)

ผู้เรียนนำเอาความเข้าใจที่สรุปได้ในขั้นที่ 3 ไปทดลองปฏิบัติจริงเพื่อทดสอบว่าถูกต้องหรือขั้นตอนนี้เน้นที่การประยุกต์ใช้ โดยผู้เรียนอาจมีการทดลองปฏิบัติจากสถานการณ์สมมติ จาก การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการทดลองปฏิบัติภาคสนาม

1.3 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระ แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 วิเคราะห์หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5 สังเคราะห์หลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.6 จัดทำชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยยึดหลักการตามแนวคิดของการบูรณาการความรู้ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรม และมีกระบวนการจัด กิจกรรมที่สอดคล้องกับวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ซึ่งชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตร คณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วยแผนการดำเนินกิจกรรมจำนวน 18 แผน ใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละกิจกรรมประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ของกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรม สถานที่ดำเนินกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม อุปกรณ์ที่ ใช้ในกิจกรรม วิธีดำเนินกิจกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นดำเนินกิจกรรม และขั้น สรุป และใบกิจกรรม

1.7 นำชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรม และให้ข้อเสนอแนะสำหรับ ปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1.7.1 นอกจากวิธีดำเนินกิจกรรมแล้ว ควรเพิ่มคำอธิบายของกิจกรรมแต่ละ กิจกรรม เพื่อให้เห็นภาพรวมของกิจกรรม อีกทั้งให้ผู้ศึกษาแผนการดำเนินกิจกรรมเข้าใจกิจกรรม แต่ละกิจกรรมมากยิ่งขึ้น

1.7.2 ควรระบุวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb แต่ละขั้นลงไปในส่วน ของวิธีดำเนินกิจกรรม เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการนำวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์เข้ามาใช้กับ การดำเนินกิจกรรม และปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอนและมีความต่อเนื่อง

1.7.3 ปรับวิธีดำเนินกิจกรรมบางกิจกรรมให้น่าสนใจ และกระตุ้นให้นักเรียนอยาก ปฏิบัติกิจกรรมยิ่งขึ้น

1.7.4 ควรปรับขึ้นการดำเนินกิจกรรมให้กระชับมากขึ้น ลดบางขั้นตอนที่นอกเหนือจากวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb เพื่อให้สอดคล้องกับเวลาที่กำหนดไว้

1.7.5 ควรอธิบายสรุปเพิ่มเติมในบางกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเห็นประโยชน์หรือความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมชัดเจนยิ่งขึ้น

1.7.6 ควรปรับคำถามท้ายกิจกรรมในบางกิจกรรม ที่ยังไม่เป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้สิ่งที่ปฏิบัติกิจกรรมมาขยายแนวความคิดต่อได้

1.7.7 ควรเพิ่มสื่อ อุปกรณ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากปฏิบัติกิจกรรม และอุปกรณ์บางชนิดที่มีการใช้งานบ่อยครั้งควรรวมไว้เป็นชุดอุปกรณ์พื้นฐาน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

1.7.8 ปรับปรุงภาษา สำนวนภาษาให้เหมาะสม และใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง

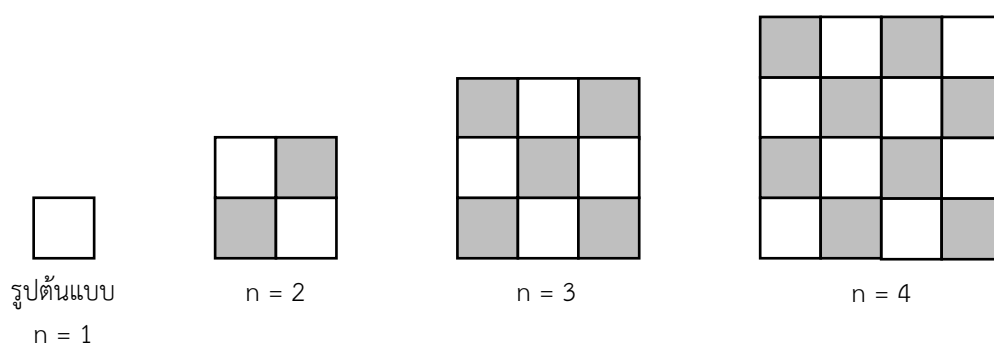
1.8 นำชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องตามหลักการจัดกิจกรรม ความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมและวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ความเหมาะสมของสำนวนภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมในด้านอื่นๆ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1.8.1 ควรปรับวิธีการดำเนินกิจกรรมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด

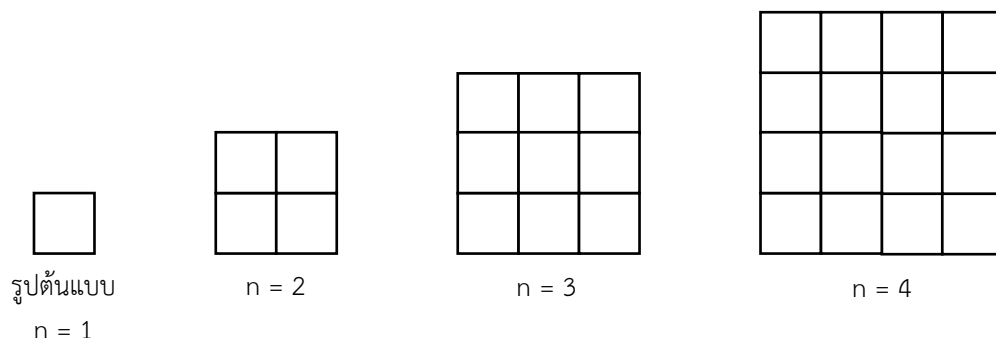
1.8.2 ควรปรับขึ้นนำในบางกิจกรรม ให้นำสนใจและนำติดตามในการปฏิบัติกิจกรรมต่อไป

1.8.3 ควรปรับใบกิจกรรมบางกิจกรรมให้ง่ายต่อการปฏิบัติกิจกรรมยิ่งขึ้น

1.8.4 ควรปรับใบความรู้ในบางกิจกรรมให้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น
รูปแบบเดิม



แก้ไขเป็น



1.9 นำชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 สร้างข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง

2.1.4 สร้างเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 12 ข้อ

2.1.5 นำข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 12 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

2.1.5.1 ควรปรับข้อความให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และให้นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ตรงตามประเด็นที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น
โจทย์เดิม

1. นักเรียนทราบอะไรจากข้อมูลข้างต้นบ้าง จงอธิบายมาเป็นข้อๆ

แก้ไขเป็น

1.1 จากกราฟ จะพบว่านักเรียน ม. 4/1 ส่วนใหญ่มีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในช่วง คะแนน และนักเรียน ม. 4/2 ส่วนน้อยมีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในช่วง คะแนน

1.2 จากกราฟ จะพบว่านักเรียน ม.4/1 มีจำนวน คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจำนวน คน และนักเรียนที่สอบผ่านจำนวน คน

1.3 จากกราฟ จะพบว่านักเรียน ม.4/2 มีจำนวน คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจำนวน คน และนักเรียนที่สอบผ่านจำนวน คน

2.1.5.2 ควรกำหนดเงื่อนไขของโจทย์ให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น
โจทย์เดิม

กราฟด้านล่าง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดเริ่มต้นกับเวลาที่เปลี่ยนไปของผู้ที่เดินบนบันไดเลื่อนและผู้ que เติขึ้นบันไดปกติ เมื่อบันไดเลื่อนและบันไดปกติมีความสูงและจำนวนขั้นเท่ากัน และอัตราเร็วในการเดินขึ้นบันไดเท่ากัน

แก้ไขเป็น

กราฟด้านล่าง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากจุดเริ่มต้นกับเวลาที่เปลี่ยนไปของผู้ที่เดินบนบันไดเลื่อนและผู้ que เติขึ้นบันไดปกติ เมื่อบันไดเลื่อนและบันไดปกติมีความสูงและจำนวนขั้นเท่ากัน และกำหนดให้

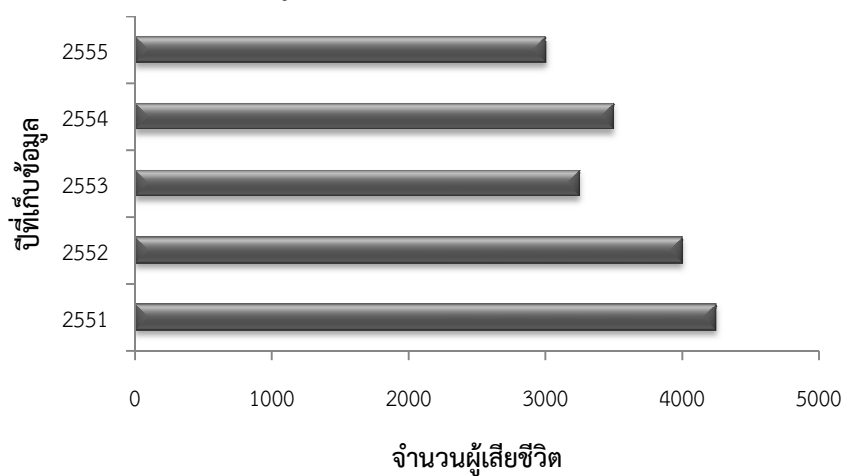
$$\text{ความเร็วของคน que เติขึ้นบันไดเลื่อน} = \text{ความเร็วของคน que เติขึ้นบันได} + \text{ความเร็วของบันไดเลื่อน}$$

2.1.5.3 ควรปรับเวลาให้มากขึ้นจาก 40 นาที เป็น 1 ชั่วโมง เพื่อให้นักเรียนมีเวลามากพอที่จะคิดพิจารณาและตอบคำถามแต่ละข้อ

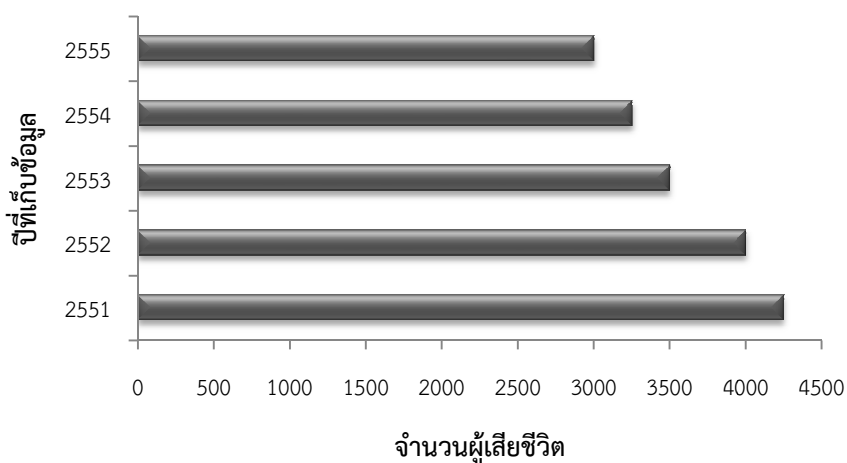
2.1.5.4 ควรปรับปรุงภาษา สำนวนภาษาให้เหมาะสม และใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง

2.1.6 นำข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 12 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงและความเหมาะสมตามเนื้อหา (IOC) ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

2.1.6.1 ข้อมูลที่นำมาใช้กับโจทย์ ควรใช้ข้อมูลจริง ตัวอย่างเช่น โจทย์เดิม จากรายงานจำนวนผู้เสียชีวิตในช่วงเทศกาลสงกรานต์ ปรากฏดังกราฟต่อไปนี้



แก้ไขเป็น จากรายงานจำนวนผู้เสียชีวิตในช่วงเทศกาลสงกรานต์ ปรากฏดังกราฟต่อไปนี้



2.1.6.2 ควรปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปิก ให้เห็นความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคะแนน สำหรับคำตอบในแต่ละรูปแบบ ดังนี้
เกณฑ์เดิม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถอ้างอิงหรือเสนอแนวคิดได้ถูกต้องและครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถอ้างอิงหรือเสนอแนวคิดได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	2
นักเรียนสามารถอ้างอิงหรือเสนอแนวคิดได้บางส่วน และยังไม่ชัดเจน	1
นักเรียนไม่สามารถอ้างอิงหรือเสนอแนวคิดได้	0

แก้ไขเป็น

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง สามารถอ้างอิงจากสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ครบถ้วน ชัดเจน	3
นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถอ้างอิงจากสิ่งที่โจทย์กำหนดได้ครบถ้วน ชัดเจน	2
นักเรียนสามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอ้างอิงจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้	1
นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผล และอ้างอิงจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้	0

2.1.6.3 ควรปรับปรุงภาษา สำนวนภาษาให้เหมาะสม และใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง

2.1.7 นำข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 10 ข้อ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนวมราชานุสรณ์ จำนวน 35 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีผู้ตรวจแบบทดสอบคือ ผู้วิจัย และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

2.1.8 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 2.1.7 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alfa Coefficient : α) ของ Cronbach ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วจึงนำมาหาค่าความยาก (Difficulty) และค่า

อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.79
ค่าความยาก	มีค่า	0.39 - 0.64
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.15 - 0.41

2.1.9 นำข้อสอบวัดความสามารถด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวและมีคะแนนสูงที่สุดจำนวน 8 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) แล้วนำมาแบ่งออกเป็นสองฉบับ ฉบับละ 4 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบทั้งสองชุดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) ใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วจึงสุ่มแบบทดสอบออกเป็นฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง ซึ่งคุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง

ประเด็นการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ ฉบับก่อนการทดลอง	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ ฉบับหลังการทดลอง
ความเที่ยง	0.72	0.68
ความยาก	0.55 - 0.62	0.39 - 0.59
อำนาจจำแนก	0.26 - 0.41	0.26 - 0.37

2.1.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง ทดสอบความคู่ขนานโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความสัมพันธ์ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.4 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบคู่ขนานเป็น 0.55

2.1.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์กลางสำหรับการให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดในมิติของการวิเคราะห์ข้อมูลและความสามารถในการอธิบายข้อสรุป ดังนี้

ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังมีขาดบางข้อมูลหรือยังไม่สมบูรณ์นัก	2
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0

ด้านความสามารถในการอธิบายข้อสรุป

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้ 	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้เลย	0

2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีวิธีดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.2.1 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

2.2.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.4 สร้างข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford ที่แบ่งความคิดสร้างสรรค์เป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1) ความคิดคล่อง (Fluency) 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) จำนวน 10 ข้อ สำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง

2.2.5 สร้างเฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ข้อ

2.2.6 นำข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้ว อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

2.2.6.1 ควรปรับเกณฑ์การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น โดยกำหนดเกณฑ์ให้ละเอียด และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น

เกณฑ์เดิม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟได้ 3 ลักษณะขึ้นไป	3
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟได้ 2 ลักษณะ	2
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟได้เพียงลักษณะเดียวเท่านั้น	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟได้	0

แก้ไขเป็น

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟ โดยมีไฟสว่างอยู่ในช่วง 4 - 7 วินาทีในหนึ่งคาบเวลา ได้สัญญาณไฟสว่างแตกต่างกัน 4 แบบ	3
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟ โดยมีไฟสว่างอยู่ในช่วง 4 - 7 วินาทีในหนึ่งคาบเวลา ได้สัญญาณไฟสว่างแตกต่างกัน 2 - 3 แบบ	2
นักเรียนสามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟ โดยมีไฟสว่าง 4 วินาทีในหนึ่งคาบเวลา ได้แบบเดียวเท่านั้น	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟได้ หรือเขียนรูปแบบของสัญญาณไฟ โดยมีไฟสว่างน้อยกว่า 4 วินาทีในหนึ่งคาบเวลา	0

2.2.6.2 ควรปรับปรุงภาษา สำนวนภาษาให้เหมาะสม และใช้ภาษาเขียนให้ถูกต้อง

2.2.7 นำข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์จำนวน 10 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ประเมินความตรงและความเหมาะสมตามเนื้อหา (IOC) ความเหมาะสมของสำนวน พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

2.2.7.1 ควรกำหนดเงื่อนไขของโจทย์ให้ชัดเจน ตัวอย่างเช่น โจทย์เดิม

จงเขียนแผนภาพของรูปแบบสัญญาณไฟที่เป็นไปได้ที่ส่งสัญญาณไฟสว่างอย่างน้อย 30 วินาที ในเวลาหนึ่งนาทีก่อน โดยกำหนดคาบเวลาของสัญญาณไฟเท่ากับ 8 วินาที

แก้ไขเป็น

จงเขียนแผนภาพของรูปแบบสัญญาณไฟที่เป็นไปได้ที่ส่งสัญญาณไฟสว่างอย่างน้อย 4 วินาที ในเวลา 8 วินาที

2.2.7.2 ปรับภาษาที่ใช้ในการถาม และตัวอย่างที่ให้นักเรียนพิจารณาไม่จำเป็นต้องมีเลขข้อ ตัวอย่างเช่น

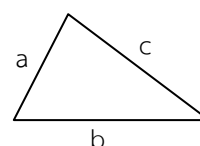
โจทย์เดิม

มะตอยมีไม้ไผ่ยาว 5 เมตร จำนวน 3 ลำ เขาต้องการสร้างคอกม้าจากไม้ไผ่เหล่านี้ โดยที่คอกม้าของเขาจะต้องมีลักษณะเป็นไม้ไผ่ 2 ลำ ตั้งอยู่บนหลัก ดังรูป



และคอกม้านี้จะต้องมีความยาวด้านแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 1 เมตร ดังนั้นมะตอยจะสามารถใช้ไม้ไผ่ที่มีอยู่ทั้งหมดสร้างคอกม้าได้หลายวิธี เช่น

1) คอกม้ารูปสามเหลี่ยม ที่มีความยาวด้าน $a = 1.5$ เมตร $b = 2.5$ เมตร และ $c = 3.5$ เมตร เมื่อตั้งไม้ไผ่บนหลักแล้ว มะตอยจะใช้ไม้ไผ่ ที่มีอยู่ทั้งหมดได้พอดี



ถ้ามะตอยมีไม้ไผ่ยาว 5 เมตร จำนวน 7 ลำ และเขาต้องการสร้างคอกม้า เช่นเดียวกับมะตอย มะตอยจะสร้างคอกม้าโดยใช้เงื่อนไขดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงวาดรูปพร้อมทั้งเขียนอธิบายรูปแบบของคอกม้าดังกล่าวให้ได้หลากหลายวิธีมากที่สุด

แก้ไขเป็น

มะตอยมีไม้ไผ่ยาว 5 เมตร จำนวน 3 ลำ เขาต้องการสร้างคอกม้าจากไม้ไผ่เหล่านี้ โดยที่คอกม้าของเขาจะต้องมีลักษณะเป็นไม้ไผ่ 2 ลำ ตรึงอยู่บนหลัก ดังรูป

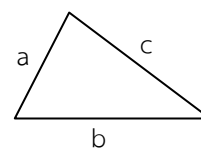


และคอกม้านี้จะต้องมีความยาวด้านแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 1 เมตร ดังนั้นมะตอยจะสามารถใช้ไม้ไผ่ที่มีอยู่ทั้งหมดสร้างคอกม้าได้หลายวิธี เช่น

คอกม้ารูปสามเหลี่ยม ที่มีความยาวด้าน

$a = 1.5$ เมตร $b = 2.5$ เมตร และ $c = 3.5$ เมตร

เมื่อตรึงไม้ไผ่บนหลักแล้ว มะตอยจะใช้ไม้ไผ่ ที่มีอยู่ทั้งหมดได้พอดี



ถ้าตะนอยมีไม้ไผ่ยาว 5 เมตร จำนวน 7 ลำ และเขาต้องการสร้างคอกม้า เช่นเดียวกับมะตอย ตะนอยจะสร้างคอกม้าโดยใช้เงื่อนไขดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง จงวาดรูปพร้อมทั้งเขียนอธิบายรูปแบบของคอกม้าดังกล่าวให้ได้มากที่สุด

2.2.7.3 ควรปรับเกณฑ์การให้คะแนนความคิดริเริ่ม ให้เป็นแบบเปอร์เซ็นต์

เพื่อที่จะนำเกณฑ์ดังกล่าวไปใช้ได้ในกรณีที่จำนวนกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น

เกณฑ์เดิม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนชุดเพอร์นิเจอร์ได้ถูกต้องตามเงื่อนไข โดยไม่ซ้ำกับใครเลย	3
นักเรียนสามารถเขียนชุดเพอร์นิเจอร์ได้ถูกต้องตามเงื่อนไข โดยที่ซ้ำกับคนอื่น 2 - 4 คน	2
นักเรียนสามารถเขียนชุดเพอร์นิเจอร์ได้ถูกต้องตามเงื่อนไข โดยที่ซ้ำกับคนอื่น 5 - 7 คน	1
นักเรียนสามารถเขียนชุดเพอร์นิเจอร์ได้ถูกต้องตามเงื่อนไข โดยที่ซ้ำกับคนอื่น 8 คนขึ้นไป	0

แก้ไขเป็น

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายการประกอบเฟอร์นิเจอร์ที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น ไม่เกิน 3% ของนักเรียนทั้งหมด	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายการประกอบเฟอร์นิเจอร์ที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 4% - 10% ของนักเรียนทั้งหมด	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายการประกอบเฟอร์นิเจอร์ที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 11% - 19% ของนักเรียนทั้งหมด	1
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายการประกอบเฟอร์นิเจอร์ที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 20% ขึ้นไป ของนักเรียนทั้งหมด	0

2.2.8 นำข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความตรง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 8 ข้อ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนวมราชานุสรณ์ จำนวน 35 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีผู้ตรวจแบบทดสอบคือ ผู้วิจัย และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน

2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากข้อ 2.2.8 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alfa Coefficient : α) ของ Cronbach ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นรายข้อโดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.67
ค่าความยาก	มีค่า	0.42 - 0.83
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.06 - 0.46

2.2.10 นำข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวและมีคะแนนสูงที่สุดจำนวน 6 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าความแปรปรวน (Variance) แล้วนำมาแบ่งออกเป็นสองฉบับ ฉบับละ 3 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อสอบแต่ละข้อของแบบทดสอบทั้งสองชุดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าความแปรปรวน

(Variance) ใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วจึงสุ่มแบบทดสอบออกเป็นฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง ซึ่งคุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง มีรายละเอียด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง

ประเด็นการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบฉบับก่อนการทดลอง	ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบฉบับหลังการทดลอง
ความเที่ยง	0.80	0.90
ความยาก	0.64 - 0.79	0.54 - 0.79
อำนาจจำแนก	0.20 - 0.40	0.23 - 0.46

2.2.11 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง ทดสอบความคู่ขนานโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความสัมพันธ์ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.4 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความสัมพันธ์ของแบบทดสอบคู่ขนานเป็น 0.68

2.2.12 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์กลางการให้คะแนนแบบอิงกลุ่มสำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดในมิติของความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังนี้

ด้านความคิดคล่อง

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้ แต่ยังไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบนั้น	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้	0

ด้านความคิดยืดหยุ่น

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้ แต่ยังไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบนั้น	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้ไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้	0

ด้านความคิดริเริ่ม

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น ไม่เกิน 3% ของนักเรียนทั้งหมด	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 4% - 10% ของนักเรียนทั้งหมด	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 11% - 19% ของนักเรียนทั้งหมด	1
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 20% ขึ้นไป ของนักเรียนทั้งหมด	0

ด้านความคิดละเอียดลออ

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ละเอียด ถูกต้อง และชัดเจน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ค่อนข้างละเอียดและชัดเจน	2
นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ แต่ไม่ละเอียดและไม่ชัดเจน	1
นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนอธิบายคำตอบ	0

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในขั้นเตรียมการ และขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของการบูรณาการความรู้ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรม โดยมีลักษณะของการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีกระบวนการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง

1.3 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

1.4 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนนครนายกวิทยาคม โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

2.2 ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง จากคาบเรียนวิชาคั่นคว่ำอิสระ (Individual Study) เป็นเวลา 9 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

2.3 เมื่อดำเนินกิจกรรมครบทั้ง 18 กิจกรรม ตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง

2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยมีผู้ตรวจแบบทดสอบคือ ผู้วิจัย และครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences [SPSS]) โดยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

3. วิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

4. เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง คำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ได้แก่ ค่าความตรง (Validity)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
วัตถุประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

(ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, ม.ป.ป.: 159)

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง ได้แก่

2.1 ค่าความตรง (Validity)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ
วัตถุประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

(ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ, ม.ป.ป.: 159)

และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences [SPSS]) ดังนี้

2.2 ค่าความเที่ยง (Reliability) จากการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (α : Alfa Coefficient)

2.3 ค่าความยาก (P) จากสูตรของ Whitney และ Sabers

2.4 อำนาจจำแนก (r) จากสูตรของ Whitney และ Sabers

2.5 ความคู่ขนานของแบบทดสอบ จากสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences [SPSS]) ดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)

3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3 ค่าความแปรปรวน (Variance)

3.4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ (Average Percent)

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences [SPSS])

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย นำเสนอ ดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 6
- ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 7
- ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 8
- ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 9

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัย นำเสนอ ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
- ตอนที่ 2 พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- ตอนที่ 3 พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
- ตอนที่ 4 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	44	32.95	4.46	68.65

จากตารางที่ 6 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 32.95 คะแนน จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.46 ซึ่งนับว่ามีการกระจายตัวของคะแนนไม่มากนัก และมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 68.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 60 อยู่ร้อยละ 8.65

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

การทดสอบ	n	\bar{x}	s	t
ก่อนการทดลอง	44	29.20	5.17	4.602*
หลังการทดลอง	44	32.95	4.46	

*p < .05

จากตารางที่ 7 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 29.20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.17 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 32.95 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.46 นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าที (t-test dependent) เท่ากับ 4.602 จึงสรุปได้ว่า ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$
นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	44	24.50	3.49	68.06

จากตารางที่ 8 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 24.50 คะแนน จากคะแนนเต็ม 36 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.49 ซึ่งนับว่ามีการกระจายตัวของคะแนนไม่มากนัก และมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 68.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือร้อยละ 60 อยู่ร้อยละ 8.06

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แสดงผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

การทดสอบ	n	\bar{x}	s	t
ก่อนการทดลอง	44	19.45	3.47	8.829*
หลังการทดลอง	44	24.50	3.49	

*p < .05

จากตารางที่ 9 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 44 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 19.45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.47 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เท่ากับ 24.50 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.49 นอกจากนี้ ผลการทดสอบค่าที (t-test dependent) เท่ากับ 8.829 จึงสรุปได้ว่า ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนที่ผู้ทำวิจัยเลือกทำการทดลอง คือ โรงเรียนนครนายกวิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวงศึกษาธิการ เป็นโรงเรียนประจำจังหวัดนครนายก เปิดทำการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 และจากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม มีห้องเรียนจำนวน 72 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 2,748 คน โดยระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 มีจำนวน 12 ห้องเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 11 ห้องเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวน 13 ห้องเรียน และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีระดับชั้นละ 12 ห้องเรียน มีบุคลากรจำนวน 156 คน เป็นผู้บริหารจำนวน 5 คน ผู้สอนจำนวน 147 คน และผู้สนับสนุนการสอนจำนวน 4 คน

สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนแต่ละห้องจะมีนักเรียนโดยเฉลี่ย 40 คน โดยห้องที่ 1 - 5 จะเรียนโดยใช้แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ห้องที่ 6 - 10 เรียนโดยใช้แผนการเรียน ศิลป์ - คำนวณ ห้องที่ 11 เรียนโดยใช้แผนการเรียน ศิลป์ - ภาษา และห้องที่ 12 เป็นห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted) เน้นการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนห้องที่ 1 - 10 ซึ่งเป็นนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ และศิลป์ - คำนวณ จะได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติมเช่นเดียวกัน อีกทั้งห้องเรียนเหล่านี้มีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารภ โดยแยกตามแผนการเรียน

2. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม มีครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำนวน 22 คน โดยแบ่งเป็นครูประจำการจำนวน 20 คน และครูอัตราจ้างจำนวน 2 คน สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีทางการสอนคณิตศาสตร์โดยตรงจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 82 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีทางด้านคณิตศาสตร์หรือสถิติจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 18

จากการสอบถามพบว่า ภาระงานในด้านการสอนของครูในวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับมอบหมายให้สอนโดยเฉลี่ยประมาณ 19 คาบเรียน/สัปดาห์ และได้รับมอบหมายให้ดูแลนักเรียนในคาบเรียนอื่นๆ เช่น คันทัวร์อิสระ จิตอาสา ประมาณ 1 - 3 คาบเรียน/สัปดาห์ นอกจากนี้ยังมีภาระงานอื่น นอกจากงานสอน เช่น สหกรณ์โรงเรียน ธนาคารโรงเรียน โรงอาหาร พัสดุ เป็นต้น

ห้องเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีจำนวน 15 ห้องเรียน เป็นห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ประจำนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน ห้องเรียนที่มีกระดานอัจฉริยะ (Interactive Board) จำนวน 1 ห้องเรียน และห้องเรียนที่มีจอทีวีแอลซีดีจำนวน 5 ห้องเรียน

3. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

ในปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม มีนักเรียนจำนวน 2,748 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประมาณ 450 คน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ซึ่งเรียนโดยใช้แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 44 คน เป็นนักเรียนชาย 12 คน และนักเรียนหญิง 32 คน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีเกรดเฉลี่ยสะสมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นตั้งแต่ 2.75 ขึ้นไป นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการเรียน มีความกระตือรือร้น

กล้าซักถาม และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างดี และจากการสอบถามนักเรียน พบว่า สภาพครอบครัวของนักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานครอบครัวค่อนข้างดี ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับราชการ รองลงมาคือ อาชีพค้าขาย

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ทั้ง 18 กิจกรรม และจากการประเมินใบกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในกิจกรรมทั้ง 18 กิจกรรม พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีแนวโน้มเกี่ยวกับพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้น โดยในช่วงแรกของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีพฤติกรรมการให้เหตุผลยังไม่คงที่ แต่เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้สังเกตได้ถึงความเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมการให้เหตุผลระหว่างการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ แต่อาจยังไม่สามารถเขียนอธิบายการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านใบกิจกรรมได้เท่าไรนัก จนกระทั่งช่วงท้ายของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถสังเกตพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดี ทั้งทางด้านพฤติกรรมการให้เหตุผลระหว่างการทำกิจกรรม และด้านของการเขียนอธิบายแสดงเหตุผลผ่านใบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดโดยแบ่งพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 ช่วง คือ พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงต้น ช่วงกลาง และช่วงปลาย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงต้น

ในช่วงต้นของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 1 - 6 นี้ นักเรียนยังมีพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่คงที่ อันเนื่องมาจากนักเรียนยังเคยชินกับการเรียนการสอนแบบบรรยาย ซึ่งสังเกตได้จากในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม ที่นักเรียนยังไม่กล้าที่จะตอบคำถามหรือแสดงเหตุผล/ข้อคิดเห็นกับประเด็นหรือข้อคำถามที่ครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการศึกษาตัวอย่างปัญหาหรือวิธีการปฏิบัติกิจกรรม อีกทั้งนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการทำกิจกรรมในห้องเรียนที่ใช้กระบวนการกลุ่มเป็นหลัก ดังนั้นในขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไต่ตรอง นักเรียนจึงมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายเหตุผลของตนเองแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มน้อยมาก และนักเรียนบางส่วนมีพฤติกรรมที่ไม่สนใจ ไม่ให้ความร่วมมือกับกิจกรรม โดยมีการนั่งคุยกันในขณะที่สมาชิกคนอื่นๆ กำลัง

ทำกิจกรรม นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่จะชอบคิดคนเดียว ทำคนเดียว จึงส่งผลให้ในชั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรมนั้น ข้อสรุปที่นักเรียนสรุปมาได้ในแต่ละกลุ่มมักจะเป็นเหตุผลหรือแนวคิดของสมาชิกคนใดคนหนึ่งเท่านั้น อีกทั้งนักเรียนยังใช้โอกาสในการที่มีสมาชิกหลายคนแบ่งงานกันทำ เช่น ให้คนที่ 1 และ 2 ทำใบกิจกรรมในชั้นที่ 2 คนที่ 3 สรุปผลในชั้นที่ 3 คนที่ 4 และ 5 ตอบคำถามท้ายกิจกรรมซึ่งตรงกับชั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง โดยนักเรียนแต่ละคนที่ทำในส่วนต่างๆ ไม่มีการถ่ายทอดเหตุผลหรือแนวคิดในแต่ละขั้นไปยังสมาชิกคนอื่นๆ จึงส่งผลให้งานที่นักเรียนปฏิบัติในช่วงแรกนี้ไม่ต่อเนื่อง และไม่สมเหตุสมผลกันในแต่ละขั้นตอน นอกจากนี้นักเรียนยังขาดความรอบคอบ ขาดการคิดอย่างเป็นระบบที่สมเหตุสมผล มีความต่อเนื่อง และขาดการแสดงออกซึ่งเหตุผลที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาอ้างอิงในการตอบคำถาม หรือแสดงแนวคิด เช่น การตอบคำถามไม่ครบตามที่โจทย์กำหนด ไม่สามารถอธิบายเหตุผลที่สมเหตุสมผล ต่อเนื่องและสอดคล้องกัน การอธิบายเหตุผลโดยไม่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ แต่ยังไม่ถูกต้อง เป็นต้น ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงต้น สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

2. จงสร้างรหัสลับในรูปแบบอื่น ที่ไม่ใช่การแปลงจากตัวอักษรเป็นตัวเลข พร้อมทั้งเขียนอธิบายรหัสดังกล่าว และเขียนรหัสที่สามารถถอดรหัสให้ได้คำว่า " MATHEMATICS "

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
æ	\	/	Δ	!	£	△	()	◆	#	<	μ
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
-	œ	ρ	ı	β	+	✓	±	∅	⊕	&	?	Σ

æ/s!æe \ / + "MATHEMATICS"
 æ/s!æe \ / +

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 นักเรียนขาดการอธิบายรหัสตามที่โจทย์ถาม

วิธีที่ 2... จากสถานการณ์ดังกล่าวสามารถทำแผนของค่าปลายออกจากทองคำรังได้ จากกรณี ซึ่ง 1 ครั้ง โดยแบ่งทองคำดังกล่าวออกเป็น 3 กอง กองละ 1 กรัม และกำหนดชื่อให้เป็นทองคำกอง A, B, C และนำทองคำขึ้นชั่ง แล้วได้ผลดังนี้

ผลของการชั่งครั้งที่ 1	ผลจากการชั่ง ทำให้ทราบว่า	ผลของการชั่งครั้งที่ 2	ผลจากการชั่ง ทำให้ทราบว่า	ผลของการชั่งครั้งที่ 3	ผลจากการชั่ง ทำให้ทราบว่า	ผลของการชั่งครั้งที่ 4	ผลจากการชั่ง ทำให้ทราบว่า
A = B	ทองคำ A, B มีน้ำหนักเท่ากัน ทองคำ C คือทองคำแท้						

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 4 ตอนที่ 2 นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายวิธีการได้ครบถ้วน และสมเหตุสมผลได้

ตอนที่ 3 : ประมาณให้ที่ตั้งวิธีนี้

ขั้นตอนการประมาณพื้นที่	พื้นที่ที่ประมาณได้ (ตารางกิโลเมตร)	อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการประมาณพื้นที่
วิธีที่เลือกคือกับแผนที่ - ได้ความกว้างของแผนที่ 2) เชือกสีความยาว 72.5 ซม. 3) ทำเชือกไม้เป็น □ สั้นๆ โดยสีตรงกลาง 30 ซม กว้าง 6.25 ซม. 4) ทำพื้นที่ □ สั้นๆ = กว้าง x ยาว = 30 x 6.25 = 187.5 ซม ² 1 ซม ² ให้เป็น 1 ตารางนิ้ว คูณกับ 1160	≈ 24,196,800,000	กระดาษ

พื้นที่ที่นักเรียนประมาณได้จากวิธีการดังกล่าว คลาดเคลื่อนจากพื้นที่จริงของสยามประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1,294,992 ตารางกิโลเมตร อยู่ 24,195,500 ตารางกิโลเมตร และนักเรียนคิดว่าสาเหตุของความคลาดเคลื่อนนั้นเกิดจาก การวัดหรือจากแผนที่ ไม่แม่นยำ

ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 3 นักเรียนอ้างอิงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง

พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงกลาง

ในช่วงกลางของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 7 - 12 นี้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในรูปแบบและกระบวนการจัดกิจกรรมมากขึ้น มีการปรับตัวกับการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่มได้ดีขึ้น สามารถใช้อุปกรณ์ที่ได้รับมาช่วยในการคิด พิจารณาได้มากขึ้น นักเรียนมีความพยายามที่จะทำความเข้าใจกับกิจกรรมและตอบคำถามที่ครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการศึกษากิจกรรมในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม สำหรับขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนแต่ละกลุ่มได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น นำเหตุผลมาโต้แย้งกันภายในกลุ่ม มีความร่วมมือกันมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่เหตุผลที่นักเรียนนำมาใช้ในบางครั้งยังเป็นเหตุผลที่ยังไม่สมเหตุสมผล และในบางกิจกรรมนักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการอ้างเหตุผลได้ สะท้อนได้จากใบกิจกรรมที่นักเรียนทำในแต่ละกิจกรรม ซึ่งยังไม่ถูกต้อง ครบถ้วน และสมบูรณ์นัก ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม ในขั้นนี้ นักเรียนมักจะหยิบยกวิธีการใดวิธีการหนึ่งจากขั้นที่ 2 มาเขียนอธิบายไว้ โดยไม่ได้ร่วมกันพิจารณาความเหมาะสมของวิธีการดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง และถึงแม้ว่านักเรียนจะมีพฤติกรรมพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น แต่ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำเหตุผลที่ได้จากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มมาสรุปหรือตอบคำถามท้ายกิจกรรมในขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง ได้สอดคล้อง ต่อเนื่อง เป็นเหตุเป็นผล และนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาอ้างอิงอย่างสมเหตุสมผลได้มากนัก ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงกลาง สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

ตอนที่ 3 : คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดมุมที่อ่านค่าได้จากโคไซน์เมเตอร์ เมื่อเราวัดความสูงของวัตถุจึงเท่ากับมุมเงย ขณะที่เราเงยหน้ามองไปยังวัตถุดังกล่าว

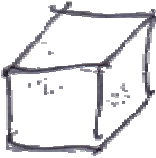
เพราะ ๒ มุม มีค่าเท่ากัน เป็น เครื่องมือที่วัดมุมเงย

ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายโดยอ้างอิงหลักการทางคณิตศาสตร์ได้

2. ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงของหอไอเฟล แต่นักเรียนไม่ได้นำโคลโมเนเตอร์ติดตัวไปด้วย นักเรียนจะมีวิธีในการหาความสูงของหอไอเฟลได้อย่างไร จงอธิบาย


เศษตก ๒๓ ๓๐ หอไอเฟล โดย ๐ ชั้นสูง ๓๓๓ Δ ค่ำๆ

ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้ แต่ยังไม่สามารถเขียนอธิบายวิธีการที่สอดคล้องกับความรู้ดังกล่าวได้



2. ถ้าต้องการสร้างหีบสมบัติทรงทรงแท่งที่มีด้านกว้าง ยาว 1 เมตร ด้านยาว ยาว 1.5 เมตร และสูง 0.8 เมตร จากแผ่นเหล็กเพียงชิ้นเดียว นักเรียนจะตัดแผ่นเหล็กดังกล่าวสำหรับนำมาทำหีบสมบัติอย่างไร และจะต้องซื้อแผ่นเหล็กที่มีพื้นที่อย่างน้อยเท่าไร เมื่อแผ่นเหล็กที่ซื้อมาเป็นแผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

พท = $l \times b \times h$
 $= 1 \times 1.5 \times 0.8$
 $= 1.2 \text{ m}^2$



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 11 ตอนที่ 3 นักเรียนยังไม่สามารถเขียนอธิบายเหตุผลเพื่อตอบคำถามได้ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง

พฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงปลาย

ในช่วงปลายของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 13 - 18 นี้ นักเรียนมีพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นกว่าในช่วงก่อนหน้า ทั้งทางด้านพฤติกรรมการให้เหตุผลระหว่างการทำกิจกรรม และด้านของการเขียนอธิบายแสดงเหตุผลผ่านใบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ที่ต้องช่วยกันคิด ช่วยกันทำ อธิบายเหตุผล หรือข้อคิดเห็นแลกเปลี่ยนซึ่งกันและกัน และมีความเข้าใจในกระบวนการจัดกิจกรรมที่มีแบบแผน การดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นเป็นตอนในทุกๆ ครั้ง ซึ่งในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจจากการศึกษากิจกรรมได้มากขึ้น กล่าวที่จะอธิบาย

เหตุผลของตนเองมากขึ้น ในขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนแต่ละกลุ่มยังคงอธิบาย เหตุผลหรือแนวคิดของตนเองแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มได้ดี อีกทั้งยังสามารถเขียนอธิบายแนวคิด/ วิธีการได้ดีขึ้น มีความต่อเนื่อง สมเหตุสมผลมากขึ้น สามารถใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาอ้างเหตุผล ในการอธิบายได้มากขึ้น จึงส่งผลต่อไปยังขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม นักเรียนสามารถ สรุปแนวคิดจากการดำเนินกิจกรรมได้ดีขึ้น สามารถเขียนอธิบายได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีความ สมเหตุสมผล สอดคล้องต่อเนื่องกันไป ส่วนในขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนสามารถตอบ คำถามท้ายกิจกรรมได้ถูกต้องมากขึ้น และสามารถอธิบายเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลโดยการอ้างอิง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายได้มากขึ้น ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงปลาย สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

วิธีการผ่านวงให้ได้จำนวนชิ้นแดงมากที่สุด คือวิธีที่ 7 และเมื่อผ่านแล้วจะได้
 แถงไม้จำนวน 20 ชิ้น ซึ่งมีขั้นตอนการผ่านวงไม้โดยละเอียดดังนี้

ครั้งที่ 1 ผ่านวงไม้ 2 ชิ้น ตัวอย่าง

ครั้งที่ 2 ผ่านวงไม้ 4 ชิ้น ตัวอย่าง

ครั้งที่ 3 ผ่านวงไม้ 7 ชิ้น ตัวอย่าง

ครั้งที่ 4 ผ่านวงไม้ 10 ชิ้น ตัวอย่าง

ครั้งที่ 5 ผ่านวงไม้ 20 ชิ้น ตัวอย่าง

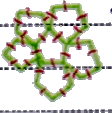
ภาพการผ่านวงไม้ตามลำดับขั้นตอน

ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 13 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถเขียน อธิบายวิธีการได้อย่างเป็นขั้นตอน และสอดคล้องกับภาพที่วาด

ชุดที่ 3 : รูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

- 1) ขนาดมุมภายในแต่ละมุม เท่ากับ 108°
- 2) ขนาดมุมภายในของรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เท่ากับ 540°
- 3) สามารถนำมาเรียงต่อกันตามเงื่อนไขได้หรือไม่ จงวาดภาพการจัดเรียงเท่าที่จะสามารถทำได้ พร้อมกับให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบ

ผลเฉลย: มุม 108 5 เหลี่ยมด้านเท่า 108°
 มุมภายในแต่ละรูปรวมกัน ได้ไม่เท่ากับ 360°
 จึงต่อกันไม่ได้ ไม่สามารถ



ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 14 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

จากที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในวันนี้ นักเรียนคิดว่าลักษณะของเรขาคณิตที่ถูกต้อง คือ เป็นรูปที่ 5 ด้าน และมุมภายใน 108 องศา ในรูปแบบต่างๆ และต่อเนื่องกัน เป็นรูปวงกลมได้

และลักษณะของเรขาคณิตที่ไม่ถูกต้อง คือ การเรียงที่ 5 ด้าน และมุมภายใน 108 องศา แต่ต่อเนื่องกันไม่ได้ เป็นตัวลักษณะเดิม ซึ่งเกิดกับรูปทรงแปดเหลี่ยม

ซึ่งขั้นตอนในการสร้างเรขาคณิต สามารถทำได้ดังนี้

- (1) วาดรูปด้านแบบของรูป
- (2) ตัดทแยงมุมของรูป โดยให้มีความสัมพันธ์กับ h^2 เพื่อตรวจสอบ การสร้าง เรขาคณิต ว่าถูกต้องหรือไม่
- (3) นำรูปที่ได้มาเรียงต่อกัน โดยไม่ต้องติดกัน ก็จะเกิด เรขาคณิต

ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 16 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสรุปได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน และมีการอ้างอิงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการอธิบาย

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จากการที่ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้ใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ทั้ง 18 กิจกรรม และจากการประเมินใบกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำในกิจกรรมทั้ง 18 กิจกรรม พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีแนวโน้มเกี่ยวกับพฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน โดยในช่วงแรกของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่ยังไม่คงที่ และยังไม่อาจแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้มากนัก แต่เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถสังเกตได้ถึงพัฒนาการของพฤติกรรมในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น แต่ในบางครั้งนักเรียนอาจยังยึดติดกับสิ่งที่เคยรู้มาก่อน ทำให้ในการทำกิจกรรมบางกิจกรรมยังไม่สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้ จนกระทั่งช่วงท้ายของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งด้านพฤติกรรมการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และด้านของการแสดงออกผ่านใบกิจกรรมและผลงานที่ปรากฏ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดโดยแบ่งพฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 ช่วง คือ พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงต้น ช่วงกลาง และช่วงปลาย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงต้น

ในช่วงต้นของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 1 - 6 นี้ นักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่ยังไม่คงที่ และยังไม่อาจแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้มากนัก ทั้งนี้เนื่องจาก ช่วงนี้เป็นช่วงแรกของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ซึ่งนักเรียนยังเคยชินกับการเรียนคณิตศาสตร์ในแบบบรรยาย และการทำแบบฝึกหัดหรือทำการบ้าน ที่มุ่งเน้นแต่เพียงคำตอบเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากการทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการให้นักเรียนเปล่งพลังแห่งความคิดสร้างสรรค์ออกมา ดังนั้น ในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม นักเรียนจึงยังไม่สามารถตอบคำถามที่สะท้อนได้ถึงความคิดสร้างสรรค์ได้ อีกทั้งการที่นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการทำกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่ม จึงทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันน้อย ทำให้งานที่สะท้อนออกมาในขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง นั้นขาดความคล่องในการคิดให้ได้วิธีการที่หลากหลาย อีกทั้งยังไม่สามารถบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดได้ วิธีการหรือคำตอบที่คิดมาได้ ยังไม่เป็นคำตอบที่มีความแปลกใหม่ ยังคงเป็นแนวคิดหรือวิธีการที่คล้ายกันในทุกๆ กลุ่ม และนักเรียน

ยังไม่กล้าคิด กล้าทำ ยังไม่กล้าที่จะนำอุปกรณ์จากชุดอุปกรณ์พื้นฐานมาช่วยในการคิด ครูจึงต้องคอยกระตุ้นอยู่เสมอ นอกจากนี้การที่นักเรียนมีความเคยชินกับการทำแบบฝึกหัดแล้วตอบคำถามนั้น ยังส่งผลต่อการทำกิจกรรม กล่าวคือ เมื่อนักเรียนได้วิธีการ แนวคิด หรือคำตอบเพียงคำตอบเดียว นักเรียนก็จะเลิกคิดหาวิธีการ แนวคิด หรือคำตอบอื่นๆ ที่เป็นไปได้อีก และนั่นจึงทำให้ในขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม นักเรียนจึงมีวิธีการหรือแนวคิดเดียวในการสรุป ซึ่งไม่อาจนับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหาอื่นๆ ได้ นอกจากนี้ในขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง สิ่งที่นักเรียนตอบคำถาม นักเรียนยังคงใช้ความคิดสร้างสรรค์อยู่น้อยในการตอบ สังเกตได้จากคำตอบส่วนใหญ่ของนักเรียนจะมีวิธีการหรือแนวคิดคล้ายๆ กัน ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงต้น สามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

2. จงสร้างรหัสลับในรูปแบบอื่น ที่ไม่ใช่การแปลงจากตัวอักษรเป็นตัวเลข พร้อมทั้งเขียนอธิบายรหัสดังกล่าว และเขียนรหัสที่สามารถถอดรหัสให้ได้คำว่า " MATHEMATICS "

	ข	ค	ง	ช	ฉ	ฐ	ฑ	ฒ	ภ	ป	พ	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N

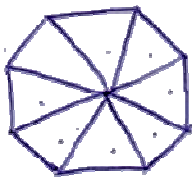
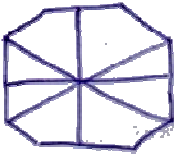
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A

NZGSVNZGAXH รหัสจากการที่จะลึกลับแบบไม่ซ้ำกัน ที่สุดท้ายไปเป็นตัวเลข
อันนี้หว่าแบบความลับๆ

ภาพที่ 15 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 3 รูปแบบรหัสที่นักเรียนส่วนใหญ่สร้างขึ้น ซึ่งยังไม่สะท้อนถึงความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์

ลำดับที่	แนวคิด/วิธีการในการประมาณพื้นที่โดยสังเขป
1.	ใช้เชือกทาบมาวัดพื้นที่ภายในและหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลาง แล้วนำมาคูณกับอัตราส่วน
2.	


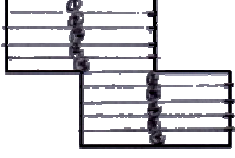
ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิดได้เพียงแนวคิดเดียว

วิธีที่	ภาพการแบ่งพื้นที่	ขั้นตอนการแบ่งพื้นที่โดยละเอียด
1		แบ่งออกเป็น 8 ส่วน คือเท่ากับ สี่เหลี่ยมผืนผ้า (สี่เหลี่ยม)
2		แบ่งเป็น 3 ส่วน รูป สามเหลี่ยมด้านเท่า หน้า และวงรี เส้นที่ 2 ข้างบนวงรี คือหรือตัดตามแนวทแยง (ข้อสรุป)

ภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 1 นักเรียนคิดโดยใช้เพียงแนวคิดเดียว และยังเป็นแนวคิดที่นักเรียนใช้เหมือนกันในทุกกลุ่ม

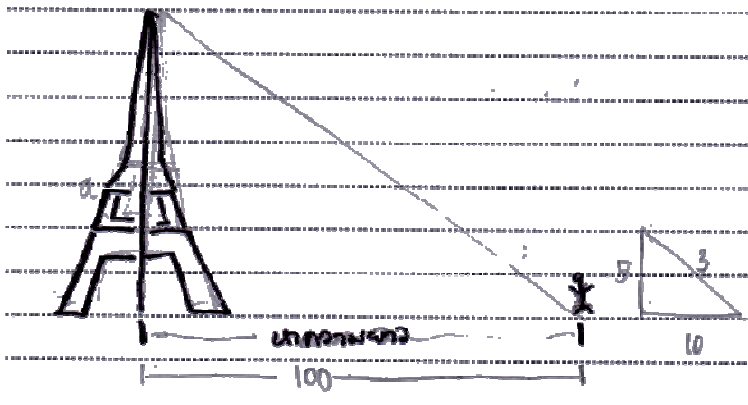
พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงกลาง

ในช่วงกลางของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 7 - 12 นี้ นักเรียนมีพัฒนาการของพฤติกรรมในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความคุ้นเคยกับการทำกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่มมากขึ้น เข้าใจรูปแบบของการจัดกิจกรรมมากขึ้น จึงมีความพยายามที่จะคิดหาวิธีการ แนวคิด หรือคำตอบให้ได้มากกว่า 1 วิธี แต่อย่างไรก็ตาม ในบางกิจกรรมนักเรียนอาจยังยึดติดกับสิ่งที่เคยรู้มาก่อน ทำให้ในการทำกิจกรรมบางกิจกรรม นักเรียนยังไม่สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้มากนัก ครูจึงต้องช่วยให้นักเรียนเห็นวิธีการอื่นๆ ที่นักเรียนมีความรู้อยู่แล้วแต่ยังไม่สามารถนำมาปรับใช้ได้ในช่วงของการสรุปกิจกรรมเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นประสบการณ์ใหม่ให้กับนักเรียนนอกเหนือจากวิธีการหรือแนวคิดที่นักเรียนสามารถคิดได้ โดยในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม นักเรียนกล้าที่จะตอบคำถามที่ครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจมากขึ้น แต่ยังไม่เห็นพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ในขั้นนี้มากนัก ส่วนในขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง ขั้นนี้เป็นขั้นที่เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน สะท้อนได้จากใบกิจกรรมส่วนใหญ่ที่นักเรียนสามารถคิดได้หลากหลายมากขึ้น ไม่จบเพียงแค่วิธีการเดียว ถึงแม้ว่าวิธีการเหล่านั้นจะยังไม่แตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่นมากนัก และในบางครั้งความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนบูรณาการมาใช้ยังไม่ถูกต้อง แต่นับว่านักเรียนได้พัฒนาความคิดให้กว้างและหลากหลายขึ้น อีกทั้งนักเรียนกล้าที่จะทดลองนำอุปกรณ์อื่นๆ จากชุดอุปกรณ์พื้นฐานมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์ประจำกิจกรรมมากขึ้น ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม กิจกรรมส่วนใหญ่ขั้นนี้ยังไม่เอื้อให้นักเรียนเกิดความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่นในขั้นนี้ แต่ในส่วนของความคิดริเริ่มจะมีนักเรียนเพียงบางกลุ่มเท่านั้นที่สามารถอธิบายข้อสรุปได้แปลกแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ได้มีพัฒนาการในการแสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ โดยสามารถบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์มาสรุปได้ชัดเจนและละเอียดมากขึ้นกว่าเดิม สำหรับในขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยงกิจกรรมกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น แต่แนวคิดดังกล่าวยังคงคล้ายคลึงกันในแต่ละกลุ่ม ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงกลางสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้

วิธีที่	ภาพการแบ่งพื้นที่	ขั้นตอนการแบ่งพื้นที่โดยละเอียด
1		แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังรูปตาม 2 รูป แล้วให้ที่ 6 เป็น คนละ 2 ส่วน และตรง 5 คน.
2		แบ่งด้วยวิธีที่ 1 แล้วแบ่งเป็น 1 ส่วน นอก A. ทดลองอีก

ภาพที่ 18 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 7 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิดได้หลายคำตอบขึ้น แต่วิธีการคิดยังเป็นวิธีการเดียวกัน และวิธีการดังกล่าวยังไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข

2 ถ้านักเรียนต้องการวัดความสูงของหอไอเฟล แต่นักเรียนไม่ได้มีเครื่องมือวัดตัวไปด้วย นักเรียนจะมีวิธีการหาความสูงของหอไอเฟลได้อย่างไร จงอธิบาย
ใช้หลักการ สามเหลี่ยมคล้าย คำนวณหาความสูงของ หอไอเฟล



ภาพที่ 19 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 9 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ได้ แต่ยังไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายวิธีการอย่างละเอียดได้

ศรีสวัสดิ์ควรตัดสินใจซื้อที่ดินของ ~~นางสาว~~ นาย ชยศักดิ์

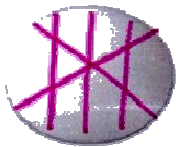



เหตุผลที่ซื้อที่ดินจากบุคคลดังกล่าว	วิธีการ/แนวคิดที่ใช้ยืนยันเหตุผลดังกล่าว
เอก: ๒๓ ได้ที่อิฐมวลที่ แถม หกที่สูงสุด พล: ภายเว จ้อยที่สด <u>คุ้มค่า</u> <u>หกที่สด</u>	* ๓๓ ที่นที่ ๒๐ คนที่ ๒ คน คนล: ๓ รูป แล้วทำ ๑ กับ ๒ ทำติดจาก แล้วทำ ที่นที่ ๒๐ ใน พล: คน พล: ทำ ที่นที่ ๒๐ ๑๕ ๒๐ คน 'ภายม เทียบกัน <u>ผลปรากฏ</u> <u>ทยอดนี้</u> <u>หกที่สด</u> พล: ๒ <u>ที่นที่ ๒๐</u> <u>หกที่สด</u> <u>หกที่สด</u>

ภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 12 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิดได้เพียงวิธีการเดียว

พฤติกรรมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงปลาย

ในช่วงปลายของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หรือในช่วงกิจกรรมที่ 13 - 18 นี้ นักเรียนมีพฤติกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งด้านพฤติกรรมการทำงานกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และด้านของการแสดงออกผ่านใบกิจกรรมและผลงานที่ปรากฏ ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้มากขึ้น บริหารเวลาได้ดีขึ้น คิดได้รวดเร็วขึ้น และคิดได้แตกต่างกันมากขึ้น โดยในขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปรธรรม นอกจากนักเรียนจะสามารถตอบคำถามที่ครูถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นแล้ว นักเรียนยังกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นอื่นๆ หรือตั้งคำถามกลับมาที่ครูและเพื่อนในชั้นเรียนได้ในบางครั้ง และในขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มมากขึ้น โดยไม่ยึดติดกับความรู้ที่นำมาใช้ในการอธิบายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่มซึ่งทำให้ได้วิธีการ แนวคิด หรือคำตอบมากขึ้นด้วย อีกทั้งแต่ละวิธียังมีความสร้างสรรค์และแปลกใหม่มากขึ้น เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มช่วยกันคิด ช่วยกันทำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้อุปกรณ์ที่ได้รับมาช่วยในการคิดและพยายามดัดแปลงอุปกรณ์เพื่อให้ได้วิธีการใหม่ๆ มากขึ้น ซึ่งอาจจะมี ความเหมาะสมบ้างในบางครั้ง แต่นั่นสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ที่นักเรียนมี

พัฒนาการที่เพิ่มมากขึ้น ในขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม นักเรียนสามารถสรุปโดยบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องมาช่วยในการเขียนอธิบายได้อย่างละเอียด เป็นขั้นเป็นตอนมากขึ้น ส่วนในการนำข้อสรุปไปทดลองใช้ในขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนบางกลุ่มสามารถคิดได้แปลกแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ ทั้งในส่วนของคำตอบคำถามทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และจากผลงานในบางกิจกรรมที่นักเรียนได้นำเสนอออกมา และนักเรียนบางส่วนยังคงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ที่คล้ายคลึงกัน ตัวอย่างการทำใบกิจกรรมของนักเรียนในช่วงปลายสามารถแสดงได้ดังภาพต่อไปนี้



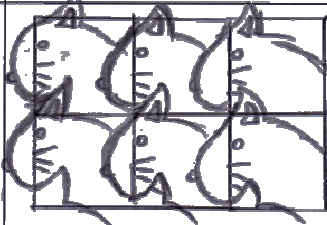


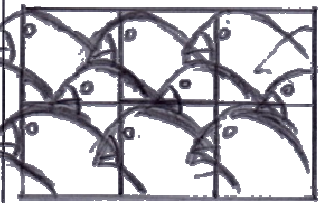
วิธีที่	ภาพการผ่าแตงโม	จำนวนชิ้นแตงโมที่ได้จากการผ่า
5		ผ่าครั้งที่ 1 ได้ 2 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 2 ได้ 3 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 3 ได้ 4 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 4 ได้ 8 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 5 ได้ 12 ชิ้น
6		ผ่าครั้งที่ 1 ได้ 2 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 2 ได้ 3 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 3 ได้ 5 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 4 ได้ 6 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 5 ได้ 8 ชิ้น
7		ผ่าครั้งที่ 1 ได้ 2 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 2 ได้ 3 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 3 ได้ 4 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 4 ได้ 8 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 5 ได้ 16 ชิ้น
8		ผ่าครั้งที่ 1 ได้ 2 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 2 ได้ 3 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 3 ได้ 6 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 4 ได้ 9 ชิ้น ผ่าครั้งที่ 5 ได้ 18 ชิ้น

ภาพที่ 21 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 12 ตอนที่ 2 นักเรียนสามารถคิดได้หลากหลายวิธี และมีมุมมองในการคิดที่หลากหลาย

2. ในชีวิตประจำวัน นักเรียนเคยพบเห็นสิ่งที่มีการจัดเรียงตัวกันแบบทศเหลี่ยมหรือไม่ ถ้าเคยจงยกตัวอย่างว่าพบเห็นได้ที่ไหน และถ้าไม่เคยนักเรียนคิดว่าเป็นเพราะอะไร

เคยเห็นคือ ตารางหมากรุก พบเห็นได้ทั่วไป ตามโต๊ะเก้าอี้
 รั้วข้างบ้าน พบเห็นได้ตามถนน
 ขอบของกล่อง พบเห็นได้ตามกล่องกระดาษ
 ข้างบันได พบเห็นได้ตามบันได
 แผ่นกระดาษ พบเห็นได้ตามแผ่นกระดาษ
 ฝอย พบเห็นได้ตามฝอย

ภาพที่ 22 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 14 ตอนที่ 3 นักเรียนสามารถคิดได้หลายคำตอบ มีความแปลกใหม่แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ

รูปขนาดต้นแบบ	รูปต้นแบบ	ทศเหลี่ยม
		
		

ภาพที่ 23 แสดงตัวอย่างการทำใบกิจกรรม กิจกรรมที่ 15 ตอนที่ 1 นักเรียนสามารถคิดสร้างสรรค์ผลงานได้แปลกใหม่ แตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ และสามารถคิดได้หลากหลายคำตอบ

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในภาพรวมถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และความรู้สึกชื่นชอบต่อกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกชื่นชอบกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง และกิจกรรมลูกเต๋าเสี่ยงทาย มากเป็นสองอันดับแรก จากกิจกรรมทั้งหมด 18 กิจกรรม อีกทั้งกิจกรรมทั้งสองยังเป็นกิจกรรมที่นักเรียนรู้สึกว่าการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวแล้วทำให้ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติกิจกรรม ได้เห็นถึงคุณค่าของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง และกิจกรรมลูกเต๋าเสี่ยงทาย มีลักษณะของกิจกรรมดังรายละเอียดต่อไปนี้

กิจกรรมสามสหายหลายกำแพง เป็นกิจกรรมที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของความน่าจะเป็น เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติกิจกรรม โดยกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่จัดในลักษณะของเกมการแข่งขัน ที่ให้นักเรียนได้ระดมความคิด ช่วยกันวางแผนเล่นเกมกันเป็นคู่ ก่อนที่จะลงมือเล่นเกมจริง จากนั้นนักเรียนแต่ละคู่ที่แข่งขันกันจะรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปและตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งเป็นคำถามที่เน้นการประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมไปสู่ชีวิตจริง หรือในสถานการณ์ที่ใกล้ตัว นอกจากนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมยังเป็นกระดานที่มีขนาดใหญ่กว่าเกมกระดานโดยทั่วไป ตัวเบี้ยที่ใช้ในการเล่นเกมนำหุ่นคนจำลองในลักษณะสามมิติมาใช้ และเน้นสีสันของอุปกรณ์ เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

กิจกรรมลูกเต๋าเสี่ยงทาย เป็นกิจกรรมที่นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของความน่าจะเป็น เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติกิจกรรม โดยกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่จัดในลักษณะของเกมที่มีการแข่งขันระหว่างผู้เล่นสองฝ่าย โดยที่ให้นักเรียนแต่ละคู่ได้ระดมความคิด และช่วยกันวางแผนเล่นเกม ก่อนที่จะลงมือเล่นเกมจริง จากนั้นนักเรียนคู่ที่แข่งขันกันจะรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปและตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งเป็นคำถามที่เน้นการประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมไปสู่ชีวิตจริง หรือในสถานการณ์ที่ใกล้ตัว อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมยังเป็นอุปกรณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเน้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการนำเรื่องของสีสัน ความสะอาด ทั้งของตัวเบี้ย ลูกเต๋า และกระดาน มาใช้กับอุปกรณ์ของกิจกรรมนี้

จากรายละเอียดของลักษณะของกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง และกิจกรรมลูกเต๋าเสี่ยงทาย ซึ่งเป็นกิจกรรมสองอันดับแรกที่นักเรียนให้ความชื่นชอบ และรู้สึกว่าได้รับประโยชน์และเห็นคุณค่าของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้เมื่อได้ปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งพบว่าการปฏิบัติกิจกรรมทั้ง 2 กิจกรรม มีลักษณะของกิจกรรมร่วมกัน คือ เป็นกิจกรรมที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของความน่าจะเป็น เป็นพื้นฐานในการปฏิบัติกิจกรรม เป็นกิจกรรมในลักษณะของเกมการแข่งขัน

แข่งขัน เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้รับการปฏิบัติกิจกรรมไปสู่ชีวิตจริง หรือในสถานการณ์ที่ใกล้ตัว และเป็นกิจกรรมที่คำนึงถึงอุปกรณ์ที่มีส่วนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าว

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ซึ่งนักเรียนต่างมีความคิดเห็นต่อกิจกรรมในด้านต่างๆ ตามมุมมองของแต่ละคน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมความคิดเห็นของนักเรียนในลักษณะของความเรียง และแสดงจำนวนนักเรียนที่มีความคิดเห็นในลักษณะดังกล่าวไว้ในวงเล็บท้ายข้อความ โดยจำแนกความคิดเห็นของนักเรียนออกเป็น 3 ประเด็น คือ ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรม ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรม และข้อเสนอแนะอื่นๆ ซึ่งแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะของกิจกรรม

1.1 ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรม

- กิจกรรมทำให้ได้ฝึกการมองรูปทรงสามมิติ หรือมิติสัมพันธ์ของวัตถุต่างๆ (2)
- เป็นกิจกรรมที่ได้ใช้การคาดการณ์ ความเป็นไปได้ และความน่าจะเป็น (11)
- กิจกรรมทำให้ได้ทดลองหาความสัมพันธ์ แบบรูป จากสิ่งที่กำหนดมาให้ (1)
- ได้ทำกิจกรรมที่ฝึกการหา และแบ่งพื้นที่จากสถานการณ์จำลองที่อยู่ใน

ชีวิตประจำวัน (9)

● กิจกรรมช่วยให้ได้ฝึกการคาดคะเน และการประมาณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในบริบทต่างๆ (10)

- กิจกรรมช่วยให้ได้ฝึกพีชคณิต การสร้างและแก้สมการ (3)
- ทำให้ได้ฝึกฝนการใช้ตรีโกณมิติมาประยุกต์กับสถานการณ์จริง (1)
- กิจกรรมทำให้ได้เรียนรู้วิธีการชั่ง การตวง และการวัดสิ่งต่างๆ โดยใช้

อุปกรณ์จริง (18)

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในกิจกรรม

● กิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในการแก้ปัญหา หรือการทำกิจกรรม (12)

- กิจกรรมทำให้ได้ฝึกฝนการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่หลากหลาย (13)
- เป็นกิจกรรมที่ได้เรียนรู้การตั้งสมมติฐาน และการคิดอย่างมีเหตุมีผล (6)

1.3 ด้านเนื้อหาของกิจกรรม

- กิจกรรมทำให้รู้ถึงคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาปรับใช้ได้ในชีวิตจริง (1)
- เป็นกิจกรรมที่ทำให้ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ (7)
- กิจกรรมทำให้ได้ความรู้ หรือแนวคิดใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา (17)
- เป็นกิจกรรมที่ได้ฝึกฝนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้จริง (6)
- กิจกรรมช่วยส่งเสริมจินตนาการ ในการสร้างสรรค์ผลงาน หรือวิธีการคิดที่แปลกใหม่ (1)
- การปฏิบัติกิจกรรมทำให้ได้เรียนรู้การใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ไม่เคยใช้มาก่อน (8)

1.4 ด้านความรู้สึกรู้สึกที่มีต่อกิจกรรม

- กิจกรรมที่จัดขึ้น เป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ และให้ความรู้ใหม่ๆ (5)
- กิจกรรมทำให้รู้สึกสนุกสนาน และน่าตื่นเต้น (13)
- การทำกิจกรรมคณิตศาสตร์นี้ ช่วยให้ผู้รู้สึกผ่อนคลายจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ (12)
- เคยเรียนแค่ทฤษฎี พอได้มาปฏิบัติแล้วสนุกมาก (1)

2. ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรม

2.1 ด้านกระบวนการคิด

- กิจกรรมช่วยให้ได้ฝึกฝนการคิดคำนวณ (9)
- กิจกรรมทำให้ต้องฝึกฝนความคิดให้กว้างขึ้น และคิดในหลากหลายรูปแบบมากขึ้น (12)
- กิจกรรมช่วยฝึกสมอง และไหวพริบ ในการคิดแก้ไขปัญหา หรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ (8)
- กิจกรรมทำให้ได้ฝึกการคิดวิเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาต่างๆ (18)
- กิจกรรมช่วยให้ได้บูรณาการความคิด หรือประยุกต์ความคิด จากความรู้ที่มีอยู่เดิม (2)

- กิจกรรมทำให้ได้ใช้ความคิดในด้านต่างๆ (10)
- กิจกรรมช่วยให้ได้เรียนรู้การคิดอย่างเป็นขั้นเป็นตอน และมีแบบแผน (1)

2.2 ด้านการนำไปประยุกต์ใช้

- เป็นกิจกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (4)
- เป็นกิจกรรมที่ได้เรียนรู้การใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ใกล้ตัวให้เกิดประโยชน์ ในการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ต่างๆ (6)
- กิจกรรมช่วยให้ได้เรียนรู้การใช้เครื่องมือในการวัดสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัว (9)

2.3 ด้านทักษะการทำงาน

- การทำกิจกรรมช่วยให้ได้ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ (6)
- การทำกิจกรรมทำให้ได้เรียนรู้การบริหาร จัดการเวลา ให้เกิดประโยชน์สูงสุด (1)
- กิจกรรมช่วยให้ได้ฝึกการตัดสินใจในการแก้ปัญหา หรือเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เหตุผลที่สมเหตุสมผล (4)
- กิจกรรมทำให้ได้รู้จักคิด วางแผน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ (19)
- เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามัคคีระหว่างนักเรียน (4)

3. ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นอื่นๆ

3.1 ด้านกิจกรรม

- กิจกรรมบางกิจกรรมมีขั้นตอนที่ซับซ้อน เข้าใจยาก (4)
- อยากให้มีกิจกรรมที่มีความสนุกสนานมากขึ้น (1)
- กิจกรรมบางกิจกรรมมีขั้นตอนมาก จึงอาจเพิ่มเวลาให้มากขึ้น (9)
- อยากให้บางกิจกรรมสามารถคิดได้ง่ายขึ้น (4)
- ในบางกิจกรรม อยากให้ลดคำถามท้ายกิจกรรมลง (1)
- ไม่อยากให้มีการสอบก่อน และหลัง ของการทำกิจกรรม (1)
- อยากให้แต่ละกิจกรรมมีวิธีคิดในการคิด หรือแก้ไขปัญหา (1)
- ถ้ามีกิจกรรมในลักษณะของการแข่งขันจะสนุกมากขึ้น (1)
- อยากให้มีจำนวนกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น (2)
- กิจกรรมที่ได้ปฏิบัติในครั้งนี้เป็นกิจกรรมที่ดี (3)

3.2 ด้านผู้สอน

- ครูมีความทุ่มเท และความตั้งใจในการสอน การเตรียมอุปกรณ์เป็นอย่างดี (1)
- ครูใจดี (1)
- อยากให้ครูมาสอนอีก ในโอกาสหน้า (3)

3.3 ด้านผู้เรียน

- ในการทำกิจกรรม อยากคิดเอง หรือทำเองคนเดียว (1)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
3. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ประชากรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดนครนายก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนครนายกวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก และสระแก้ว) กระทรวง ศึกษาธิการ จากนั้นใช้เทคนิคการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนห้องที่ 1 - 10 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม และมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถเช่นเดียวกัน เพื่อคัดเลือกนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลจากการสุ่มทำให้ได้นักเรียนห้อง ม.4/1 จำนวน 44 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ชนิด คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบด้วยแผนการดำเนินกิจกรรมจำนวน 18 แผน ใช้เวลาในการปฏิบัติกิจกรรมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง โดยแผนการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวได้พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของการบูรณาการความรู้ เพื่อใช้ในการทำกิจกรรม โดยผู้เรียนจะใช้ทั้งความรู้ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาประกอบการคิด เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ และมีกระบวนการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb และในแต่ละกิจกรรมประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ของกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรม สถานที่ดำเนินกิจกรรม เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม คำอธิบายกิจกรรม วิธีดำเนินกิจกรรม และใบกิจกรรม ซึ่งชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ได้รับการตรวจพิจารณาความเหมาะสมจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ก่อนที่จะนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 2 ชุด แบบคู่ขนาน แต่ละชุดมีข้อสอบจำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง ซึ่งแบบทดสอบฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.72 ค่าความยาก 0.55 - 0.62 ค่าอำนาจจำแนก 0.26 - 0.41 แบบทดสอบฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.68 ค่าความยาก 0.39 - 0.59 ค่าอำนาจจำแนก 0.26 - 0.37 และมีค่าความสัมพันธ์จากการทดสอบความคู่ขนานอยู่ที่ 0.55

2.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัยจำนวน 2 ชุด แบบคู่ขนาน แต่ละชุดมีข้อสอบจำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 1 ชั่วโมง ซึ่งแบบทดสอบฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.80 ค่าความยาก 0.64 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 - 0.40 แบบทดสอบฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.90 ค่าความยาก 0.54 - 0.79 ค่าอำนาจจำแนก 0.23 - 0.46 และมีค่าความสัมพันธ์จากการทดสอบความคู่ขนานอยู่ที่ 0.68

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองดำเนินกิจกรรมด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในขั้นเตรียมการ และขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ โดยยึดหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และมีกระบวนการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb

1.2 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน

1.3 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.4 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนนครนายกวิทยาคม เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน

2.2 ผู้วิจัยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมสัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง จากคาบเรียนวิชาคั่นคว่ำอิสระ (Individual Study) ตั้งแต่วันที่ 13 มิถุนายน 2555 ถึงวันที่ 22 สิงหาคม 2555

2.3 เมื่อดำเนินกิจกรรมครบทั้ง 18 กิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังเรียน

2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences [SPSS]) โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1) วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

2) เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3) วิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร้อยละเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

4) เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนนสอบก่อนและหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

5) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพิ่มเติม โดยนำการเขียนแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหา การทำกิจกรรม และพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาพัฒนาการเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

2. ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

4. ภายหลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญหลายประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นกิจกรรมที่นอกเหนือจากการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ และมุ่งให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่เน้นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Guberman (2004: 118 - 122) ที่ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่พัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและยังเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน อีกทั้งชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ยังเป็นกิจกรรมที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ในทุกๆ กิจกรรมจะมีส่วนให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลผ่านการเขียนอธิบาย หรือสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ตามประเด็นที่แต่ละกิจกรรมได้กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล (2544: 28) ที่ระบุไว้ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเพื่อให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล มีความเข้าใจ และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น

ประการที่สอง อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่สร้างขึ้น ออกแบบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้มีลักษณะหรือเนื้อหาของกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายเหตุผล แสดงแนวคิดอย่างอิสระ ผ่านการพูดหรือเขียน ให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม หาข้อสรุป พร้อมทั้งยืนยันคำตอบหรือข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม ได้ร่วมกันระดมความคิด สืบค้น ค้นหา และเน้นการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด และได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ

Lappan และ Scharm (1989: 18 - 19) ที่สรุปได้ว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนได้สืบค้น ค้นหา คาคาการณ์ พิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผล สร้างข้อคาดการณ์ จะเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะการให้เหตุผล อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาความสามารถในการให้ เหตุผลของ ลีพร ทิพย์คง (2545: 99) และ สสวท. (2545: 195) ที่ว่า ควรให้นักเรียนมีโอกาส และมีอิสระในการแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตนเอง

ประการที่สาม อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ที่พัฒนาขึ้น ได้นำวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb 4 ขั้นตอน คือ 1) ประสบการณ์ รูปธรรม 2) การสังเกตอย่างไตร่ตรอง 3) การสรุปเป็นหลักการนามธรรม และ 4) การทดลอง ปฏิบัติจริง มาใช้ในส่วนของการดำเนินกิจกรรม ซึ่งพบว่า ในขั้นของการสังเกตอย่างไตร่ตรอง นักเรียนจะต้องสังเกต สืบค้น ค้นหา วางแผน คิดพิจารณาหาเหตุผลหรือความสัมพันธ์ต่างๆ แล้ว อธิบายแนวคิดของตนเองแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปในขั้นตอนของ การสรุปเป็นหลักการนามธรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ O'Daffer และ Thornquist (1993: 43) ที่ว่าการให้เหตุผลเชิงคณิตศาสตร์จะต้องใช้ทักษะอย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด หาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุป หรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด และ ความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้นๆ และยังสอดคล้องกับแนวทางการ ส่งเสริมการให้เหตุผลของ NCTM (2000: 262 - 267) ที่เสนอให้จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้อภิปราย การให้เหตุผลของตนเองกับครู และกับนักเรียนคนอื่นๆ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการให้เหตุผล มากขึ้น อีกทั้งในขั้นของการทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนจะต้องนำข้อสรุปที่ได้มาใช้ในการตอบคำถาม ท้ายกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ขยายแนวคิด และให้เหตุผลในการอธิบายคำตอบของการนำข้อสรุป ไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ เพื่อยืนยันข้อสรุปที่นักเรียนได้สรุปไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการ ส่งเสริมการให้เหตุผลของ Rowan และ Morrow (1993: 16 - 18) ที่เน้นบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็น บรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด สรุป พร้อมทั้ง แสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้นๆ

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ที่ได้ระบุว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริม หลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ นั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กษมา วุฒิสารวัฒนา (2548) ที่ได้ศึกษาการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ พบว่า นักเรียนกลุ่ม ทดลอง มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และยังสอดคล้องกับ งานวิจัยของ รัชดา ยাত্রา (2549) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะ

การเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พบว่า ภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรม เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ เยาวลักษณ์ สุวรรณตระกูล (2550) ที่ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ พบว่า ภายหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะเป็นผลที่ทำให้ให้นักเรียนที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อที่ 3 และข้อที่ 4 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญหลายประการ ดังนี้

ประการที่หนึ่ง อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ที่สร้างขึ้นเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง และประกอบไปด้วยกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่บูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นต่างๆ มาให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ของ ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง (2532: 1 - 2) และ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2544: 28) ที่ว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ เพิ่มเติมนอกเหนือจากหลักสูตรในชั้นเรียนปกติ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และได้ฝึกการทำงานร่วมกัน

ประการที่สอง อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่สร้างขึ้น ออกแบบกิจกรรมแต่ละกิจกรรมให้มีลักษณะหรือเนื้อหาของกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี หรือหาคำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ และสนับสนุนการใช้คำถามปลายเปิด สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ถาม และใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นฐานในการคิด หรือสร้างความรู้ใหม่ จัดกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถ และเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้จินตนาการ ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันผ่านการลงมือปฏิบัติจริง และเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และกำหนดเวลาเพียงพอที่จะไม่เป็นอุปสรรคในการคิด หรือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ National Advisory Committee (1999 cited in Price, 2006: 11) ที่ได้ระบุถึงการจัดกิจกรรมทางความคิดสร้างสรรค์ จะต้องให้นักเรียนได้มีพฤติกรรมเกี่ยวกับจินตนาการอยู่เสมอ อีกทั้งยังสอดคล้องกับลักษณะของกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1973: 7 - 9) และ Sheffield และ Cruikshank (2000: 5 - 6) ที่ว่า กิจกรรมจะต้องมีลักษณะเปิดกว้าง โดยให้มีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ หรือมีวิธีคิดหาคำตอบมากกว่า 1 วิธี เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อีร์ชัย เนตรถนอมศักดิ์ (2538) ที่ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของประเทศไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ.2514 - 2536 พบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมที่ให้อิสระทางความคิด จะทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่เข้าร่วมกิจกรรม

ประการที่สาม อาจเป็นเพราะชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ที่พัฒนาขึ้น ได้นำวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb 4 ขั้นตอน คือ 1) ประสบการณ์รูปธรรม 2) การสังเกตอย่างไตร่ตรอง 3) การสรุปเป็นหลักการนามธรรม และ 4) การทดลองปฏิบัติจริง มาใช้ในส่วนของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม ซึ่งในขั้นของประสบการณ์รูปธรรม เป็นการทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นและต้องนำมาใช้เป็นฐานในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ และในบางกิจกรรมขั้นนี้ยังเป็นขั้นการสร้างความสนใจให้นักเรียนรู้สึกอยากลงมือปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ National Advisory Committee (1999 cited in Price, 2006: 11) และ Sheffield และ Cruikshank (2000: 5 - 6) ที่ระบุถึงลักษณะของงานที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์ ควรเป็นงานที่นักเรียนได้ใช้ความรู้พื้นฐานที่เคยเรียนมาก่อน นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ๆ และเป็นงานที่น่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการทำงาน สำหรับในขั้นของการสังเกตอย่างไตร่ตรอง เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อให้ระดมความคิดในการคิดหาแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลาย ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และด้วยอุปกรณ์ที่สร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปที่ดี มีความริเริ่มทั้งแนวคิดและวิธีการ ในขั้นของการสรุปเป็นหลักการนามธรรม ในส่วนของขั้นการทดลองปฏิบัติจริง นักเรียนจะต้องนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้ในการตอบคำถาม และขยายแนวคิดไปยังสถานการณ์อื่นๆ ที่อยู่

ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงไปยังสิ่งอื่นๆ ได้อย่างอิสระ โดยอยู่ภายใต้ข้อสรุปที่นักเรียนได้เลือกไว้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Sheffield และ Cruikshank (2000: 5 - 6) ที่ว่า งานที่ให้นักเรียนได้ขยายความคิดและความสนใจไปสู่ความสัมพันธ์ของเนื้อหาใหม่ๆ จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เช่นเดียวกับหนึ่งในหลักการที่สำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของ สมพร หลิมเจริญ (2552: 60 - 61) ที่ระบุไว้ว่า ควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีอิสระในการคิด มีอิสระในการปฏิบัติงาน และมีอิสระในการเรียนรู้

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ที่ได้ระบุว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์นั้น ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นวลน้อย เจริญผล (2533) ที่ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ภายหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าก่อนการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตร เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของทัศนีย์ ผลเนืองมา และแสงทิวา ไชยยศ (2547) ที่ได้ศึกษาการจัดโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิด พบว่า นักเรียนที่ผ่านโครงการการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ได้รับการพัฒนาในด้านความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง เกินกว่าร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด อีกทั้ง วิเรืองรอง ชันทะ (2547) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์ก่อนการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมพร หลิมเจริญ (2552) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะเป็นผลทำให้นักเรียนที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนที่ผ่านการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ครูจึงต้องมีความยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรม ทั้งในเรื่องของกระบวนการดำเนินกิจกรรม และเรื่องเป็นเวลา เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน

2. การจัดกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ดังเช่นชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จะต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยให้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ และมีความน่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น ดังนั้นในการนำกิจกรรมไปใช้ อาจมีการเพิ่มหรือปรับอุปกรณ์บางชนิดให้น่าสนใจมากขึ้น เช่น กิจกรรมที่ 6 เกษตรพอเพียง อาจปรับอุปกรณ์จากกระดาษแข็งที่ตัดเป็นรูปเรขาคณิตจำลองพื้นที่ทางการเกษตร เป็นการใช้แผ่นใยขัดสีเขียวมาตัดเป็นรูปเรขาคณิตจำลองพื้นที่ทางการเกษตร และใช้ต้นไม้จำลอง เพื่อความสมจริง และน่าสนใจมากขึ้น เป็นต้น

3. ในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจสำหรับนักเรียน จะต้องมีการดำเนินการดำเนินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสนุกสนาน ความอยากรู้อยากเห็น อยากติดตาม ซึ่งในบางกิจกรรม อาจมีการปรับการดำเนินกิจกรรมให้มีเรื่องราว มีความสนุกสนาน มีสิ่งแปลกใหม่ที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากยิ่งขึ้น เช่น กิจกรรมที่ 11 ตีแผ่ อาจมีการสร้างเรื่องราวในขั้นนำให้มีความน่าสนใจ น่าติดตามมากยิ่งขึ้น กิจกรรมที่ 16 ใหญ่กว่านี้มีอีกไหม?? อาจมีการปรับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมให้นักเรียนนำสิ่งที่คิดได้ มาใช้ประโยชน์หรือนำมาแข่งขันกันมากขึ้น เป็นต้น

4. ครูควรมีทักษะในการกระตุ้น หรือสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากลงมือปฏิบัติกิจกรรม และรู้สึกสนุกสนานเมื่อได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม และมีความสามารถในการสรุปกิจกรรมโดยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ามาให้นักเรียนได้เข้าใจ และเห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เน้นที่การให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยที่ในทุกๆ กิจกรรมจะใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ในการสร้างเงื่อนไขของกิจกรรม และกิจกรรมที่จัดขึ้นยังเน้นให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยงกิจกรรมเข้าสู่ชีวิตประจำวัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิง

ประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เป็นการจัดกิจกรรมที่เป็นการเสริมนอกเหนือจากรายวิชาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนในชั้นเรียนปกติ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์และคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความสนุกสนานและชอบวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น ซึ่งถ้าสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้รวดเร็วเท่าไร ยิ่งจะทำให้นักเรียนได้เห็นประโยชน์ และมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้นเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยปรับกิจกรรม และระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้เหมาะสม

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กษมา วุฒิสารวัฒนา. 2548. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดพะเยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติศักดิ์ แก้งทอง. 2547. การศึกษาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในโรงเรียนสังกัดสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และภูมิหลังต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2545. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- กรมเห็นชอบแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง (พ.ศ. 2552-2559). 5 มกราคม 2553. สยามรัฐ: 14.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2542. ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. 2544. เอกสารประกอบการสอน รายวิชาการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในโรงเรียน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัดสำเนา)
- ณัฐิกานต์ รักรักษา. 2552. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ. (ม.ป.ป.). เอกสารคำสอน วิชา 2756627 วิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา 1. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (อัดสำเนา)
- ทัศนีย์ ผลเนื่องมา และแสงทิวา ไชยยศ. 2547. โครงการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถม. วารสารครุศาสตร์. 33 (กรกฎาคม - ตุลาคม): 133 - 142.

- ทิตินา แชมมณี. 2542. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ 2(5): 3 - 35.
- ทิตินา แชมมณี. 2551. ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. [Online]. Available from : <http://images.etc4msu.multiply.multiplycontent.com> [18 กรกฎาคม 2554]
- ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์. 2538. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นฤดี จารุยาวงศ์. 2528. ความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ กับเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรมล แจ่มจำรัส. 2526. กิจกรรมส่งเสริมคณิตศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics) หน่วยที่ 8 - 15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- แนวทางการจัดการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมสร้างสรรค์ประโยชน์ (CAS: Creativity, Action, Service). [Online]. (ม.ป.ป.). แหล่งที่มา : www.phanom.ac.th/wc/CAS.pdf [28 กรกฎาคม 2554]
- นวนน้อย เจริญผล. 2533. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการใช้กิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวลทิพย์ นวพันธ์. 2552. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเน้นการคิดแบบ อีวริสติกล์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. 2545. ความคิดสร้างสรรค์ พรสวรรค์ที่พัฒนาได้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันทิพา อุทัยสุข. 2524. หลักสูตรในระดับมัธยมศึกษา. เอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรม การสอนมัธยมศึกษา หน่วยที่ 1 - 5. กรุงเทพฯ: อัมรินทร์การพิมพ์.

- พรปภัสสร ปริญาญกุล. 2546. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเชิงประสบการณ์ เพื่อเสริมสร้างทักษะและการทำงาน สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาศิลปศาสตร์ในสถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต. ภาควิชาอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณี ช. เจนจิต. 2528. จิตวิทยาการเรียนการสอน. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มิ่งขวัญ ภาคสัณไชย. 2551. การพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุและผลของความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนของอัครสังฆมณฑล กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มีนมาลย์ สุภาพล. 2548. โมเดลสมการโครงสร้างของเขาวัวปัญญา ความฉลาดทางอารมณ์ ความคิดสร้างสรรค์ กลยุทธ์ในการศึกษาและการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2528. กิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ต้นบรรจง. 2532. เสริมการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวลักษณ์ สุวรรณตระการ. 2550. กิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- รัชดา ยাত্রา. 2549. ผลของการจัดกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, สำนักงาน. 2547. หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2547. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).
- รชนี บุญลือ. 2550. ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2550. การจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

- วิชัย วงษ์ใหญ่. 2523. “กิจกรรมสร้างสรรค์สำหรับเด็กก่อนวัยเรียน” เอกสารประกอบการเรียน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อำนวยการ)
- วิเรืองรอง ชันทะ. 2547. การใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมชุมนุมคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านภูเหล็ก จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2545. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2551ก. **ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2551ข. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2545. **รายงานการวิจัย การจัดค่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด และเสริมสร้างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. (อำนวยการ)
- สุชาติ รัตนกุล. 2526. การพัฒนาการสอนคณิตศาสตร์. **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ (Teaching Mathematics) หน่วยที่ 8 - 15**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุภณิดา ปุสุรินทร์คำ. 2551. **หลักการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม**. [Online]. แหล่งที่มา : http://opalnida.blogspot.com/2008/06/blog-post_13.html [18 กรกฎาคม 2554]
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2544. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2545. **สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2547ก. **การเรียนรู้เพื่อโลกวันพรุ่งนี้ รายงานการประเมินผลการเรียนรู้ของ PISA 2003**. กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.).
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2547ข. **การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็น. การพิมพ์.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2551. **คู่มือการจัดค่ายคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ: Intereducation Supplies.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2552. **บทสรุปรายงานผลการวิจัย โครงการ TIMSS 2007**. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส (1989).
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2553. **ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ บทสรุปเพื่อการบริหาร**. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2555. **ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2540. **การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต. สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมพร หลิมเจริญ. 2552. **การพัฒนาหลักสูตรเสริม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต. สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์, ปรีชา จันทล้ำ และวีรยุทธ ดั่งวงใย. 2543. **ค่าย คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.
- สรวงสุตา ปานสกุล. 2545. **การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวภา วิชาดี. 2554. **รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในมุมมองของทฤษฎีการเรียนรู้แบบประสบการณ์ Learners' Learning Styles: The Perspectives from the Theory of Experiential Learning**. วารสารนักบริหาร: Executive Journal 31 (มกราคม - มีนาคม 2554): 175 - 180.
- อภิรักษ์ อติพลอัครพันธ์. 2548. **การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบเน้นประสบการณ์ เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธุ์มณี. 2535. **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ 1412.
- อารี พันธุ์มณี. 2540. **คิดอย่างสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ แกรมมี่.
- อารี พันธุ์มณี. 2546. **จิตวิทยาสร้างสรรค์การเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ: ไยไหม.
- อารี รังสินนท์. 2528. **ความคิดสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.

- อิทธิเทพ นวาระสุจิตร์. 2548. **ชุดการเรียนรู้การสอนที่เน้นการคิดเชิงคณิตศาสตร์ด้านกระบวนการ
การให้เหตุผลระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อัมพร ม้าคนอง. 2546. **คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. 2547. **ประมวลบทความ หลักการ และแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. 2553. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.**
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Alice, F. Artzt and Shirel, Yaola-Femia. (1994). "Mathematical Reasoning During
Small- Group Problem Solving". **Developing Mathematical Reasoning in
Grade K-12 1999 Yearbook.** Virginia: NCTM.
- Anderson, R.D., and others. 1970. **Developing Children's Thinking Through Science.**
Englewood Cliffs N.J.: Prentices Hall.
- Anne, P. 2006. **Creative Maths Activities for Able Students.** London. Paul Chapman
Publishing.
- Baroody, A.J. 1993. **Problem Solving, Reasoning and Communication, K - 8 : Helping
Children Think Mathematically.** New York: Macmillan.
- Baroody, A.J., and Coslick, R.T. 1998. **Fostering Children Mathematical Power: An
Investigating Approach to K-8 Mathematics Instruction.** New Jersey: Lawrence
Erlbaum Association. New York: Academic Press.
- Bruner, J. 1963. **The Process of Education.** New York: Alfred A. Knopf, Inc. and
Random House.
- Burns, D.E. 1995. **Think Skill Planning Guide.** Mimeographed.
- Cooney, T.J., and others. 1999. **Mathematics, Pedagogy , and Secondary Teacher
Education.** New Hamshire: Heinemann.
- De Bono, E. 1982. **Lateral Thinking.** A Textbook of Creativity. London: Penquin Book.
- Furman, A. 1998. Teacher and pupil characteristics in the perception of the creativity
of classroom climate. **Journal of Creative Behavior** 32 (Fourth Quarter): 258.

- Gallaher, Jame J. and Gallaher, Shelagh A. 1994. **Teaching the Gifted Child**. London: Allyn and Bacon.
- Gerhard, T.E. 1971. **Teaching Creative Behavior**. In **How to Teach Creativity to Children of All Ages**. New Jersey: Prentice-Hall. Englewood Cliffs.
- Greenwood, J.J. 1993. On the Nature of Teaching and Assessing “Mathematical Power” and “Mathematical Thinking”, **Arithmetic Teacher** 41(3): 144 - 152.
- Guberman, Steven R. 2004. A Comparative Study of Children’s Out-of-School Activities and Arithmetical Achievements. **Journal For Research in Mathematics Education** 35(2): 117.
- Guilford J.P. 1967. **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw-Hill Book.
- Guilford, J.P. and Hoepfner. 1971. **The Analysis of Intelligence**. New York: McGraw - Hill.
- Harvoy, D.F. and Brown, D.R. 1988. **An Experiential Approach to Organization Development**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Hopkins, K. D. and Stanley, J.C. 1981. **Educational and Psychological Measurement and Evaluation**. 6th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kolb, D.A. 1984. **Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development**. Engwood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kolb, D.A., Rubin, I.M., and Osland, J. 1991. **Organization Behavior Reader**. Englewood Cliffs, NJ: Practice-Hall.
- Kolb, D.A. 2006. **Kolb Learning Styles** [Online]. Available from : <http://www.businessballs.com/kolblearningstyles.html> [2011, July 28]
- Krulik, S. and Rudnick, J.A. 1999. Innovative tasks to improve critical-and creative-thinking skill. In L.V. Stiff & F.R. Curcio (Eds.), **Developing Mathematical Reasoning In Grades K-12**: 138 - 145.
- Lappan, G. and Scharm, P. W. 1989. “Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics,” in **New Directions for Elementary School Mathematics Yearbook**. 14 - 30. Virginia: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Leighton, N.C., and Sternberg, R.G. 2004. **The Nature of Reasoning**. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

- Malloy, C. 1999. Developing Mathematical reasoning in the middle grades recognizing diversity. In L.V. Stiff & F.R. Curcio (Eds.), **Developing Mathematical Reasoning I in Grades K-12**, pp. 13 - 21. Reston, VA: NCTM.
- Mendoza, L.P. 2009. Creativity in School Mathematics – Focus on Rubrics. **Workshop on Mathematics, Thinking and Creativity**. Meeting room 10 – 210 of Mathematics Department Srinakarinwirot University. November 5.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 1989. **Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics**. Reston, Virginia: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). 2000. **Principles and Standard for School Mathematics**. VA: Nation Council of Teachers of Mathematics.
- O’Daffer, P.G. 1990. Inductive and Deductive Reasoning. **The Mathematics Teacher**, **84(5)**, 378.
- O’ Daffer, P.G. and Thornquist, B.A. 1993. “Critical Thinking, Mathematical Reasoning and Proof,” in **Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics**: 39 - 56.
- Osborn. 1957. **Applied Imagination**. New York: Charles Scribner’s Sons.
- Piaget, J. 1972. Intellectual Evolution for Adolescence to Adulthood. **Human Development** 19: 1-12.
- Pretage, S. 2002. Mathematics 11 - 16. In Haggarty, L. (ed.), **Aspects of teaching secondary matgematics: Perspectives on practice**, pp. 24 - 37. London: Routledge Falmer.
- Price, A. 2006. **Creative Maths Activities for Able Students**. London: Paul Chapman.
- Ray, C.L. 1979. A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students: Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two-Non- Directive High School Chemistry Classroom. **Dissertation Abstracts International** 40(6): 3220-A.
- Rowan, T.E. and Morrow, Lorna J. 1993. **Implementing the K - 8 Curriculum and Evaluation Standards Reading From the Arithmetic Teacher**. Reston Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Russell, S.J. 1999. Mathematical Reasoning in the Elementary Grades, **Developing Mathematical Reasoning In Grades K-12 yearbook**. 1., Virginia: NCTM.

- Sheffield, L. J. and Cruikshank, D. E. 2000. **Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics**. 4th ed. New York: John Wiley and Sons.
- Sternberg, R. 1999. The nature of mathematical reasoning. In L.V. Stiff & F.R. Curcio (Eds.), **Developing Mathematical Reasoning In Grades K-12**, pp. 37 - 43. Reston, VA: Nation Council of Teachers of Mathematics.
- Sternberg, R.J. and Williams, W.M. 1996. **How to Develop Student Creativity**. Alexadria. Taylor C.W. 1964. **Creativity: Progress and Potential**. New York: McGraw-Hill Book.
- Torrance, E.P. 1960. **Education and the Creative Potential**. Minneapolis: the Lund.
- Torrance, E.P. 1962. **Guiding Creative Talent**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Torrance, E.P. 1965. **Rewarding Creative Behavior**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Torrance, E.P. 1973. **Encouraging Creativity in the Classroom**. Iowa: WM. C. Brown.
- Wallach Michael A. and Kogan Nathan. 1965. **Modes of Thinking in Young Children: A Study of the Creativity - Intelligence Distinction**. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Washington, University. 2003. **Learning Styles** [Online]. Available from : <http://www.washington.edu/doi/Brochures/mailto.html> [2003, September 5]
- Wiest, L. 2008. **Conducting a Mathematics Camp for Girls and Other Mathematics Enthusiasts**. Australian Mathematics Teacher 64(4): 17 - 24.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ
- ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณา ความตรงและความเหมาะสมตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามหลักการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ได้แก่

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. อาจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ | ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ”
แห่งมหาวิทยาลัยบูรพา และอาจารย์ประจำ
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. อาจารย์ ดร.อาพันธ์ชนิด เจนจิต | หัวหน้าภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. อาจารย์อนงค์ลักษณ์ ณ นคร | ครูชำนาญการพิเศษ
และครูแกนนำ (Master Teacher)
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนนครนายกวิทยาคม |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร | อาจารย์ประจำภาควิชา
การจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 2. ดร.เอื้อ จานทอง | ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษา
เขต 7 (ปราจีนบุรี นครนายก
และสระแก้ว) |
| 3. อาจารย์บุญรุ่ง คุ่มตระกูล | ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ |

ที่ ศร 0512.6(2771) 55-2553

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรรณารอด อยู่สุข นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครนายก ” โดยมี อาจารย์ ดร.จินตนิษฐ์ ละออปิกมิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย (ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์) ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)ว- 2557



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เวชอุทธิ์ อังกะนภัทรขจร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรรณารอด อยู่สุข นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสิทธิภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครนายก ” โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปกนิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย (แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์) ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6 (2771)/55- 2550

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนนครนายกวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรณารถ อยู่สุข นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครนายก ” โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปกนิษฐ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ใน การนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลวิจัยด้วยชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612



ที่ ศธ 0512.6(2771)/55- 2551

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 เมษายน 2555

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนนวมราชานุสรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรณารอด อยู่สุข นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดนครนายก” โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปกนิษฐ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจร
การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ประกอบไปด้วย

- กิจกรรมที่ 5 : สยามประเทศ
- กิจกรรมที่ 18 : สามสหายทลายกำแพง

กิจกรรมที่ 5 : สยามประเทศ

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อส่งเสริมการใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย
4. เพื่อฝึกการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ

ชีวิตประจำวัน

5. เพื่อฝึกการทำงานร่วมกัน และส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

ผู้เข้าร่วมกิจกรรม

จำนวน 44 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

สถานที่ดำเนินกิจกรรม

ห้องเรียน

เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม

1 ชั่วโมง

อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

1. ชุดอุปกรณ์พื้นฐาน
2. แผนที่สยามประเทศ ขนาด A4 จำนวน 6 แผ่น/กลุ่ม
3. แผนภาพแผนที่สยามประเทศ ขนาด A2 จำนวน 1 แผ่น/กลุ่ม
4. ใบกิจกรรมสยามประเทศ
5. แบบประเมินกิจกรรมสยามประเทศ

คำอธิบายกิจกรรม

กิจกรรมสยามประเทศ เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนหาวิธีในการประมาณพื้นที่ให้หลากหลาย และใกล้เคียงกับพื้นที่จริงมากที่สุด โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับใบกิจกรรมซึ่งจะมีภาพประเทศสยาม สมัยสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ซึ่งมีพื้นที่จริงประมาณ 1,294,992 ตารางกิโลเมตร โดยภาพที่นำมานั้นเป็นภาพจำลองย่อส่วน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มหาวิธีที่จะประมาณพื้นที่จริงจากแผนที่สยามประเทศ จากนั้นจึงเลือก 1 วิธีที่คิดว่าดีที่สุดและสามารถประมาณได้ใกล้เคียงกับพื้นที่จริงมากที่สุด แล้วจึงออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และนักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

เพื่อสรุปวิธีการประมาณพื้นที่อีกครั้งหนึ่ง โดยอาจใช้วิธีของกลุ่มตนเองที่ได้เลือกไว้แล้ว หรือของเพื่อน กลุ่มอื่น หรืออาจประยุกต์วิธีการของตนเองและของเพื่อนเป็นวิธีการใหม่ขึ้นมาอีก จากนั้นนักเรียน แต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อตอบคำถามท้ายกิจกรรม

วิธีดำเนินกิจกรรม

ขั้นนำ

1. ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรมที่ปฏิบัติในวันนี้ และชี้แจงว่ากิจกรรมในวันนี้เป็นกิจกรรม ที่ให้นักเรียนได้ประมาณพื้นที่ โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ที่นักเรียนจะสามารถคิดขึ้นได้ ซึ่งครูจะมี ชุดอุปกรณ์การประมาณพื้นที่ให้แต่ละกลุ่มใช้ในการประมาณพื้นที่ หรือนักเรียนอาจใช้อุปกรณ์อื่นๆ ที่ นักเรียนมีอยู่ หรืออาจนำวิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการประมาณพื้นที่ด้วยก็จะเป็นเรื่องที่น่าสนใจมากขึ้น เพราะจะทำให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้ความรู้และประสบการณ์ใหม่ๆ อีกด้วย และพื้นที่ที่จะประมาณ ในกิจกรรมนี้ จะเป็นพื้นที่ของประเทศสยาม เมื่อครั้งกรุงธนบุรีที่มีสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชทรง เป็นประมุข ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าว (พ.ศ. 2310 - 2325) ประเทศสยามยังคงมีพื้นที่กว้างใหญ่ไพศาล กว่าทุกวันนี้มากนัก และวันนี้ นักเรียนจะได้ทราบว่าสมัยนั้นประเทศสยามมีพื้นที่ประมาณเท่าใด

2. นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 3 คน อย่างอิสระ เพื่อทำกิจกรรมสยามประเทศ

ขั้นดำเนินกิจกรรม

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา ทำความเข้าใจ และคิดหาวิธีการประมาณพื้นที่ประเทศสยาม เมื่อสมัยสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จากใบกิจกรรม ตอนที่ 1 : สยามประเทศ (วงจรการเรียนรู้เชิง ประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์ปัญหา ร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และ ช่วยกันคิดหาวิธีการในการประมาณพื้นที่จากแผนที่สยามประเทศ โดยเลือกใช้อุปกรณ์จากชุด อุปกรณ์พื้นฐานช่วยในการประมาณหาพื้นที่จริงจากแผนที่สยามประเทศ และแผนภาพแผนที่สยาม ประเทศ ซึ่งนักเรียนสามารถขีดเขียนหรือตัดกระดาษจากแผนที่ที่ได้รับ เพื่อหาวิธีในการประมาณ พื้นที่ที่หลากหลายและเป็นวิธีการใหม่ๆ (วงจรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 2 การสังเกต อย่างไตร่ตรอง)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนอธิบายแนวคิด/วิธีการประมาณพื้นที่โดยสังเขป จากการที่ได้ ระดมความคิดหาวิธีการประมาณพื้นที่ดังกล่าว ลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 2 : แผ่นดินสยาม จากนั้น เลือกวิธีการประมาณพื้นที่ที่คิดว่าดีมากที่สุด และประมาณได้ใกล้เคียงพื้นที่จริงมากที่สุด 1 วิธี แล้ว นำมาเขียนอธิบายขั้นตอนการประมาณพื้นที่ พื้นที่ที่ประมาณได้ และอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการ ประมาณพื้นที่ด้วยวิธีดังกล่าว ลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 3 : ประมาณให้ดีต้องวิธีนี้ พร้อมกับตอบ

คำถามท้ายตาราง (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม)

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีที่แต่ละกลุ่มใช้ในการประมาณพื้นที่สยามประเทศ แล้วครูแนะนำวิธีการประมาณพื้นที่อีกวิธีหนึ่ง เป็นการประมาณพื้นที่เมื่อเราทราบปริมาตร ซึ่งเป็นการนำความรู้เรื่องปริมาตรของปริซึม จาก ปริมาตรของปริซึม = พื้นที่ฐาน \times สูง โดยการนำดินน้ำมันมาทำเป็นโมเดลสยามประเทศ ให้พื้นเป็นรูปเดียวกับแผนที่และทำขอบสูงขึ้นมา จากนั้นตวงน้ำแล้วเทลงไปโมเดลที่ทำขึ้น แล้ววัดความสูงของระดับน้ำที่เทลงไป เราจะทราบปริมาตรของปริซึม (ปริมาตรน้ำ) และความสูง ดังนั้นเราจึงหาพื้นที่โดยประมาณของฐานได้เป็นพื้นที่โดยประมาณของสยามประเทศเช่นกัน แล้วให้นักเรียนทดลองประมาณพื้นที่ด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม)

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำถามท้ายกิจกรรม โดยใช้วิธีการประมาณพื้นที่ที่ได้สรุปไว้ในใบกิจกรรม ตอนที่ 3 : ประมาณให้ตีสองวิธีนี้ แล้วเขียนอธิบายคำตอบลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 4 : คำถามท้ายกิจกรรม โดยให้นักเรียนนำไปทำเป็นการบ้าน (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง)

ขั้นสรุป

8. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกิจกรรมสยามประเทศ ดังนี้ กิจกรรมสยามประเทศเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย แล้วจึงเลือกนำวิธีการที่ดีที่สุดไปปรับใช้จริง ดังนั้นนักเรียนจะต้องสามารถให้เหตุผลในสิ่งที่นักเรียนคิดว่าดีและถูกต้องนั้นได้ และจากการที่นักเรียนพยายามคิดให้ได้หลากหลายวิธีการนั้น นำไปสู่การฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน ให้นักเรียนต้องคิดอย่างรวดเร็ว รอบคอบ มีเหตุผล มีวิจารณญาณ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดการพัฒนาด้านทักษะในด้านต่างๆ อีกทั้งการทำงานร่วมกัน ร่วมกันคิด ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น จะทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียนด้วย

ใบกิจกรรมสยามประเทศ

กลุ่มที่

1. ชื่อ		เลขที่
2. ชื่อ		เลขที่
3. ชื่อ		เลขที่
4. ชื่อ		เลขที่
5. ชื่อ		เลขที่

ตอนที่ 1 : สยามประเทศ

ภาพด้านล่างเป็นแผนที่สยามประเทศ เมื่อสมัยสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช
ประมาณ พ.ศ. 2310 - 2325 สมัยนั้นอาณาจักรสยามยังกว้างใหญ่ไพศาล
และมีลักษณะดังภาพ จงประมาณหาพื้นที่จริงของสยามประเทศจาก
แผนที่สยามประเทศที่ได้รับ ให้ได้หลากหลายวิธีการมากที่สุด



แผนที่สยามประเทศ



แผนที่สยามประเทศ แสดงด้วยอัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 11,360 กิโลเมตร

ตอนที่ 2 : แผ่นดินสยาม

ลำดับที่	แนวคิด/วิธีการในการประมาณพื้นที่โดยสังเขป

เฉลยใบกิจกรรมสยามประเทศ

ตอนที่ 2 : แผ่นดินสยาม

ในการหาพื้นที่ประเทศไทยจากแผนที่สยามประเทศที่ได้รับ สามารถหาวิธีการประมาณพื้นที่ได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1. ประมาณพื้นที่โดยการตีช่องตารางขนาด 1 ตารางเซนติเมตร แล้วนับช่องตารางที่ได้โดยประมาณ และเนื่องจากแผนที่ดังกล่าวแสดงด้วยอัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 11,360 กิโลเมตร จึงต้องนำผลที่ได้ไปคูณกับ $11,360^2$ จึงจะได้พื้นที่โดยประมาณของสยามประเทศเท่ากับ 1,295,040 ตารางกิโลเมตร

2. ประมาณพื้นที่โดยตัดแผนที่ออกเป็นส่วนๆ แล้วมาจัดเรียงใหม่ให้เป็นรูปเรขาคณิตที่สามารถหาพื้นที่ได้ เช่น รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม เป็นต้น แล้วหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตดังกล่าวออกมา และเนื่องจากแผนที่ดังกล่าวแสดงด้วยอัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 11,360 กิโลเมตร จึงต้องนำผลที่ได้ไปคูณกับ $11,360^2$ จึงจะได้พื้นที่โดยประมาณของสยามประเทศ

3. ประมาณพื้นที่โดยการวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้แผนที่แนบกับขอบของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามากที่สุด แล้วจึงค่อยๆ ลบพื้นที่ส่วนที่เกินที่ละด้าน และเนื่องจากแผนที่ดังกล่าวแสดงด้วยอัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 11,360 กิโลเมตร จึงต้องนำพื้นที่ที่หาได้ไปคูณกับ $11,360^2$ จึงจะได้พื้นที่โดยประมาณของสยามประเทศ

4. ทำโมเดลของสยามประเทศจากดินน้ำมันโดยมีพื้นรูปเดียวกับแผนที่และทำขอบสูงขึ้นมาประมาณ 2 เซนติเมตร จากนั้นเทน้ำลงไปให้สูงจากพื้นดินน้ำมัน 1 เซนติเมตร แล้วหาปริมาณน้ำที่เทลงไป ก็จะได้พื้นที่โดยประมาณของแผนที่สยามประเทศ และเนื่องจากแผนที่ดังกล่าวแสดงด้วยอัตราส่วน 1 เซนติเมตร : 11,360 กิโลเมตร จึงต้องนำผลที่ได้ไปคูณกับ $11,360^2$ จึงจะได้พื้นที่โดยประมาณของสยามประเทศ

กิจกรรมที่ 18 : สามสหายทลายกำแพง

วัตถุประสงค์ของกิจกรรม

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. เพื่อฝึกการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
4. เพื่อฝึกการทำงานร่วมกัน และส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีต่อกัน

ผู้เข้าร่วมกิจกรรม

จำนวน 44 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

สถานที่ดำเนินกิจกรรม

ห้องเรียน

เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม

1 ชั่วโมง

อุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม

1. ลูกเต๋า จำนวน 2 ลูก/กลุ่ม
2. หุ่นคนจำลอง จำนวน 6 ตัว/กลุ่ม
3. กระดานสามสหายทลายกำแพง
4. ใบกิจกรรมสามสหายทลายกำแพง
5. แบบประเมินกิจกรรมสามสหายทลายกำแพง

คำอธิบายกิจกรรม

กิจกรรมสามสหายทลายกำแพง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้ความเข้าใจในเรื่องความน่าจะเป็น มาเป็นพื้นฐานในการเล่นเก๋มดังกล่าว ซึ่งวิธีการเล่นเก๋มสามสหายทลายกำแพง คือ ผู้เล่นแต่ละฝ่ายจะเลือกวางหุ่นคนจำลองลงบนกลางกระดานตามตัวเลข 1 - 12 ฝ่ายละ 3 ตัวที่ตัวเลขใดก็ได้ที่คาดว่าจะตรงกับผลรวมของการทอยลูกเต๋า 2 ลูก ถ้าผลรวมของลูกเต๋าทรงกับเลขใด หุ่นที่ถูกลวางในตำแหน่งของตัวเลขดังกล่าวจะได้เดินหน้า 1 ช่อง เล่นเช่นนี้ไปจนกว่าหุ่นของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเดินข้ามเขตกำแพงจนครบทั้ง 3 ตัว ฝ่ายนั้นจะเป็นผู้ชนะ โดยกิจกรรมสามสหายทลายกำแพงจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่กันเพื่อแบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ฝ่าย แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่คิดพิจารณาหายุทธวิธีในการ

เล่นเกมดังกล่าวลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 2 : ยุทธวิธีหลายกำแพง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคู่เลือก 1 วิธี เพื่อนำมาใช้ในการเล่นเกมดังกล่าว แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงเริ่มเล่นเกมตามกติกาที่กำหนดไว้ จนกว่าจะมีผู้ชนะ จากนั้นครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปสิ่งที่นักเรียนได้รับจากกันเล่นเกม และเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มจึงระดมความคิด เพื่อตอบคำถามจากใบกิจกรรม ตอนที่ 3 : คำถามท้ายกิจกรรม

วิธีดำเนินกิจกรรม

ชั้นนำ

1. ครูอธิบายภาพรวมของกิจกรรมที่ปฏิบัติในวันนี้ และชี้แจงว่ากิจกรรมในวันนี้เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เล่นเกมที่ใช้ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นไปได้ ของสิ่งที่เป็นไปได้ว่าจะเกิดขึ้นมากน้อย แตกต่างกันไป ซึ่งนักเรียนจะต้องพยายามที่จะคิดและหาเหตุผลดังกล่าวให้ได้
2. นักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 4 คน อย่างอิสระ เพื่อทำกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง

ขั้นดำเนินกิจกรรม

3. นักเรียนแต่ละคนศึกษาทำความเข้าใจกิจกรรม และกติกาการเล่นสามสหายหลายกำแพง จากใบกิจกรรม ตอนที่ 1 : สามสหายหลายกำแพง (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 1 ประสบการณ์รูปธรรม)
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มจับคู่ เพื่อแบ่งฝ่ายสำหรับการเล่นเกมในกลุ่มของตนเอง จะได้กลุ่มละ 2 คู่ แต่ละคู่จะได้รับหุ่นคนจำลองสำหรับเป็นตัวแทนของตัวเอง จำนวน 3 ตัว/คู่
5. นักเรียนแต่ละคู่พิจารณาความเป็นไปได้ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของการวางหุ่นคนจำลองในช่องต่างๆ ให้ชนะการเล่นตามเงื่อนไขที่กำหนด และเขียนยุทธวิธีในการเล่นในรูปแบบต่างๆ ที่สามารถคิดได้ลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 2 : ยุทธวิธีหลายกำแพง (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 2 การสังเกตอย่างไตร่ตรอง)
6. นักเรียนแต่ละคู่เลือกยุทธวิธีในการเล่น 1 วิธี แล้ววงกลมล้อมรอบวิธีดังกล่าว ลงในใบกิจกรรม ตอนที่ 2 : ยุทธวิธีหลายกำแพง จากนั้นแต่ละกลุ่มจึงเริ่มเล่นเกมตามกติกาของเกมสามสหายหลายกำแพง จนกว่าจะมีผู้ชนะ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่นักเรียนได้รับจากกันเล่นเกม และเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่เข้ามามีบทบาทในการตัดสินใจเลือกเล่นเกมด้วยวิธีการต่างๆ (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 3 การสรุปเป็นหลักการนามธรรม)
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อตอบคำถามจากใบกิจกรรม ตอนที่ 3 : คำถามท้ายกิจกรรม ภายในคาบเรียนหรืออาจให้นักเรียนนำไปทำเป็นการบ้าน (วงจรรการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ขั้นที่ 4 การทดลองปฏิบัติจริง)

ขั้นสรุป

9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง ดังนี้ กิจกรรมสามสหายหลายกำแพงกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เหตุผลในการเลือกวางตัวหุ่นในตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะทำให้ชนะการแข่งขัน ซึ่งเหตุผลที่นักเรียนนำมาใช้จะเป็นเหตุผลที่เกิดจากความเข้าใจถึงความเป็นไปได้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ใดๆ หรือไม่เกิดเหตุการณ์ใดๆ ขึ้น อีกทั้งนักเรียนแต่ละคู่มือเวลาในการวางแผนอยู่จำกัด ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความรวดเร็ว ความคล่อง ในการที่จะคิดหาวิธีในการวางหุ่นให้ได้หลากหลายแนวทาง เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ให้เหมาะสมและมีความเป็นไปได้จริง และไม่ว่าการที่นักเรียนจะเล่นเกมแล้วได้รับชัยชนะหรือพ่ายแพ้ สิ่งที่นักเรียนจะได้รับด้วย นั่นคือความร่วมมือร่วมใจ ในการช่วยคิด พุดคุยทำความเข้าใจความคิดของกันและกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความผูกพันและความสามัคคีภายในหมู่คณะ

ใบกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง

กลุ่มที่ 1. ชื่อ เลขที่

2. ชื่อ เลขที่

3. ชื่อ เลขที่

4. ชื่อ เลขที่

5. ชื่อ เลขที่

ตอนที่ 1 : สามสหายหลายกำแพง

เกมสามสหายหลายกำแพงจะแบ่งผู้เล่นออกเป็น 2 ฝ่าย โดยแต่ละฝ่ายจะเลือกวางหุ่นคนลำจงลงบนกลางกระดานตามช่องหมายเลข 1 - 12 ฝ่ายละ 3 ตัว ที่หมายเลขเลขใดก็ได้ที่ไม่ซ้ำกัน และคาดว่าจะตรงกับผลรวมของการทอยลูกเต๋า 2 ลูกมากที่สุด ถ้าผลรวมของลูกเต๋าดตรงกับหมายเลขใด หุ่นที่ถูกวางในช่องของหมายเลขดังกล่าวจะได้เดินหน้า 1 ช่อง เล่นเช่นนี้ไปจนกว่าหุ่นของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเดินข้ามเขตกำแพงออกไปยังทุ่งหญ้าจนครบทั้ง 3 ตัว ฝ่ายนั้นจะเป็นผู้ชนะ



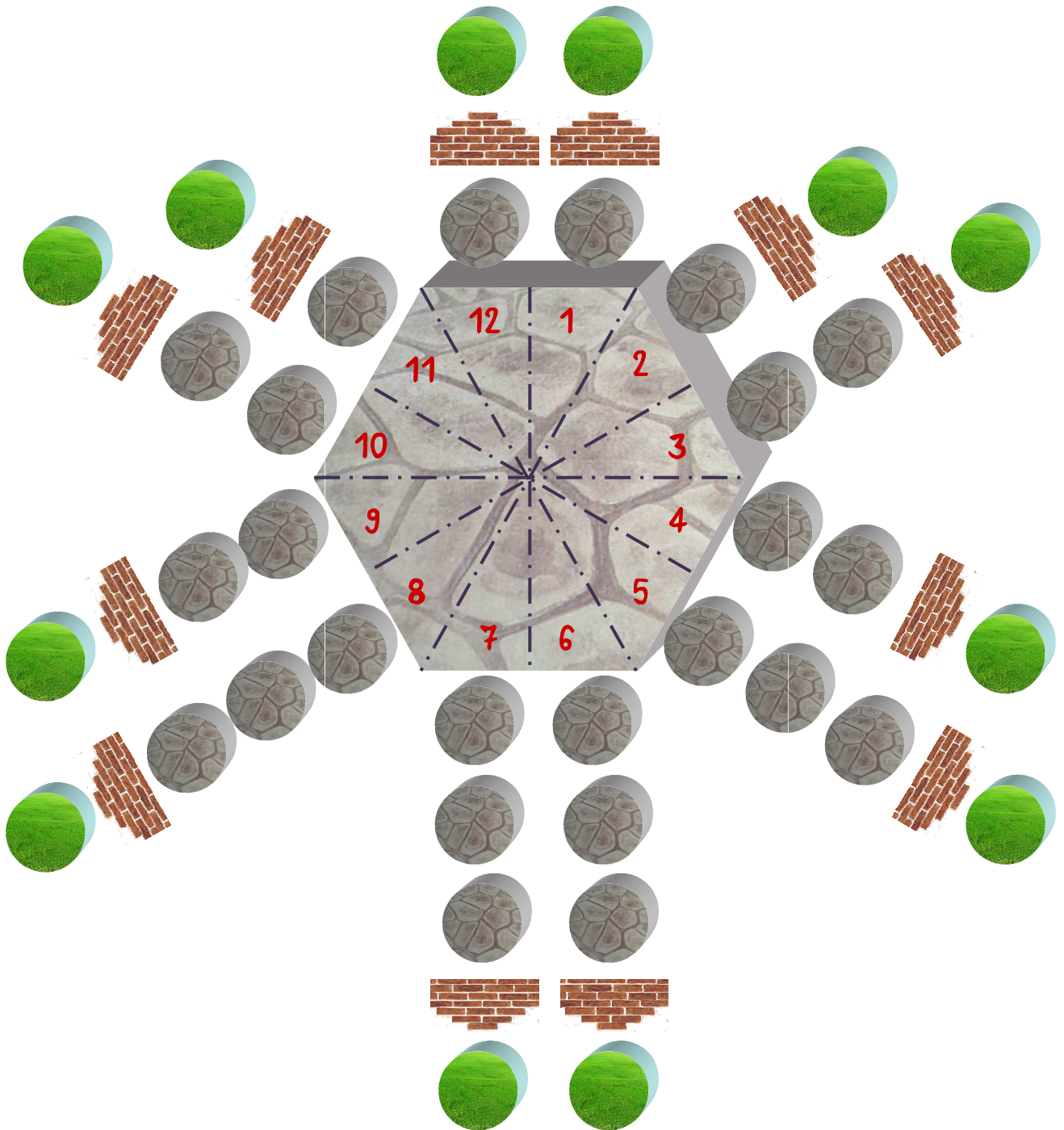
ตอนที่ 2 : ยุทธวิธีหลายกำแพง (คู่มือ 1)

ยุทธวิธีที่	วางหุ่นในช่องหมายเลขใด	เหตุผลที่วางในช่องดังกล่าว

ตอนที่ 2 : ยุทธวิธีหลายกำแพง (คู่มือ 2)

ยุทธวิธีที่	วางหุ่นในช่องหมายเลขใด	เหตุผลที่วางในช่องดังกล่าว

ตัวอย่างกระดานสามสหายหลายกำแพง



เฉลยใบกิจกรรมสามสหายหลายกำแพง

ตอนที่ 3 : คำถามท้ายกิจกรรม

1. จากการเล่นเกมสามสหายหลายกำแพง นักเรียนคิดว่าช่องหมายเลขใดที่ว่างหุ้่นคน จำลองแล้วจะทำให้นักเรียนแพ้อย่างแน่นอน เพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....ช่องหมายเลข 1 เป็นช่องที่จะทำให้ผลการเล่นเกมออกมาแพ้อย่างแน่นอน เนื่องจากในการ ทอยลูกเต๋า 2 ลูก ผลรวมที่น้อยที่สุดจะได้เป็น 2... ดังนั้นหุ้่นคนจำลองที่วางที่ช่องหมายเลข 1 จะ ไม่มีโอกาสได้เดินเลยแม้แต่ก้าวเดียว... จึงเห็นได้ว่า ถ้าผู้เล่นวางหมากที่ช่องหมายเลข 1 จะทำให้พ่าย แพ้อย่างแน่นอน.....

2. จากการเล่นเกมสามสหายหลายกำแพง นักเรียนคิดว่าช่องหมายเลขใดที่เล่นแล้ว มีโอกาสชนะมากที่สุด ช่องหมายเลขใดที่เล่นแล้วมีโอกาสชนะน้อยที่สุด เพราะเหตุใด จงอธิบายโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบเหตุผลดังกล่าว

.....ช่องหมายเลข 7 เป็นช่องที่มีโอกาสชนะมากที่สุด เนื่องจากลูกเต๋า 2 ลูกจะสามารถรวม.. กันได้ 7 จะเกิดขึ้นเมื่อ (1,6) (2,5) (3,4) (4,3) (5,2) (6,1) ซึ่งมีมากถึง 6 วิธี จากสิ่งที่สามารถ เกิดขึ้นได้ทั้งหมด 36 วิธี... ถึงแม้ว่าผู้เล่นที่วางช่องหมายเลข 7 จะต้องล้่นให้ผลรวมของลูกเต๋ารวม เป็น 7 ถึง 4 ครั้ง แต่ก็ยังถือได้ว่าเป็นหมายเลขที่มีโอกาสชนะมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหมายเลข อื่นๆ.....

.....ช่องหมายเลข 2 และ 12 เป็นช่องที่มีโอกาสชนะน้อยที่สุด เนื่องจากเหตุการณ์ที่สามารถ ทำให้ผลรวมของลูกเต๋ารวมเป็น 2 มีเพียง (1,1) เท่านั้น และผลรวมเป็น 12 มีเพียง (6,6) เท่านั้น... ถึงแม้ว่าผู้เล่นจะล้่นให้ผลรวมของลูกเต๋ารวมเป็นหมายเลขดังกล่าวเพียง 2 ครั้งเท่านั้น... แต่โอกาส ของหมายเลขทั้งสองก็ยังคงน้อยกว่าหมายเลขอื่นๆ.....

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที
3. ขอให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ
4. หากมีปัญหาใดๆ ให้สอบถามครูผู้คุมสอบ

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

1. ก่อร่างวางแผนการเดินทางไปทัศนศึกษาสำหรับนักเรียนห้อง ม.4/5 จำนวน 25 คน เป็นเวลา 1 วัน โดยเริ่มเดินทางจากโรงเรียนในจังหวัดนครนายกไปยังกรุงเทพฯ ระยอง หรือประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดใดจังหวัดหนึ่ง โดยมีงบประมาณสำหรับการเดินทางของ นักเรียนทุกคนรวมกันไม่เกิน 5,000 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางไปแต่ละ จังหวัดมีรายละเอียดดังนี้

<u>นครนายก - กรุงเทพฯ</u> ราคาตั๋วไป - กลับ 190 บาท ถ้าเดินทางตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป จะได้รับ ส่วนลด 25%	<u>นครนายก - ระยอง</u> ราคาตั๋วไป - กลับ 280 บาท ถ้าเดินทางมากกว่า 25 คน จะได้รับส่วนลด $\frac{1}{3}$ จากราคาตั๋ว	<u>นครนายก - ประจวบฯ</u> ราคาตั๋วไป - กลับ 330 บาท ถ้าเดินทางไม่น้อยกว่า 20 คน จะได้รับส่วนลด 40%
--	--	--

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ถ้านักเรียนเดินทางไปทัศนศึกษาโดยไม่ได้รับส่วนลดสำหรับค่าตั๋ว จะสามารถไป ทัศนศึกษาในจังหวัด ได้ โดยมีค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางไปยังจังหวัดดังกล่าว บาท

1.2 ถ้าก่อกำวางแผนไปทัศนศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เขาจะต้องใช้งบประมาณ สำหรับการเดินทาง บาท ซึ่งค่าเดินทางดังกล่าว *มากกว่า/น้อยกว่า* งบประมาณที่ได้รับ อยู่ บาท

1.3 ถ้าก่อกำต้องการวางแผนการเดินทางไปทัศนศึกษาในครั้งนี้ให้ประหยัดค่าเดินทาง มากที่สุด เขาควรจัดให้นักเรียนห้อง ม.4/5 ไปทัศนศึกษาจังหวัดใด จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 ถ้ากองทัพต้องการให้นักเรียนห้อง ม.4/5 ไปทัศนศึกษาที่จังหวัดระยอง โดยมีนักเรียนมาเพิ่มอีก 1 คน เขาจะมีงบประมาณเพียงพอสำหรับการเดินทางหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

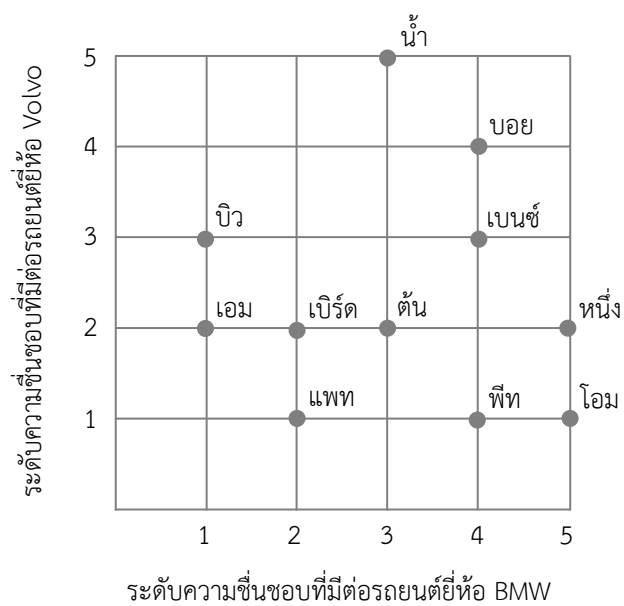
.....

.....

2. ชีรสรสำรวจความชื่นชอบที่มีต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo และ BMW ของแพทย์จำนวน 11 คน โดยกำหนดระดับความชื่นชอบเป็น 5 ระดับ คือ

1	2	3	4	5
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่แน่ใจ	ชอบ	ชอบมาก

ผลการสำรวจปรากฏดังกราฟด้านล่าง



จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

จากกราฟ จงเติมข้อมูลลงในตารางต่อไปนี้

ระดับความชื่นชอบ	2.1 รายชื่อผู้ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ Volvo	2.2 รายชื่อผู้ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ BMW
1
2
3
4
5

2.3 “มีแพทย์อย่างน้อย 2 คนที่มีระดับความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo และ BMW ในระดับไม่แน่ใจ” ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 “แพทย์ทุกคนที่ซึธรสอบถาม มีความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ BMW มากกว่า Volvo” ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**เฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

1. ก้องภพวางแผนการเดินทางไปทัศนศึกษาสำหรับนักเรียนห้อง ม.4/5 จำนวน 25 คน เป็นเวลา 1 วัน โดยเริ่มเดินทางจากโรงเรียนในจังหวัดนครนายกไปยังกรุงเทพฯ ระยอง หรือประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดใดจังหวัดหนึ่ง โดยมีงบประมาณสำหรับการเดินทางของ นักเรียนทุกคนไม่เกิน 5,000 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางไปแต่ละจังหวัด มีรายละเอียดดังนี้

<u>นครนายก - กรุงเทพฯ</u> ราคาตัวไป - กลับ 190 บาท ถ้าเดินทางตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป จะได้รับ ส่วนลด 25%	<u>นครนายก - ระยอง</u> ราคาตัวไป - กลับ 280 บาท ถ้าเดินทางมากกว่า 25 คน จะได้รับส่วนลด $\frac{1}{3}$ จากราคาตัว	<u>นครนายก - ประจวบฯ</u> ราคาตัวไป - กลับ 330 บาท ถ้าเดินทางไม่น้อยกว่า 20 คน จะได้รับส่วนลด 40%
---	--	---

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ถ้านักเรียนเดินทางไปทัศนศึกษาโดยไม่ได้รับส่วนลดสำหรับค่าตัว จะสามารถไป ทัศนศึกษาในจังหวัดกรุงเทพฯ..... ได้ โดยมีค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางไปยังจังหวัดดังกล่าว4,750..... บาท

1.2 ถ้าก้องภพวางแผนไปทัศนศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เขาจะต้องใช้งบประมาณ สำหรับการเดินทาง4,950..... บาท ซึ่งค่าเดินทางดังกล่าว มากกว่า น้อยกว่า งบประมาณที่ได้รับ อยู่50..... บาท

1.3 ถ้าก้องภพต้องการวางแผนการเดินทางไปทัศนศึกษาในครั้งนี้ให้ประหยัดค่าเดินทางมากที่สุด เขาควรจัดให้นักเรียนห้อง ม.4/5 ไปทัศนศึกษาจังหวัดใด จงอธิบาย

..... ก้องภพต้องจัดให้นักเรียนห้อง ม.4/5 ไปทัศนศึกษาที่กรุงเทพฯ เนื่องจาก..... ในการเดินทางไปยังจังหวัดอื่นๆ นั้นมีค่าใช้จ่ายสำหรับการเดินทางมากกว่าไปกรุงเทพฯ.. ดังนั้น ไปจังหวัดระยอง ต้องใช้งบประมาณ 7,000 บาท ไปจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต้องใช้งบประมาณ 4,950 บาท ส่วนกรุงเทพฯ ใช้งบประมาณเพียง 4,750 บาทเท่านั้น..... จึงเห็นได้ว่ากรุงเทพฯ เป็นจังหวัดที่ประหยัดค่าเดินทางมากที่สุด.....

1.4 ถ้าก้องภพต้องการให้นักเรียนห้อง ม.4/5 ไปทัศนศึกษาที่จังหวัดระยอง โดยมีนักเรียนมาเพิ่มอีก 1 คน เขาจะมียกงบประมาณเพียงพอสำหรับการเดินทางหรือไม่ เพราะเหตุใด

..... ถ้ามีนักเรียนเพิ่มอีก 1 คน ก้องภพจะมียกงบประมาณเพียงพอสำหรับการเดินทางไปยังจังหวัดระยอง เนื่องจาก ถ้าเดินทางมากกว่า 25 คน จะได้รับส่วนลด 1 ใน 3..... จากราคาตัวปกติ และเมื่อมีนักเรียนมาเพิ่มจึงทำให้จำนวนนักเรียนที่ไปทัศนศึกษา..... ในครั้งนี้เป็น 26 คน ซึ่งทำให้ได้รับส่วนลดค่าตัวโดยสารจาก 7,280 บาท เหลือ..... 4,853.33 บาท..... จึงทำให้ก้องภพมีงบประมาณเพียงพอที่จะเดินทางไปทัศนศึกษา..... ที่จังหวัดระยองได้.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะคำตอบ สำหรับข้อ 1.1 – 1.2	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังมีขาดบางข้อมูลหรือยังไม่สมบูรณ์นัก	2
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0

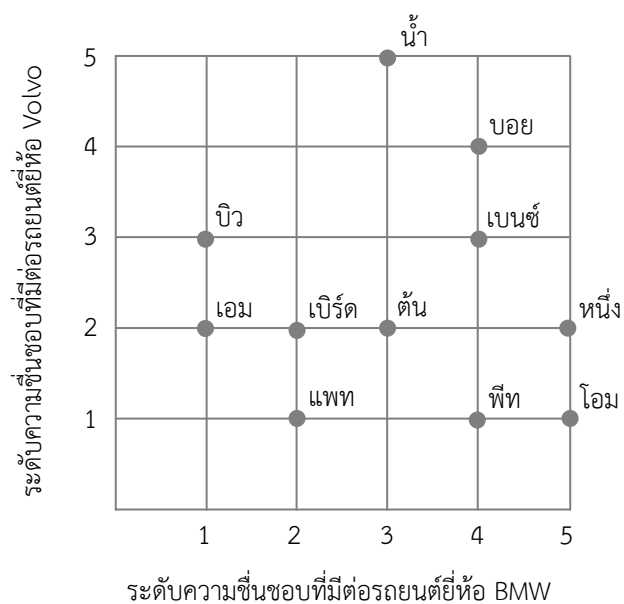
2. ด้านความสามารถในการอธิบายข้อสรุป

ลักษณะคำตอบ สำหรับข้อ 1.3 – 1.4	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้เลย	0

2. ชีรสรสำรวจความชื่นชอบที่มีต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo และ BMW ของแพทย์จำนวน 11 คน โดยกำหนดระดับความชื่นชอบเป็น 5 ระดับ คือ

1	2	3	4	5
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	ไม่แน่ใจ	ชอบ	ชอบมาก

ผลการสำรวจปรากฏดังกราฟด้านล่าง



จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

จากกราฟ จงเติมข้อมูลลงในตารางต่อไปนี้

ระดับความชื่นชอบ	2.1 รายชื่อผู้ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ Volvo	2.2 รายชื่อผู้ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ BMW
1	แพท ฟิท และโอม	เอม และบิว
2	เอม เบิร์ต ตัน และหนึ่ง	แพท และเบิร์ต
3	บิว และเบนซ์	ตัน และน้ำ
4	บอย	ฟิท เบนซ์ และบอย
5	น้ำ	หนึ่ง และโอม

2.3 “มีแพทย์อย่างน้อย 2 คนที่มีระดับความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo และ BMW ในระดับไม่แน่ใจ” ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....ข้อความข้างต้นไม่เป็นความจริง ถึงแม้จะมีแพทย์ 2 คน ที่มีระดับความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo ในระดับไม่แน่ใจ และมีแพทย์ 2 คน ที่มีระดับความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ BMW ในระดับไม่แน่ใจด้วย แต่ไม่มีแพทย์คนใดที่มีความชื่นชอบในระดับไม่แน่ใจต่อรถยนต์ยี่ห้อ Volvo และ BMW.....

2.4 “แพทย์ทุกคนที่ซึ่รสอบถาม มีความชื่นชอบต่อรถยนต์ยี่ห้อ BMW มากกว่า Volvo” ข้อความข้างต้นเป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....ข้อความข้างต้นไม่เป็นความจริง เนื่องจากมีแพทย์บางคนเท่านั้น ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ BMW มากกว่า Volvo และยังมีแพทย์อีกหลายคนที่มีความชื่นชอบในทางตรงกันข้าม เช่น เอมชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ Volvo ในระดับ 2 แต่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ BMW ในระดับ 1 เช่นเดียวกับบิว ที่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ Volvo ในระดับ 3 แต่ชื่นชอบรถยนต์ยี่ห้อ BMW ในระดับ 1 เป็นต้น.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

ลักษณะคำตอบ สำหรับข้อ 2.1 – 2.2	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด แต่ยังมีขาดบางข้อมูลหรือยังไม่สมบูรณ์นัก	2
นักเรียนสามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่งของข้อมูลที่กำหนดให้วิเคราะห์ทั้งหมด	1
นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และเขียนแสดงข้อมูลได้เลย	0

2. ด้านความสามารถในการอธิบายข้อสรุป

ลักษณะคำตอบ สำหรับข้อ 2.3 – 2.4	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง อย่างน้อยครั้งหนึ่ง แต่ยังไม่สมบูรณ์	2
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่ถึงครั้งหนึ่ง - นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้ถูกต้องบ้าง แต่ยังไม่สามารถใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดในการอธิบายได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายข้อสรุปได้เลย	0

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1 ชั่วโมง
3. นักเรียนสามารถเขียนตอบได้อย่างอิสระเท่าที่จะสามารถตอบได้
4. ถ้ากระดาษคำตอบไม่พอ ให้นักเรียนขอเพิ่มเติมได้จากครูผู้คุมสอบ
5. ขอให้นักเรียนทำแบบทดสอบให้ครบทุกข้อ
6. หากมีปัญหาใดๆ ให้สอบถามครูผู้คุมสอบ

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

เฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

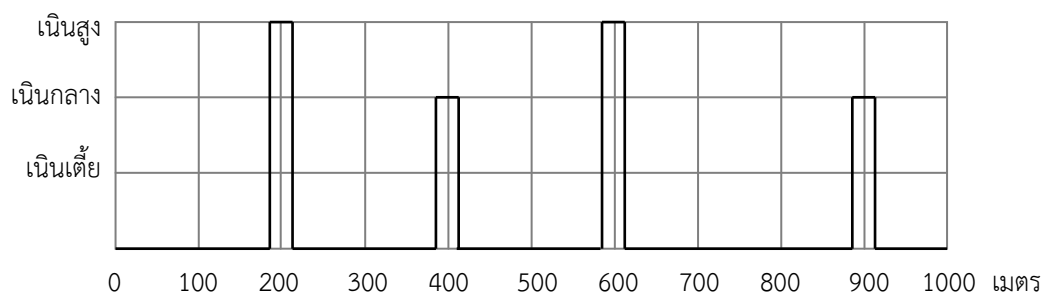
คำชี้แจง

เฉลยและเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้ เป็นการเฉลยตัวอย่างในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อเท่านั้น ซึ่งนักเรียนสามารถตอบข้อคำถามเหล่านี้ได้อย่างไม่จำกัด ดังนั้น ในการให้คะแนนจะต้องพิจารณาจากคำตอบของนักเรียนประกอบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ควบคู่กันไป โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่ม (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

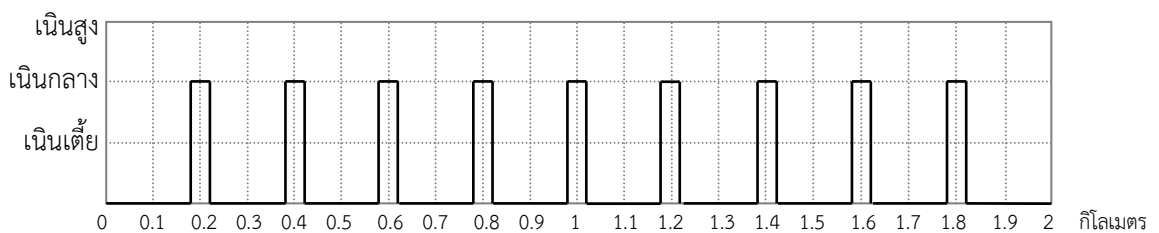
1. ในการสร้างสนามแข่งรถวิบาก ทางที่สร้างขึ้นจะต้องมีทั้งทางเรียบ เนินเตี้ย เนินกลาง และเนินสูง โดยแต่ละเนินจะต้องห่างกันอย่างน้อย 100 เมตร และกำหนดความสูงของเนินเตี้ยเป็น 1 เมตร เนินกลาง 2 เมตร และเนินสูง 3 เมตร

กลมกลิ้งต้องการสร้างสนามแข่งรถที่มีระยะทาง 1 รอบสนามยาว 1 กิโลเมตร และต้องการให้รถที่เข้าร่วมการแข่งขันจะต้องขึ้นเนินให้ได้ความสูง 10 เมตร/รอบสนาม กลมกลิ้งสามารถสร้างสนามแข่งรถวิบากนี้ได้หลากหลายรูปแบบ เช่น

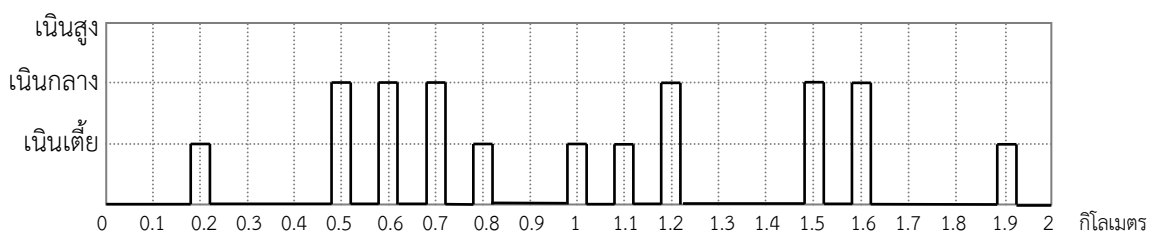


ต่อมากลมกลิ้งได้ปรับปรุงสนาม โดยเพิ่มระยะทาง 1 รอบสนามเป็น 2 กิโลเมตร และต้องการให้มีเนินที่มีความสูงรวมไม่น้อยกว่า 15 เมตร/รอบสนาม เขาจะสร้างสนามได้อย่างไรบ้าง

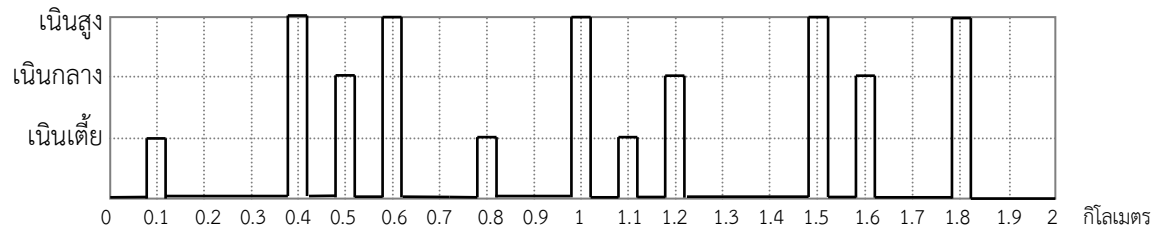
คำตอบลักษณะที่ 1 สนามแข่งรถที่ประกอบด้วยเนินชนิดใดชนิดหนึ่งตลอดทั้งสนาม เช่น



คำตอบลักษณะที่ 2 สนามแข่งรถที่ประกอบด้วยเนิน 2 ชนิด เช่น



คำตอบลักษณะที่ 3 สนามแข่งรถที่ประกอบด้วยเนินทั้ง 3 ชนิด เช่น



2. ในการชงกาแฟจะต้องมีส่วนผสมหลัก 3 อย่าง คือ กาแฟ นมข้นหวาน และครีมเทียม โดยที่กาแฟแต่ละสูตรจะใช้ส่วนผสมแต่ละอย่างในปริมาณแตกต่างกันดังนี้

ส่วนผสม (ช้อนชา)	กาแฟสูตรต่างๆ			
	ลาเต้	มอคค่า	คาปูชิโน	เอสเปรสโซ
กาแฟ	2	3	4	5
นมข้นหวาน	3	2	3	2
ครีมเทียม	3	4	4	3

สูตรชงกาแฟข้างต้นแต่ละสูตร เมื่อชงเรียบร้อยแล้วจะได้กาแฟ 1 แก้ว ถ้าบาริสตา (ผู้ชงกาแฟ) คนหนึ่ง มีกาแฟ 8 ช้อนชา นมข้นหวาน 8 ช้อนชา และครีมเทียม 13 ช้อนชา บาริสตาคนนี้จะสามารถชงกาแฟได้หลายรูปแบบ เช่น

- รูปแบบที่ 1 - ลาเต้ 1 แก้ว ใช้กาแฟ 2 ช้อนชา นมข้นหวาน 3 ช้อนชา และครีมเทียม 3 ช้อนชา
 - มอคค่า 2 แก้ว ใช้กาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 4 ช้อนชา และครีมเทียม 8 ช้อนชา

จะเหลือนมข้นหวาน 1 ช้อนชา และครีมเทียม 2 ช้อนชา

ถ้ามีกาแฟ 30 ช้อนชา นมข้นหวาน 20 ช้อนชา และครีมเทียม 25 ช้อนชา เธอจะสามารถชงกาแฟได้อย่างไรบ้าง โดยที่ส่วนผสมที่เหลืออยู่จะต้องไม่เพียงพอที่จะนำไปชงกาแฟสูตรอื่นๆ ได้อีก

คำตอบลักษณะที่ 1 มีรูปแบบการชงกาแฟ โดยใช้กาแฟเพียง 1 สูตร.....

..... เช่น - คาปูชิโน 6 แก้ว ใช้กาแฟ 24 ช้อนชา นมข้นหวาน 18 ช้อนชา และ
 ครีมเทียม 24 ช้อนชา

..... จะเหลือกาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 2 ช้อนชา และครีมเทียม 1 ช้อนชา

คำตอบลักษณะที่ 2 มีรูปแบบการชงกาแฟ โดยใช้กาแฟ 2 สูตร.....

..... เช่น - ลาเต้ 5 แก้ว ใช้กาแฟ 10 ช้อนชา นมข้นหวาน 15 ช้อนชา และ
 ครีมเทียม 15 ช้อนชา

..... - เอสเปรสโซ 2 แก้ว ใช้กาแฟ 10 ช้อนชา นมข้นหวาน 4 ช้อนชา และ
 ครีมเทียม 6 ช้อนชา

..... จะเหลือกาแฟ 10 ช้อนชา นมข้นหวาน 1 ช้อนชา และครีมเทียม 4 ช้อนชา

คำตอบลักษณะที่ 3 มีรูปแบบการชงกาแฟ โดยใช้กาแฟ 3 สูตรขึ้นไป.....

เช่น - ลาเต้ 3 แก้ว ใช้กาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 9 ช้อนชา และ.....
 ครีมเทียม 9 ช้อนชา.....

- มอคค่า 2 แก้ว ใช้กาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 4 ช้อนชา และ.....
 ครีมเทียม 8 ช้อนชา.....

- คาปูชิโน 2 แก้ว ใช้กาแฟ 8 ช้อนชา นมข้นหวาน 6 ช้อนชา และ.....
 ครีมเทียม 8 ช้อนชา.....

จะเหลือกาแฟ 10 ช้อนชา และนมข้นหวาน 1 ช้อนชา.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความคิดคล่อง (Fluency)

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบอย่างน้อย 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้ แต่ยังไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนคำตอบนั้น	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบได้ โดยมีจำนวนคำตอบไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนคำตอบสูงสุดที่นักเรียนสามารถตอบได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้	0

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้อย่างน้อย 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้ แต่ยังไม่ถึง 2 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบนั้น	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่สามารถนำมาจัดประเภทได้ไม่ถึง 1 ใน 3 ของจำนวนประเภทของคำตอบที่นักเรียนสามารถตอบได้	1
นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบได้	0

3. ความคิดริเริ่ม (Originality)

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น ไม่เกิน 3% ของนักเรียนทั้งหมด	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 4% - 10% ของนักเรียนทั้งหมด	2
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 11% - 19% ของนักเรียนทั้งหมด	1
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขอย่างน้อย 1 วิธี ที่ซ้ำกับคนอื่น 20% ขึ้นไป ของนักเรียนทั้งหมด	0

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

ลักษณะคำตอบ	ระดับคะแนน
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ละเอียด ถูกต้องและชัดเจน	3
นักเรียนสามารถเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ถูกต้อง ค่อนข้างละเอียดและชัดเจน	2
นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ แต่ไม่ละเอียด และไม่ชัดเจน	1
นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไม่ถูกต้อง หรือไม่เขียนอธิบายคำตอบ	0

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลการประเมินชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

**ผลการประเมินชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้
เชิงประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ**

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมและวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb

กิจกรรมที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1

ผลการประเมินแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อความที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	0	0.67
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	-1	1	1	0.33
5	0	1	1	0.67
6	1	1	1	1
7	0	1	1	0.67
8	1	1	1	1
9	0	1	1	0.67
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1

ตารางที่ 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อคำถามที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	0	1	1	0.67
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	0	1	1	0.67
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	0	0.67
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1

**ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์**

ตารางที่ 13 แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความสัมพันธ์ของแบบสอบ
คู่ขนานของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

	ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง	ค่าความสัมพันธ์ ของแบบสอบ คู่ขนาน
ฉบับก่อนเรียน	1	0.60	0.41	0.72	0.55
	2	0.55	0.33		
	3	0.55	0.26		
	4	0.62	0.26		
ฉบับหลังเรียน	1	0.39	0.37	0.68	
	2	0.45	0.27		
	3	0.59	0.26		
	4	0.46	0.30		

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 14 แสดงค่าความยาก อำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง และค่าความสัมพันธ์ของแบบสอบ
คู่ขนานของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

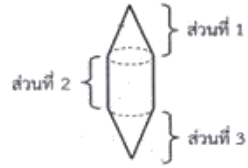
	ข้อที่	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	ความเที่ยง	ค่าความสัมพันธ์ ของแบบสอบ คู่ขนาน
ฉบับก่อนเรียน	1	0.75	0.40	0.80	0.68
	2	0.64	0.20		
	3	0.79	0.39		
ฉบับหลังเรียน	1	0.54	0.46	0.90	
	2	0.79	0.34		
	3	0.76	0.23		

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

2. เทียนหอมเล่มหนึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน สูงส่วนละ 10 ซม. ซึ่งมีลักษณะดังภาพ เมื่อเทียนหอมเล่มนี้ถูกจุด เนื้อเทียนจะละลายด้วยอัตราเร็วคงที่

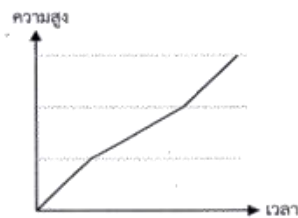


จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จากสถานการณ์ข้างต้น ถึงแม้เนื้อเทียนทั้ง 3 ส่วน จะมีความสูงเท่ากัน แต่เนื้อเทียนในส่วนที่ 2 จะใช้เวลาในการละลายมากกว่าเนื้อเทียนในส่วนที่ 1, 3

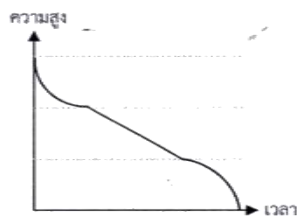
2.2 จากข้อ 2.1 จงให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดดังกล่าว
 เพราะว่า ถึงแม้จะสูงเท่ากัน แต่ส่วนที่ 2 มีปริมาณเนื้อเทียนที่มากกว่า จึงต้องใช้เวลานานกว่าจะละลายจนหมดไป ส่วนที่ 1 และ 3 ละละลายเร็วกว่า เพราะมีเนื้อเทียนน้อยกว่า

2.3 นักเรียนคิดว่ากราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



ไม่ถูกต้อง เพราะเมื่อเทียนถูกจุดไฟ เทียนจะค่อยๆ ละลาย และความสูงจะลดลงตามการระเหยเวลาการละลาย กราฟจึงควรใช้ความสูงตกลงเรื่อยๆ ตามเวลาที่เทียนละลาย

2.4 นักเรียนคิดว่ากราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



ถูกต้อง เพราะเดิมก่อนจุดไฟ เทียนแต่ละส่วนสูง 10 ซม. แต่เมื่อจุดเทียนแล้ว ค่อยๆ ละลายด้วยความร้อน ความสูงจึงลดลงตามเวลาที่เทียนละลาย

ภาพที่ 24 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

3. ในการชงกาแฟจะต้องมีส่วนผสมหลัก 3 อย่าง คือ กาแฟ -นมข้นหวาน และครีมเทียม โดยที่กาแฟแต่ละสูตรจะใช้ส่วนผสมแต่ละอย่างในปริมาณแตกต่างกันดังนี้

ส่วนผสม (ช้อนชา)	กาแฟสูตรต่างๆ			
	ลาเต้	มอคค่า	คาปูชิโน	เอสเปรสโซ
กาแฟ 30	2	3	4	5
นมข้นหวาน 20	3	2	3	2
ครีมเทียม 25	3	4	4	3

สูตรชงกาแฟข้างต้นแต่ละสูตร เมื่อชงเรียบร้อยแล้วจะได้กาแฟ 1 แก้ว ถ้าบาริสตา (ผู้ชงกาแฟ) คนหนึ่ง มีกาแฟ 8 ช้อนชา นมข้นหวาน 8 ช้อนชา และครีมเทียม 13 ช้อนชา บาริสตาคนนี้จะสามารถชงกาแฟได้หลายรูปแบบ เช่น

รูปแบบที่ 1 - ลาเต้ 1 แก้ว ใช้กาแฟ 2 ช้อนชา นมข้นหวาน 3 ช้อนชา และครีมเทียม 3 ช้อนชา
- มอคค่า 2 แก้ว ใช้กาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 4 ช้อนชา และครีมเทียม 8 ช้อนชา

จะเหลือนมข้นหวาน 1 ช้อนชา และครีมเทียม 2 ช้อนชา

ถ้าบาริสตาใช้กาแฟ 30 ช้อนชา นมข้นหวาน 20 ช้อนชา และครีมเทียม 25 ช้อนชา เขาจะสามารถชงกาแฟได้อย่างไรบ้าง โดยที่ส่วนผสมที่เหลืออยู่จะต้องไม่เพียงพอที่จะนำไปชงกาแฟสูตรอื่นๆ ได้อีก

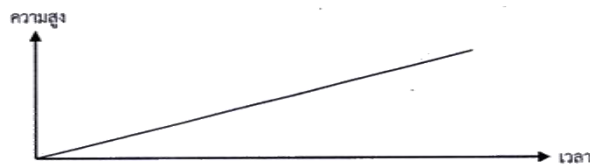
รูปแบบที่ 1 - ลาเต้ 3 แก้ว ใช้กาแฟ 6 ช้อนชา นมข้นหวาน 9 ช้อนชา และครีมเทียม 9 ช้อนชา
- มอคค่า 1 แก้ว ใช้กาแฟ 3 ช้อนชา นมข้นหวาน 2 ช้อนชา และครีมเทียม 4 ช้อนชา
- คาปูชิโน 3 แก้ว ใช้กาแฟ 12 ช้อนชา นมข้นหวาน 9 ช้อนชา และครีมเทียม 12 ช้อนชา

รูปแบบที่ 2 - ลาเต้ 1 แก้ว ใช้กาแฟ 2 ช้อนชา นมข้นหวาน 3 ช้อนชา และครีมเทียม 3 ช้อนชา
- คาปูชิโน 2 แก้ว ใช้กาแฟ 4 ช้อนชา นมข้นหวาน 4 ช้อนชา และครีมเทียม 8 ช้อนชา
- เอสเปรสโซ 4 แก้ว ใช้กาแฟ 20 ช้อนชา นมข้นหวาน 8 ช้อนชา และครีมเทียม 12 ช้อนชา

ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

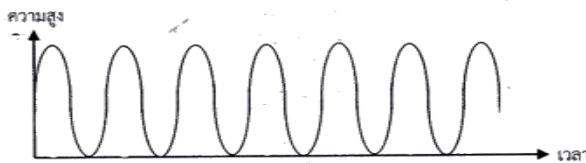
3. ในตอนเย็นหลังเลิกเรียนเมษาได้ออกมาเล่นที่สนามเด็กเล่นกับเพื่อนๆ เมษาได้เล่นชิงช้าและเริ่มแกว่งชิงช้าให้ขึ้นไปสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

3.2 นักเรียนคิดว่ากราฟแสดงความสูงของเท้าเหนือพื้นดินเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



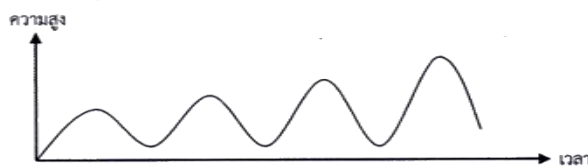
ไม่ถูกต้อง เพราะ ความสูง ของเท้าเหนือพื้นดิน จะเพิ่มขึ้นด้วยไม่เท่ากันตั้งแต่อยู่กับแรงที่ใส่ในการแกว่งชิงช้า ซึ่งทำสิ่งแตกต่างกราฟที่ กำหนดไว้จะพบว่า ความสูงของเท้าเหนือพื้นดินจะเพิ่มขึ้นเท่าๆ ทุกครั้งหรือไม่ถูกต้อง และขณะที่ชิงช้าเริ่มแกว่งลงมาที่ระดับพื้นดิน ความสูงก็จะลดลง แต่ต่างกราฟพบว่า ความสูงเพิ่มขึ้น นานอด ซึ่งไม่ถูกต้อง

3.3 นักเรียนคิดว่ากราฟแสดงความสูงของเท้าเหนือพื้นดินเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



ไม่ถูกต้องเพราะ จากกราฟพบว่า ความสูง ของเท้าเหนือพื้นดินคง ที่ตลอดซึ่งไม่ถูกต้องและจะ ความสูงของเท้าเหนือพื้นดินจะมาก หรือ น้อย นั้น ขึ้นอยู่กับ แรงที่ใส่ ในการแกว่งแต่ละเวลา ถ้าใส่แรงในการแกว่งมาก ความสูงของเท้าเหนือพื้นดินก็จะมาก ซึ่งใช้แรงในการแกว่งน้อย ความสูงของเท้าเหนือพื้นดินก็จะน้อย แต่กราฟ นี้ ก็อาจจะมีความเป็นไปได้ว่าหาก เมษาออกแรงในการแกว่งชิงช้าเท่ากัน

3.4 นักเรียนคิดว่ากราฟแสดงความสูงของเท้าเหนือพื้นดินเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ที่กำหนดให้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด



ถูกต้องเพราะ จากกราฟพบว่า ความสูง ของเท้าเหนือพื้นดิน ไม่คงที่ และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งน่าจะถูกต้องและจะ ความสูง ของเท้าเหนือพื้นดินแรกสุด หรือ น้อย ขึ้นอยู่กับแรงที่ใส่ และเวลา ซึ่งจากกราฟพบว่า ช่วงแรกเมษาแกว่งชิงช้าขึ้นไปในระดับ ความสูง ระดับหนึ่งและลงมาที่ระดับพื้นดิน เมื่อออกแรงแกว่งอีก ช่วงที่ 2 เมษาแกว่งชิงช้าขึ้นไปสูงกว่าช่วงแรกและลงมาที่ระดับพื้นดิน เมื่อออกแรงแกว่งอีก : กราฟนี้ น่าจะมีความสมบูรณ์ ถูกต้องที่สุด เพราะมีไฮไลท์ ส่วนที่เมษาจะสามารถออกแรงแกว่งชิงช้าได้ เท่ากับทุกช่วง

ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)

1. ชั้นวางรองเท้าหนึ่งชุด ต้องใช้	ชั้นใส่เสื้อผ้าหนึ่งชุด ต้องใช้	ชั้นวางหนังสือหนึ่งชุด ต้องใช้
- แผ่นไม้ยาว 2 แผ่น	- แผ่นไม้ยาว 3 แผ่น	- แผ่นไม้ยาว 4 แผ่น
- แผ่นไม้สั้น 4 แผ่น	- แผ่นไม้สั้น 4 แผ่น	- แผ่นไม้สั้น 6 แผ่น
- ตัวหนีบ 8 ตัว	- ตัวหนีบ 10 ตัว	- ตัวหนีบ 12 ตัว
- สกรู 10 ตัว	- สกรู 13 ตัว	- สกรู 15 ตัว

ถ้าช่างไม้คนหนึ่งมีแผ่นไม้ยาว 30 แผ่น แผ่นไม้สั้น 50 แผ่น ตัวหนีบ 100 ตัว และสกรู 120 ตัว ช่างไม้จะประกอบเฟอร์นิเจอร์ดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง พร้อมทั้งบอกรายละเอียดในการใช้อุปกรณ์และอุปกรณ์ที่เหลือในแต่ละวิธี โดยแต่ละวิธีจะต้องเหลืออุปกรณ์ไม่มากพอที่จะสร้างเฟอร์นิเจอร์อื่นได้อีก

- ① - ชั้นวางรองเท้า 5 ชุด, ไม้ยาว 10 แผ่น, ไม้สั้น 20 แผ่น, ตัวหนีบ 40 ตัว, สกรู 50 ตัว
- ชั้นวางเสื้อผ้า 3 ชุด, ไม้ยาว 9 แผ่น, ไม้สั้น 12 แผ่น, ตัวหนีบ 30 ตัว, สกรู 39 ตัว
- ชั้นวางหนังสือ 2 ชุด, ไม้ยาว 8 แผ่น, ไม้สั้น 12 แผ่น, ตัวหนีบ 24 ตัว, สกรู 30 ตัว
- * เหลือ ไม้ยาว 3 แผ่น, ไม้สั้น 6 แผ่น, ตัวหนีบ 6, สกรู 1
- ② - ชั้นวางรองเท้า 4 ชุด, ไม้ยาว 8 แผ่น, ไม้สั้น 16 แผ่น, ตัวหนีบ 32 ตัว, สกรู 40 ตัว
- ชั้นวางเสื้อผ้า 5 ชุด, ไม้ยาว 15 แผ่น, ไม้สั้น 20 แผ่น, ตัวหนีบ 50 ตัว, สกรู 15 ตัว
- ชั้นวางหนังสือ 1 ชุด, ไม้ยาว 4 แผ่น, ไม้สั้น 6 แผ่น, ตัวหนีบ 12 ตัว, สกรู 15 ตัว
- * เหลือ ไม้ยาว 3 แผ่น, ไม้สั้น 8 แผ่น, ตัวหนีบ 6 ตัว
- ③ - ชั้นวางรองเท้า 5 ชุด, ไม้ยาว 10 แผ่น, ไม้สั้น 20 แผ่น, ตัวหนีบ 40 ตัว, สกรู 50 ตัว
- ชั้นวางเสื้อผ้า 5 ชุด, ไม้ยาว 15 แผ่น, ไม้สั้น 20 แผ่น, ตัวหนีบ 50 ตัว, สกรู 65 ตัว
- * เหลือ ไม้ยาว 5 แผ่น, ไม้สั้น 10 แผ่น, ตัวหนีบ 10 ตัว, สกรู 5 ตัว
- ④ - ชั้นวางรองเท้า 4 ชุด, ไม้ยาว 8 แผ่น, ไม้สั้น 16 แผ่น, ตัวหนีบ 32 ตัว, สกรู 40 ตัว
- ชั้นวางเสื้อผ้า 2 ชุด, ไม้ยาว 6 แผ่น, ไม้สั้น 8 แผ่น, ตัวหนีบ 20 ตัว, สกรู 26 ตัว
- ชั้นวางหนังสือ 3 ชุด, ไม้ยาว 12 แผ่น, ไม้สั้น 18 แผ่น, ตัวหนีบ 36 ตัว, สกรู 45 ตัว
- * เหลือ ไม้ยาว 4 แผ่น, ไม้สั้น 2 แผ่น, ตัวหนีบ 12 ตัว, สกรู 9 ตัว

ภาพที่ 27 แสดงตัวอย่างผลงานนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม



ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม



ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม



ภาพที่ 30 แสดงตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรม

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรรณารถ อยู่สุข เกิดเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม พ.ศ.2529 อยู่บ้านเลขที่ ข/3 399/16 ตำบลนครนายก อำเภอเมืองนครนายก จังหวัดนครนายก 26000 สำเร็จการศึกษาปริญญาการศึกษาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปีการศึกษา 2552 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553