


ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์  
และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



นางสาวนัฐิิตา โพธิ์เพชร

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา


คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1897-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS INSTRUCTION ACTIVITY  
USING THE 4 MAT TECHNIQUE ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT  
AND CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS



Miss Nuttita Pophet

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education in Mathematics Education

Department of Secondary Education

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1897-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โดย นางสาวณัฐธิดา โพธิ์เพชร  
ภาควิชา การศึกษาคณิตศาสตร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูริย์ สินลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นงนุชิตา โพธิ์เพชร : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์  
และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (EFFECTS OF ORGANIZING  
MATHEMATICS INSTRUCTION ACTIVITY USING THE 4 MAT TECHNIQUE ON MATHEMATICS  
LEARNING ACHIEVEMENT AND CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ พริ้มพรพรรณ อุดมสิน , 108 หน้า. ISBN 974-17-1897-7

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ :

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง  
ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน  
โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลัง  
ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน  
โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร  
จำนวน 2 กลุ่ม แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน ซึ่งนักเรียนในกลุ่มทดลอง  
ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบ  
ปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบวัดความคิด-  
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่ามัธยฐานเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ 0.05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ 0.05
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ 0.05
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัด  
กิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ 0.05

ภาควิชา มัธยมศึกษา

ลายมือชื่อผู้เขียน.....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2545

# # 4483726127 MAJOR MATHEMATICS OF EDUCATION

KEY WORD : MATHEMATICS INSTRUCTION ACTIVITY USING THE 4 MAT TECHNIQUE / MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT / MATHEMATICAL CREATIVITY

NUTTITA POPHET : EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS INSTRUCTION ACTIVITY USING THE 4 MAT TECHNIQUE ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. PROMPAN UDOMSIN , 108 pp. ISBN 974-17-1897-7

The purposes of this research were :

1. to compare the mathematics learning achievements of mathayom sukka three students before and after being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique.
2. to compare the mathematics learning achievements of mathayom sukka three students between groups being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique and being taught by conventional approach.
3. to compare the mathematical creativity of mathayom sukka three students before and after being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique.
4. to compare the mathematical creativity of mathayom sukka three students between groups being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique and being taught by conventional approach.

The subjects were mathayom sukka three students in academic year 2002 in Watrachabopit School , Bangkok Metropolis. There were divided into two groups, one with 50 students in experimented group and the other with 47 students in controlled group. The experimental group was taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique and the control group was taught by conventional approach. The research instruments were the mathematics learning achievement test and the mathematical creativity test. The data were analyzed by means of arithmetic means , standard deviation and t – test

The research results were revealed that :

1. The mathematics learning achievement of mathayom sukka three students being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique after the experiment was higher than that before the experiment at 0.05 level of significance.
2. The mathematics learning achievement of mathayom sukka three students being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique was higher than that being taught by conventional approach at 0.05 level of significance.
3. The mathematics creativity of mathayom sukka three students being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique after the experiment was higher than that before the experiment at 0.05 level of significance.
4. The mathematics creativity of mathayom sukka three students being taught by organizing mathematics instruction activity using the 4 MAT technique was higher than that being taught by conventional approach at 0.05 level of significance.

Department	Secondary Education	Student's signature.....
Field of study	Mathematics Education	Advisor's signature.....
Academic year	2002	

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอิงจากรองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่ายิ่ง และได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้โอกาสในการเรียนรู้ในทุกด้านแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งท่านได้กรุณาอบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการและคุณธรรมแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์และนักเรียนโรงเรียนสายปัญญา และโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคมที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ ขอขอบพระคุณหัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ คณะครูอาจารย์และนักเรียนโรงเรียนวัดราชพิพิธ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี รวมทั้งขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนบางส่วนในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนจบการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ  
นางสาวนงนิจิตา โพธิ์เพชร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT.....	9
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้	
เทคนิค 4 MAT.....	9
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT.....	12
ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้	
เทคนิค 4 MAT.....	16
ความคิดสร้างสรรค์.....	17
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	17
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	19
กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์.....	20
ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์.....	21
การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.....	24
อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์.....	25
การวัดความคิดสร้างสรรค์.....	27

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	29
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	29
การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ เทคนิค 4 MAT.....	31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	36
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
การศึกษาค้นคว้า.....	39
การออกแบบการวิจัย.....	39
ประชากรและตัวอย่างประชากร.....	40
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	41
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	43
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	50
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	63
สรุปผลการวิจัย.....	65
อภิปรายผลการวิจัย.....	66
ข้อเสนอแนะ.....	69
รายการอ้างอิง.....	70
ภาคผนวก.....	75
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	76
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการสอน.....	78
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์...	89



สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์.....	101
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต จากการทดสอบค่าที (t – difference score).....	106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	108



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองและค่าที (t) ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน.....	59
2	แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิต (MD) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (s) ของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และค่าที (t – difference) เพื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน.....	60
3	แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง และค่าที (t) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน โดยจำแนกในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และรวมทุกองค์ประกอบ.....	61
4	แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน และค่าที (t) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และรวมทุกองค์ประกอบ.....	62
5	แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	90
6	แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง ( $R_H$ ) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ ( $R_L$ ) ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์...	91

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
7	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 4 ข้อ....	102
8	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ.....	102



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เต็มศักยภาพ ดังที่ได้บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า "ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ" ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัตินั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการ คิดค้นและสืบเสาะแสวงหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่สอดคล้องตามแนวพระราชบัญญัติ ดังที่ นูรชัย ศิริม หาสาคร (2540 : 20) ได้กล่าวไว้ว่า "การสอนในปัจจุบันสอนให้จำมากกว่าสอนให้ทำ สอนให้ เชื่อมมากกว่าสอนให้ขัดแย้ง สอนเนื้อหามากกว่าสอนกระบวนการแสวงหาความรู้ มิได้ดึงเอา ศักยภาพของนักเรียนออกมาใช้ แต่เป็นการปิดกั้นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนโดยสิ้นเชิง" การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นส่วนใหญ่เน้นการสอนแบบบรรยาย ไม่เน้นการฝึกให้ นักเรียนคิดแก้ปัญหา เน้นที่ผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ ดังที่ พิระพงษ์ กุลพิศาล (2536 : 7 – 9) ได้กล่าวไว้ว่า "การสอนโดยใช้การบรรยายเป็นหลักไม่อาจเชื่อมโยง ประสบการณ์ตรงและกระบวนการคิดแก้ปัญหาให้นักเรียนได้"

เนื่องจากความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนา ตนเองได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน และคณิตศาสตร์ก็เป็น วิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด ดังที่ วรณี โสมประยูร (2534 : 220 – 224) ได้กล่าวไว้ว่า "คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ถือเป็น วิชาที่สร้างสรรค์มนุษย์เกี่ยวกับความคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือสำคัญในการ ปลุกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบ ช่างสังเกต มีความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้เข้าใจ สิ่งต่างๆ อย่างลึกซึ้ง ตลอดจนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผล" ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2536 : 9) ได้กล่าวไว้ว่า "คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้แต่ละ บุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการ

ทำงาน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนลักษณะความเป็นผู้นำในสังคม”

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด แต่ความสามารถในการคิดจะพัฒนาได้อย่างเต็มที่ก็ต่อเมื่อผู้เรียนจะต้องฝึกคิดโดยใช้สมองทุกส่วน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดโดยใช้สมองทุกส่วนอย่างสมดุล ดังที่ ดุซงวี บริพัตร ณ อยุธยา (2538 : 1) ได้กล่าวไว้ว่า “เมื่อใดที่ครูสอนให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักใช้สมองทุกส่วนได้ตลอดเวลา เมื่อนั้นครูได้ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่” ซึ่งสอดคล้องกับ เอียร์ พานิช (2544 : 21) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “ผู้เรียนแต่ละคนจะมีความถนัดในการใช้สมองซีกใดซีกหนึ่งต่างกัน แต่ศักยภาพในการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นขึ้นอยู่กับการทำงานของสมองทั้งสองซีกอย่างสอดคล้องกัน และการทำงานของสมองจะเปลี่ยนทุกๆ 60 – 90 นาที ถ้าซีกหนึ่งทำงานดี อีกด้านหนึ่งจะจาง ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้เกิดความสมดุลของสมองทั้งสองซีก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้” และยังสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2543 : 35) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “กระบวนการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล ภายในสมองจะมีสารสุขหรือสารเอ็นโดรฟินหลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อใต้สมอง ซึมเข้าสู่กระแสโลหิตไหลเวียนไปทั่วร่างกาย เป็นผลทำให้ผู้เรียนมีความสุข อารมณ์ดี ร่าเริงเบิกบาน อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย มีจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้เกิดความมุ่งมั่นและจริยธรรมตามมา” ดังนั้น การพัฒนาสมองทั้งสองซีกให้สมดุลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งวิธีสอนแบบหนึ่งที่เน้นการสอนโดยใช้สมองสองซีกสลับกันไปมา คือ การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1997 : 46 – 51) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สามารถสรุปได้ว่า “การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการทำงานของสมองและเอื้อต่อผู้เรียนที่มีความสามารถในการรับรู้และเรียนรู้แตกต่างกัน โดยแบ่งผู้เรียนตามลักษณะการรับรู้และการเรียนรู้ออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ ผู้เรียนที่ถนัดการใช้จินตนาการ ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก และผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายซีกขวามาร่วมด้วย” ซึ่ง เอียร์ พานิช (2544 : 7) ได้กล่าวถึงสมองซีกซ้ายและซีกขวาไว้ว่า “สมองซีกซ้ายถนัดในเรื่องภาษา การฟัง ความจำ ตัวเลข การวิเคราะห์และเหตุผล การจัดลำดับ รายละเอียด และการแยกแยะ ส่วนสมองซีกขวาถนัดในเรื่องการจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ความรู้สึก มิตรสัมพันธ์ การเคลื่อนไหว และภาพรวม” ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดกิจกรรมการ

เรียนการสอนเพื่อตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างเต็มที่

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เน้นการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกัน ดังนั้น การสอนโดยวิธีนี้จะช่วยพัฒนาความสามารถในด้านต่างๆ ให้กับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ ดังที่ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541 : 23) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้และมีส่วนสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนได้รับการกระตุ้นอย่างถูกวิธีและมีปริมาณที่เหมาะสมเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง สมองซีกขวาเป็นส่วนที่มีศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ ถ้ากระบวนการเรียนรู้ได้ออกแบบและกระตุ้นให้ถูกวิธีในสมองส่วนนี้ รวมทั้งการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ก็จะเจริญเติบโตเต็มศักยภาพ” ซึ่งสอดคล้องกับ สงวน สุทธิเลิศอรุณ (2534 : 117) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในตัวเด็กและสามารถส่งเสริมให้พัฒนาได้ แต่การจะให้พัฒนาได้มากหรือน้อยแค่ไหนจะต้องขึ้นกับวิธีการส่งเสริม ถ้ามีวิธีการที่ถูกต้องก็ย่อมจะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ได้พัฒนามากขึ้น”

ความคิดสร้างสรรค์นับว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งในการที่จะนำพาให้ประเทศชาติพ้นวิกฤตการณ์ต่างๆ ได้ และพร้อมที่จะนำพาให้ประเทศเจริญก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง ดังที่ ป. มหาพันธ์ (2539 : 2) ได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นมนุษยสมบัติ ซึ่งหากมีในผู้ใดผู้นั้นย่อมมีสุนทรียธรรมคิดและกระทำในสิ่งที่มีคุณทั้งต่อตนเอง ต่อผู้อื่น และต่อสังคม ความสร้างสรรค์ของมนุษย์ทำให้โลกเจริญก้าวหน้ามาตราบนานเท่าทุกวันนี้” ซึ่งสอดคล้องกับ จำลอง ภูบัวรุ่ง (2544 : 27) ได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นคุณสมบัติที่พึงปรารถนากันในทุกหน่วยงานและสังคมเพราะผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ย่อมไม่หยุดนิ่งหรือพึงพอใจกับสภาพการทำงาน โดยที่จะพยายามหาหนทางที่ดีกว่า เหมาะสมกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่ามาประยุกต์ใช้ การที่โลกเราเจริญก้าวหน้ามาถึงยุคอวกาศ ยุคคอมพิวเตอร์ได้เช่นนี้ก็เพราะว่าเป็นผลผลิตจากผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น” นอกจากนั้นความคิดสร้างสรรค์ยังมีความสำคัญในฐานะที่เป็นมาตรฐานหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือต้องการให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสมดุลของสมองทั้งสองซีกมาใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับผู้เรียนที่แตกต่างกันและช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อผลการวิจัยที่ได้จะได้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมนวัตกรรมการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ

### สมมติฐานของการวิจัย

จากงานวิจัยของ ปณต เกิดภักดี (2544 : 46) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT ภายหลังการทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนดำเนินการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และธีรนุช นามประเทือง (2545 : 82 – 84) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 นอกจากนั้น แอปเพล (Appell, 1991) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรีและทัศนคติต่อวิชาดนตรีของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยที่เกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541 : 23) ได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้และมีส่วนสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนได้รับการกระตุ้นอย่างถูกวิธีและมีปริมาณที่เหมาะสมเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง สมองซึกขวาเป็นส่วนที่มีศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ ถ้ากระบวนการเรียนรู้ได้ออกแบบและกระตุ้นให้ถูกวิธีในสมองส่วนนี้ รวมทั้งการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ก็จะเจริญเติบโตเต็มศักยภาพ” และงานวิจัยของ นิธิตา กุศลพูน (2545 : 59 – 60) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) กับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิศึกษา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกฝนการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากแนวคิดของมิลล์ (Mills, 1984) กล่าวไว้ว่า “การสอนแบบปกตินั้นเป็นการสอนที่ไม่ยืดหยุ่น ไม่ตอบสนองให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด 4 MAT สามารถช่วยส่งเสริมในการพัฒนาสมองและอารมณ์” ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐาน การวิจัยที่เกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร
2. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และการสอนแบบปกติ
  - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
    - 2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
    - 2.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่นำรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ของผู้เรียน 4 แบบ ได้แก่ ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ ผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก และผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง กับเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้าย - ขวามาจัดเป็นขั้นตอนการเรียนการสอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมองซีกขวา ครูสร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยครูเป็นผู้สร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของนักเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมองซีกซ้าย ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอด - สมองซีกขวา ให้นักเรียนสะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง

ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ - สมองซีกซ้าย พัฒนาหลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และครูเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการหรือแนวคิดที่ได้

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติและพัฒนาแนวคิด - สมอชิงซ้าย ให้นักเรียนดำเนินการตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง โดยการทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้และได้ฝึกทักษะที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4

ขั้นที่ 6 สร้างผลงานตามความถนัด - สมอชิงขวา ให้นักเรียนต่อเติมและสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ชิ้นงานและแนวทางในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ - สมอชิงซ้าย ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์ - สมอชิงขวา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการคิดค้นความรู้ที่สลับซับซ้อนด้วยตนเอง แล้วนำมาเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

2. การสอนแบบปกติ หมายถึง การสอนตามแนวคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรคณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่เป็นผลจากการเรียนการสอนซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่คิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ปูร่องต่อผสมผสานจากความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นี้วัดได้จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แนวคิดของทอแรนซ์ (Torrance, 1962 : 34 – 38) ซึ่งสรุปว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคิดทั้ง 3 ลักษณะ โดยลักษณะที่ 1 คือ ความคล่องในการคิด เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด ลักษณะที่ 2 คือ ความยืดหยุ่นในการคิดเป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มและหลายแนวทาง และลักษณะที่ 3 คือ ความคิดริเริ่มเป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับต่อไปนี้

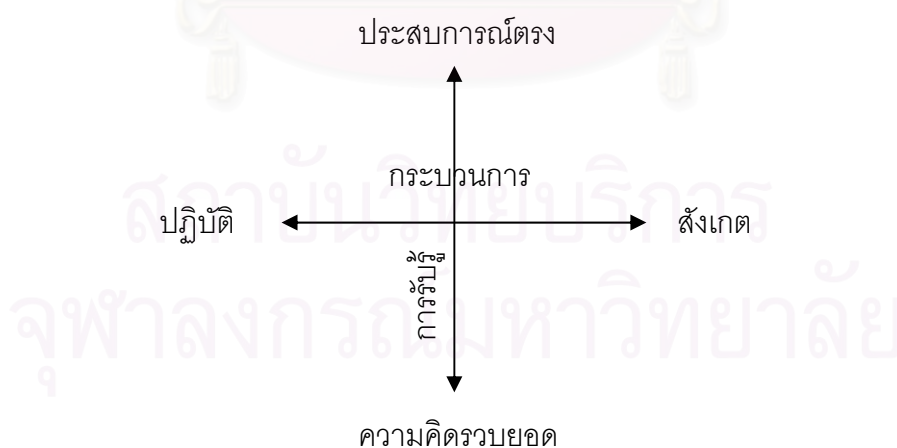
1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
  - 1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
  - 1.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
  - 1.3 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
2. ความคิดสร้างสรรค์
  - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
  - 2.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
  - 2.3 กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์
  - 2.4 ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
  - 2.5 การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์
  - 2.6 อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์
  - 2.7 การวัดความคิดสร้างสรรค์
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
    - งานวิจัยต่างประเทศ
    - งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
    - งานวิจัยต่างประเทศ
    - งานวิจัยในประเทศ

## การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

### 1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT พัฒนาขึ้นจากการค้นคว้าวิจัยของแมคคาร์ธี (McCarthy) นักการศึกษาผู้มีประสบการณ์ในการสอนนักเรียน นักศึกษาหลายระดับชั้น รวมทั้งยังเป็นนักแนะแนวและนักการศึกษาที่ตระหนักถึงความแตกต่างและความหลากหลายของสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน (กรมวิชาการ, 2542 : 64)

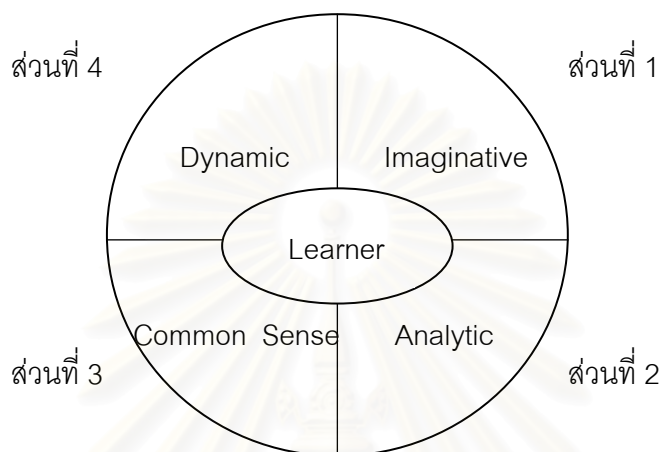
เธียร พานิช (2544 : 22 – 23) ได้กล่าวถึงความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า แมคคาร์ธีได้นำรูปแบบการเรียนรู้ของคอล์บ (Kolb) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัย Case Western Research University ซึ่งเสนอความคิดเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ไว้ โดยอธิบายว่า การเรียนรู้ประกอบด้วยสองมิติคือ การรับรู้ (perception) และกระบวนการ (processing) นั่นคือการเรียนรู้เกิดจากการที่คนเรารับรู้แล้วนำข้อมูลข่าวสารนั้นไปจัดกระบวนการเสียใหม่ตามความถนัดของตนเอง การรับรู้เกิดได้ 2 วิธีคือ จากประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (Abstract Conceptualization) ซึ่งแทนด้วยแกนตั้ง (Y) และกระบวนการเรียนรู้เกิดได้ 2 วิธีคือ จากการใช้ปฏิบัติจริง (Active Experimentation) และจากการเฝ้าสังเกต (Reflective Observation) ซึ่งจะแทนด้วยแกนนอน (X) แกนการรับรู้และแกนกระบวนการทั้งสองตัดกันทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน ดังแผนภูมิที่ 1 ต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้ของ Kolb

ที่มา : การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน (2543 : 9 - 16) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า ในปี 1980 แมคคาร์ธี ได้ประยุกต์แนวคิดดังกล่าวของคอล์บ โดยกำหนดให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วนที่เกิดจากการตัดของแกนการรับรู้กับแกนกระบวนการ แทนผู้เรียน 4 แบบ ที่มีสไตล์การรับรู้และกระบวนการจัดการสิ่งที่ได้รับรู้แตกต่างกัน ดังแผนภูมิรูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ และอธิบายไว้ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 2 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

ที่มา : วัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข

**ส่วนที่ 1 ด้านบนขวา แทนผู้เรียนแบบที่ 1 (Type One Learners)** เป็นผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมหรือผ่านประสบการณ์ตรงผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง และเรียกผู้เรียนแบบที่ 1 ว่า ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (Imaginative Learners)

**ส่วนที่ 2 ด้านล่างขวา แทนผู้เรียนแบบที่ 2 (Type Two Learners)** เป็นผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมผ่านกระบวนการจัดทำข้อมูลด้วยการคิดวิเคราะห์จนเกิดความคิดรวบยอด และเรียกผู้เรียนแบบที่ 2 ว่า ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners)

**ส่วนที่ 3 ด้านล่างซ้าย แทนผู้เรียนแบบที่ 3 (Type Three Learners)** เป็นผู้เรียนที่ชอบเรียนจากการรับรู้ความคิดรวบยอดแล้วผ่านกระบวนการลงมือทำ และเรียกผู้เรียนแบบที่ 3 ว่า ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (Common Sense Learners)

**ส่วนที่ 4 ด้านบนซ้าย แทนผู้เรียนแบบที่ 4 (Type Four Learners)** เป็นผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากการลงมือปฏิบัติจนเป็นประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม และเรียกผู้เรียนแบบที่ 4 ว่า ผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง (Dynamic Learners)

แมคคาร์ธีได้นำความคิดเรื่องบทบาทของสมองมาผนวกเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งสามารถแบ่งสมองตามหน้าที่เป็นสองซีกคือสมองซีกซ้าย – ซีกขวา ดังที่ สมคักดี ภูวิภาดาวรรณ (2537 : 130) ดุษฎี บริพัตร (2538 : 25) และเจียร พานิช (2544 : 20) ได้กล่าวถึงทักษะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถพิเศษของสมองแต่ละซีกไว้ดังนี้

### สมองซีกซ้าย

- การคิดที่มีรายละเอียด การเรียงลำดับเหตุการณ์
- การวิเคราะห์และเหตุผล
- การมองเห็นรายละเอียดและข้อเท็จจริง
- ตรรกะ / คณิตศาสตร์ ความจำ ตัวเลข
- การทำตามคำสั่ง

### สมองซีกขวา

- การระลึกได้ทั้งที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้าและทันที่ทันควัน
- อารมณ์ ความรู้สึก
- การรับรู้สิ่งต่างๆ การมองเห็นภาพรวม
- ดนตรี การขับร้อง ความคิดสร้างสรรค์
- ประสาทสัมผัส
- การถ่ายทอดทางศิลปะ

เมื่อนำความรู้เกี่ยวกับสมองมาผนวกเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้สามารถอธิบายลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ได้ดังนี้

*การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 1* เกิดจากการรับรู้ประสบการณ์ด้วยความรู้สึก และผ่านกระบวนการเห็นอย่างไตร่ตรอง (Reflective Watching) สมองซีกขวาของเขาจะค้นหาความหมายเฉพาะตัวเขา หรือทำความเข้าใจในแง่มุมมองของเขา (Personal Meaning) จากเรื่องที่ต้องการเรียนและสมองซีกซ้ายจะสร้างความเข้าใจเรื่องนั้นด้วยการวิเคราะห์ในรายละเอียด คำถามนำทางในเรื่องนี้คือ “ทำไม” ผู้เรียนจะต้องค้นหาคำตอบในแง่มุมมองของตนเอง ต้องเข้าใจว่าการเรียนรู้นั้นมีผลกระทบต่อตนเอง เรื่องที่เรียนเกี่ยวข้องกับชีวิต ความรู้สึก และความคิดเห็นของตนเองอย่างไร

*การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 2* เกิดจากการรับรู้ด้วยการรับรู้ความคิดรวบยอด (Concept) และผ่านกระบวนการของการดู การเห็น หรือการรับรู้ข้อมูลอย่างไตร่ตรอง คำถามนำทางคือ “อะไร” สมองซีกขวาของเขาจะทำหน้าที่ค้นหาประสบการณ์ใหม่ที่บูรณาการเข้ากับสิ่งที่จะมุ่งหาข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อช่วยในการสร้างความคิดรวบยอดหรือข้อสรุปที่เป็นหลักการ เป็นทฤษฎี ความถูกต้องแน่นอน ความละเอียดถี่ถ้วนของความรู้ และข้อมูลที่ได้รับการยืนยันแล้วจากผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญคือประเด็นที่ผู้เรียนแบบที่ 2 ให้ความสำคัญ

*การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 3* เกิดจากการรับรู้ความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นนามธรรมเช่นกัน แต่กลับไปผ่านกระบวนการของการลงมือกระทำ คำถามนำทางของการเรียนแบบนี้คือ “ทำอย่างไร” จึงนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้ (How dose it work?) สมองซีกขวาของเขา

จะพยายามค้นหาหนทางการประยุกต์ที่เป็นเฉพาะของตน ส่วนสมองซีกซ้ายจะค้นหาหนทางทำงานที่เป็นลักษณะของคนอื่นๆ คือดูว่าคนอื่นเขาจะทำงานนั้นอย่างไร ซึ่งอาจจะต้องศึกษารายละเอียดหรือขั้นตอนการทำงานตามแนวของผู้อื่นเพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นแนวทางเฉพาะตนเองต่อไป

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 4 เกิดจากการรับรู้ด้วยการมีความรู้สึกต่อประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านกระบวนการลงมือกระทำ คำถามนำทางคือ “ถ้า” สมองซีกขวาจะค้นหาแนวทางการขยายผลจากการเรียนรู้ และซีกซ้ายจะวิเคราะห์ถึงความสำคัญและความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ผู้เรียนแบบที่ 4 นี้ ประสงค์ที่จะค้นหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสรรพสิ่งและนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริง มีความกระตือรือร้นที่จะสังเคราะห์ความรู้ และทักษะจากการเรียนในแงุ่มที่ตนเองได้ค้นพบเข้ากับสถานการณ์อื่นๆ ของตนเอง ถึงแม้ว่าการกระทำอย่างนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

## 2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน (2543 : 13 - 14) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งสร้างขึ้นโดยใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการเรียนรู้ พื้นที่ของวงกลมถูกแบ่งออกโดยเส้นแห่งการเรียนรู้ และเส้นแห่งกระบวนการจัดข้อมูลรับรู้เป็น 4 ส่วน ดังแผนภูมิวัฏจักรของการเรียนรู้ ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้



แผนภูมิที่ 3 วัฏจักรของการเรียนรู้

ที่มา : วัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) การจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะเก่ง ดี มีสุข

จากแผนภูมิวัฏจักรของการเรียนรู้ที่เป็นวงกลม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ให้แต่ละส่วน แทนกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ลักษณะ โดยนิยามว่า

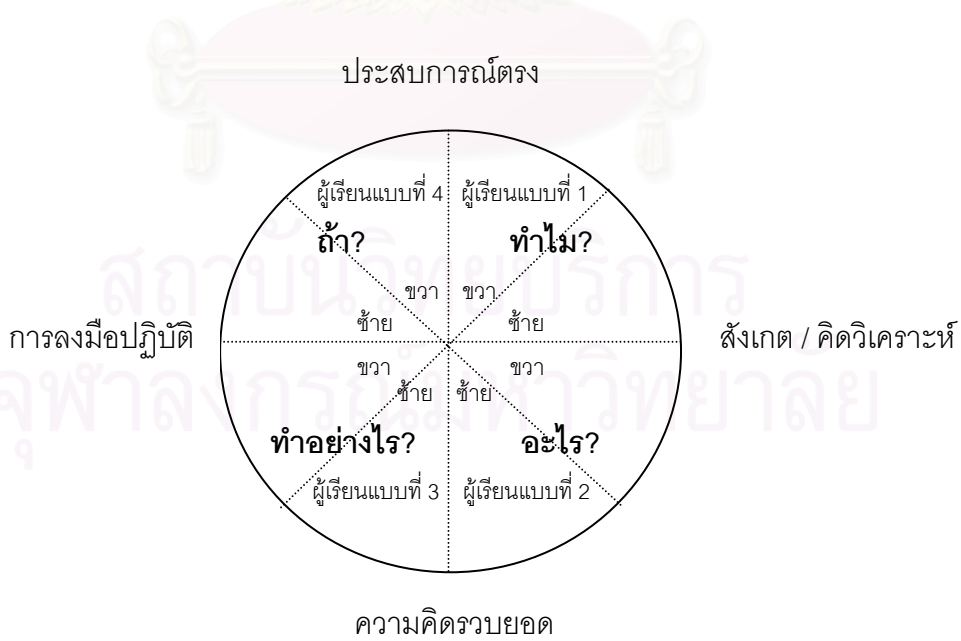
ส่วนที่ 1 คือ การบูรณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตน (Integrating Experience with the Self) ใช้คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรม คือ “ทำไม” (Why?)

ส่วนที่ 2 คือ การสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formulation) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรม คือ “อะไร” (What?)

ส่วนที่ 3 คือ การปฏิบัติและเรียนรู้ตามลักษณะเฉพาะตัว (Practice and Personalization) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรม คือ “ทำอย่างไร” (How does it work?)

ส่วนที่ 4 คือ การบูรณาการการประยุกต์กับประสบการณ์ของตน (Integrating Application and Experience) คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรม คือ “ถ้า” (If?)

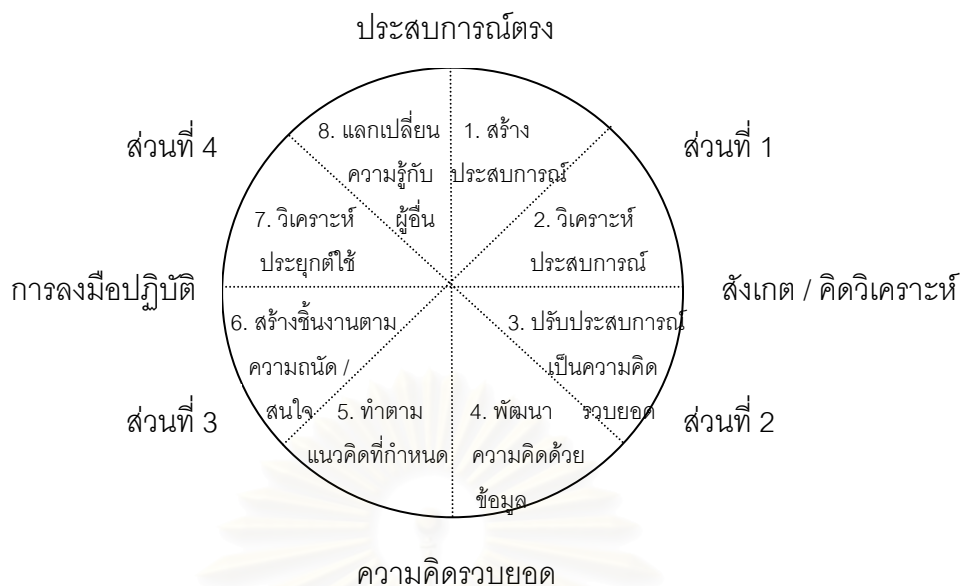
ไผท สิทธิสุนทร (2543 : 21 – 22) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า แมคคาร์ธีได้เสนอแนวทางการพัฒนางจรการสอนให้เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยกำหนดวิธีการใช้เทคนิคพัฒนาสมองซีกซ้ายซีกขวา กล่าวคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะหมุนวนตามเข็มนาฬิกาไปจนครบทั้ง 4 ช่วง 4 แบบ (Why – What – How – If) และแต่ละช่วงแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมองทั้งซีกซ้ายและขวาสลับกันไป ดังนั้นขั้นตอนการเรียนรู้จะมีทั้งสิ้น 8 ขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 4 การแบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ชั้น ตามบทบาทของสมองซีกซ้ายและซีกขวา และแผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการเรียนรู้ และได้อธิบายไว้สรุปได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 4 การแบ่งขั้นตอนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ชั้น ตามบทบาทของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา : วารสารสานปฏิรูป





แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการเรียนรู้

ที่มา : วารสารสานปฏิรูป

ส่วนที่ 1 ด้านบนขวา ซึ่งผู้เรียนแบบที่ 1 คือผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ตรง ผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง จะมีความถนัดในการเรียนการสอน ในส่วนนี้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ชั้น คือ

**ชั้นที่ 1** สร้างประสบการณ์ (กระตุ้นสมองซีกขวา) ชั้นนี้เป็นการสร้าง ประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมอง ซีกขวา โดยครูสร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างเป็นความหมายเฉพาะของตนเอง

**ชั้นที่ 2** วิเคราะห์ประสบการณ์ (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ชั้นนี้เป็นการวิเคราะห์ ไตร่ตรองประสบการณ์ การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายโดยครูให้ นักเรียนคิดไตร่ตรอง วิเคราะห์ประสบการณ์จำลองจากกิจกรรมในชั้นที่ 1

ในส่วนที่ 1 นี้ ครูต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ และกระตือรือร้นในการ หาประสบการณ์ใหม่อย่างมีเหตุผล และแสวงหาความหมายด้วยตนเอง ฉะนั้น ครูต้องใช้ความ พยายามสรรหากิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว

ส่วนที่ 2 ด้านล่างขวา ซึ่งผู้เรียนแบบที่ 2 คือผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้จากประสบการณ์ ที่เป็นนามธรรมผ่านกระบวนการจัดกระทำข้อมูลด้วยการคิดวิเคราะห์จนเกิดความคิดรวบยอด จะมีความถนัดในการเรียนการสอนในส่วนนี้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ชั้น คือ

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (กระตุ้นสมองซีกขวา) ขั้นนี้เป็นการสะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง เช่น การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งถึงแนวคิดของการใช้อักษรตัวใหญ่ในภาษาอังกฤษ ครูต้องหาวิธีอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนว่าอักษรตัวใหญ่ที่ใช้นำหน้าคำนามในภาษาอังกฤษ เพื่อเน้นถึงความสำคัญของคำนั้นๆ อาจยกตัวอย่างชื่อคน ชื่อเมือง หรือชื่อประเทศ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดด้วยข้อมูล (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ขั้นนี้เป็นการพัฒนาทฤษฎีและแนวคิด การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และไตร่ตรองแนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวคิดนั้นๆ ต่อไป พยายามสร้างกิจกรรมกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

ในส่วนที่ 2 ครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คิด เพื่อให้นักเรียนที่ชอบเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติจริง สามารถปรับประสบการณ์และความรู้สร้างเป็นความคิดรวบยอดในเชิงนามธรรม โดยฝึกให้นักเรียนคิดพิจารณาไตร่ตรองความรู้ที่เกี่ยวข้อง ในช่วงนี้เป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ความรู้โดยการคิดและฝึกทักษะในการค้นคว้าหาความรู้

ส่วนที่ 3 ด้านล่างซ้าย ซึ่งผู้เรียนแบบที่ 3 คือ ผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้ความคิดรวบยอดแล้วผ่านกระบวนการลงมือทำ จะมีความถนัดในการเรียนการสอนในส่วนนี้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้น คือ

ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิดที่กำหนด (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้ายเช่นเดียวกับขั้นที่ 4 นักเรียนเรียนรู้จากการใช้สามัญสำนึกซึ่งได้จากแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำมาสร้างเป็นประสบการณ์ตรง เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการกระทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้ และได้ฝึกทักษะที่ได้เรียนรู้มาจากช่วงที่ 2

ขั้นที่ 6 สร้างชิ้นงานตามความถนัด (กระตุ้นสมองซีกขวา) ขั้นนี้เป็นการต่อเติมเสริมแต่งและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ในส่วนที่ 3 ครูมีบทบาทเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผน กิจกรรมการเรียนรู้

ส่วนที่ 4 ด้านบนซ้าย ซึ่งผู้เรียนแบบที่ 4 คือผู้เรียนที่ถนัดการรับรู้จากการลงมือปฏิบัติ จนเป็นประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม จะมีความถนัดในการเรียนการสอนในส่วนนี้ ซึ่ง ประกอบด้วย 2 ชั้น คือ

ชั้นที่ 7 วิเคราะห์ประยุกต์ใช้ (กระตุ้นสมองซีกซ้าย) ชั้นนี้เป็นการวิเคราะห์ แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกซ้าย นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วมา ประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์โดยนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์และเลือกทำกิจกรรมอย่างหลากหลาย

ชั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น (กระตุ้นสมองซีกขวา) ชั้นนี้เป็นการลงมือ ปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนคิดค้นความรู้ด้วยตนเองอย่างสลับซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นความคิดที่สร้างสรรค์ จากนั้นนำมาเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ในส่วนที่ 4 ครูมีบทบาทเป็นผู้ประเมินผลงานของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนคิด สร้างสรรค์ผลงานใหม่ๆ

### 3. ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้เรียน และผู้สอน ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ เทคนิค 4 MAT ไว้ดังต่อไปนี้

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 31 - 37) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียน การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ว่าช่วยทำให้เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับ นักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเพราะการได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ และเกิดการยอมรับซึ่งกัน และกัน

คุชเนอร์ โพลิตซ์ (2542 : 62) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิค 4 MAT ว่าเป็นวิธีสอนที่ไม่ยาก ผู้เรียนสนุกสนานและช่วยในการสังเกตพฤติกรรม

เพื่อสำรวจดูว่าเด็กคนไหนตอบสนองการเรียนแบบใดมากที่สุด ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ว่าเด็กน่าจะมีศักยภาพทางการเรียนรู้ลักษณะใด

กิตติคม คาวีรัตน์ (2543 : 34) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข ทำให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้มีศักยภาพของตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้ เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ร่วมใจ มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีสื่อที่ทันสมัย และมีการประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

ไพฑูริ ลิขิตสุนทร (2543 : 23) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ว่าทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ที่สนุกสนานเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องไม่รู้จักจบ

จากประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสนุกสนาน และได้สนองตอบความถนัดและความต้องการของผู้เรียนทุกรูปแบบ

## ความคิดสร้างสรรค์

### 1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ที่มีคุณค่า มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้มองเห็นคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์และได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ในแง่มุมต่างๆ ดังนี้

ทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 16) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของความรู้สึกรื้อสักรื้อปัญหา หรือสิ่งที่ขาดหายไป หรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกัน แล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ อันเป็นแนวทางค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

ออสบอร์น (Osborn, 1963 : 14) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ซึ่งเป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหายุ่งยากที่มนุษย์ประสบอยู่ ซึ่งความคิดจินตนาการเป็นลักษณะ

สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ซึ่งจะนำไปสู่การประดิษฐ์ คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่ แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตที่สร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการที่ควบคู่ไปกับความอุตสาหะพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จลงได้

วอลลาซ และ โคแกน (Wallach and Kogan, 1965 : 34) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดสิ่งที่ต่อเนื่องสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เรียกว่า ความคิดโยงสัมพันธ์ คือเมื่อระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สิ่งนั้นจะเป็นสะพานช่วยเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันต่อไปได้เรื่อยๆ ยิ่งคิดเชื่อมโยงได้มากเพียงไรก็ยิ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้มากเพียงนั้น

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 61) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิด ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย

เจมส์ และ เชลแลฟ (Jame and Shelagh, 1994 : 319) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในใจ ซึ่งนำไปสู่การสร้างความคิดและผลผลิตที่แปลกใหม่ โดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิม

เอ็ดเวิร์ด และ โมนิก้า (Edward and Monika, 1995 : 29) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ การแสดงออกถึงจินตนาการและความเป็นไปได้ในการสร้างสิ่งแปลกใหม่ และเชื่อมโยงกันอย่างมีความหมายกับความคิด บุคคล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลลัพธ์ของกระบวนการนี้ในการผลิตและประยุกต์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และการถ่ายทอดความคิดระหว่างวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน

สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ (2537 : 2) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนยากแก่การให้คำจำกัดความ ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่า ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงกระบวนการ กระบวนการคิดสร้างสรรค์ คือ การเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งของหรือความคิดที่มีความแตกต่างกันมากเข้าด้วยกัน ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์เชิงบุคคล บุคคลนั้นต้องเป็นคนที่มีความแปลก เป็นตัวของตัวเอง (Originality) เป็นผู้ที่มีความคิด

คล่อง (Fluency) มีความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และสามารถให้รายละเอียดในความคิดนั้นๆ ได้ (Elaboration)

อารี พันธุ์มณี (2540 : 6) กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอนกนัยอันนำไปสู่การคิด ค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ปูร่องต่างจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ”

ยุดา รักไทย (2542 : 13) กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถคิดหาคำตอบใหม่ๆ หรือมีคำตอบมากมายให้กับแต่ละปัญหา รวมถึงความสามารถของคนในการที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ๆ อันรวมถึงความคิด ทฤษฎี และผลผลิตที่จับต้องได้ โดยจะต้องเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยชาติ ยิ่งวงกว้างเท่าใดก็ยิ่งดี”

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544 : 16) กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การใช้ความคิดเชิงประยุกต์จากความคิดทั่วไป เพื่อให้ได้ผลงานใหม่ที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่คิดนั้น”

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองของมนุษย์ที่สามารถคิดได้หลากหลายและรวมถึงการดึงประสบการณ์เดิมออกมา แล้วนำมารวบรวมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะที่ซับซ้อนของมนุษย์ เป็นความสามารถทางสมองที่ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้อธิบายลักษณะที่บุคคลแสดงออกมาจัดเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีนักจิตวิทยาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 145 – 151) ได้อธิบายไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1) ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด
- 2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่าง จากความคิดธรรมดา เกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียด เพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1973 : 91 – 95) ได้สนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนในองค์ประกอบดังนี้

1) ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะ เป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อ ปัญหาได้หลากหลาย คิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิด ประโยชน์ได้หลายด้าน

3) ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจาก ความคิดเดิมหรือความคิดแตกต่างไปจากคนอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มี ความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาทั้ง 2 คน ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่าความคิด สร้างสรรค์มีองค์ประกอบที่เหมือนกัน 3 ลักษณะคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่น ในการคิด และความคิดริเริ่ม

### 3. กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของมนุษย์ เป็นพฤติกรรมที่มีเป้าหมาย มีพัฒนาการที่ดำเนินไปอย่างเป็นขั้นตอน การที่บุคคลจะกระทำการหรือแสดงพฤติกรรมอย่างใด อย่างหนึ่งเพื่อให้บรรลุผลงานที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะต้องผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอน ซึ่งมี นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962 : 47 ) ได้แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) การค้นหาความจริง (Fact finding) เป็นการพิจารณาคำตอบอันเกิดจากความสับสนวุ่นวายภายในใจ

2) การค้นพบปัญหา (Problem finding) เป็นการเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้น หรือ มองเห็นปัญหา

- 3) การหาสมมติฐาน (Idea finding) เป็นการรวบรวมความคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น
- 4) การค้นพบคำตอบ (Solution finding) การค้นพบคำตอบโดยการทดสอบสมมติฐาน
- 5) การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance – finding) การยอมรับคำตอบจากการพิสูจน์เพื่อการแก้ปัญหา

ป.มหาพันธ์ (2539 : 21 – 24) กล่าวถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า การแสดงพฤติกรรมที่สร้างสรรค์จะต้องผ่านกระบวนการที่เป็นขั้นตอนตามลำดับ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระยะดังต่อไปนี้

- 1) ระยะเวลาฟักตัว เป็นระยะที่ทำกรรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
- 2) ระยะเวลาพัฒนา เป็นระยะที่ความรู้ ความคิด และข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมไว้เริ่มมีความประสมกลมกลืนกันอย่างเข้ารูปเข้ารอย ซึ่งระยะนี้บุคคลจะต้องใช้ความคิดอย่างหนัก คิดหาวิธีที่จะทำให้ข้อมูลนั้นๆ เป็นประโยชน์หรือนำไปใช้ได้
- 3) ระยะเวลาเกิดความรู้ เป็นระยะที่บุคคลมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่อย่างชัดเจน ปรุโปร่งทุกแง่มุม
- 4) ระยะเวลาปรับปรุง เป็นระยะหลังจากที่เกิดความรู้แล้ว และได้นำความรู้นั้นไปทดลอง แก้ไขให้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจของทั้งตนเองและผู้อื่น

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ระยะเวลาฟักตัวหรือการค้นหาความจริง ระยะเวลาพัฒนาหรือการค้นพบปัญหา การหาสมมติฐาน ระยะเวลาเกิดความรู้หรือการค้นพบคำตอบ และระยะเวลาปรับปรุงหรือการยอมรับผลจากการค้นพบ

#### 4. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกมา ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

สวอน สุทธิเลิศอรุณ (2534 : 116 – 117) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้



- 1) มีความสามารถในการคิดและพลิกแพลงแก้ปัญหาต่างๆ ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี
- 2) ไม่ชอบทำตามผู้อื่นโดยไม่มีเหตุผล
- 3) มีความพยายามเอาใจจดจ่ออยู่กับงานมาก และมีความอดทนอย่างทรหด
- 4) เป็นผู้ไม่ยอมเลิกล้มความตั้งใจง่ายๆ
- 5) มีความคิดคำนึงสูง
- 6) มีลักษณะขี้เล่น รื่นเริง
- 7) เป็นคนชอบรับประสบการณ์ต่างๆ โดยไม่หลีกเลี่ยงหนี
- 8) มีความเชื่อมั่นในตนเองอย่างยิ่ง
- 9) มีความเป็นอิสระ
- 10) ยอมรับและสนใจในสิ่งแปลกๆ
- 11) มีความคิดในลักษณะยืดหยุ่น
- 12) มีความซับซ้อนในการรับรู้
- 13) ไม่ค่อยจะทำตามแบบแผน
- 14) ชอบอยู่คนเดียวมากกว่ารวมกลุ่ม
- 15) ความคิดเป็นของตัวเองโดยเฉพาะ
- 16) การทำสิ่งต่างๆ จะไม่พะวงอยู่เฉพาะสิ่งหนึ่งสิ่งใดในทิศทางเดียว
- 17) ไม่ยึดมั่น (Dogmatism) ในสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกินไป

สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ (2537 : 22 – 23) กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิด-  
สร้างสรรค์ ดังนี้

- 1) ความเป็นตัวของตัวเองไม่กังวลต่อความคิดของกลุ่มและไม่ทำตาม  
อย่างกลุ่ม
- 2) มีความแน่วแน่ในการถ่ายทอดความรู้สึกหรือความเห็นของตนออกมาให้  
คนอื่นรับรู้ โดยไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ตอบแทน
- 3) มีใจเปิดกว้าง ไม่สรุปสิ่งใดง่ายๆ มักไม่เห็นว่ามีสิ่งใดผิด – ถูก มักมองดู  
ทุกสิ่งอย่างลึกๆ ดูถึงความหมายส่วนลึก และมีจินตนาการกว้างไกล

อารี พันธุ์ณี (2540 : 71 – 72) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์  
ไว้ว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) อยากรู้อยากเห็น มีความกระหายใคร่รู้
- 2) ชอบเสาะแสวงหา สืบค้น ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง
- 3) ชอบซักถาม และถามคำถามแปลกๆ

- 4) ช่างสงสัย เป็นเด็กที่มีความรู้สึกแปลกประหลาดใจในสิ่งที่พบเห็นเสมอ
- 5) ช่างสังเกต มองเห็นลักษณะที่แปลก ผิดปกติ หรือช่องว่างที่ขาดหายไปได้ง่ายและเร็ว
- 6) ชอบแสดงออกมากกว่าจะเก็บกด ถ้าสงสัยสิ่งใดก็จะถามหรือพยายามหาคำตอบโดยไม่รีรอ
- 7) อารมณ์ขัน มองสิ่งต่างๆ ในแง่มุมที่แปลก และสร้างอารมณ์ขันอยู่เสมอ
- 8) มีสมาธิในสิ่งที่ตนสนใจ
- 9) สนุกสนานกับการใช้ความคิด
- 10) สนใจสิ่งต่างๆ อย่างกว้างขวาง
- 11) มีความเป็นตัวของตัวเอง

ยูดา รักไทย (2542 : 14 – 15) ได้รวบรวมแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ดังนี้

- 1) มีความสนใจใคร่รู้ในเรื่องรอบตัวต่างๆ
- 2) มีความกระตือรือร้น และทำงานเชิงรุก (Proactive)
- 3) มีความคิดอิสระ มั่นใจในตัวเอง
- 4) ชอบการเรียนรู้ แสวงหา และทดลองสิ่งใหม่ๆ
- 5) ไวต่อปัญหาทั้งในด้านการป้องกันและการแก้ไข
- 6) มีจินตนาการและมีวิสัยทัศน์ส่วนตัว
- 7) มีความยืดหยุ่นทั้งในด้านการคิดและการกระทำ
- 8) มีโลกทัศน์ที่กว้างไกล
- 9) มีความมุ่งมั่น อดทน
- 10) รู้จักใช้วิจารณ์ญาณ ไตร่ตรอง คาดการณ์ได้อย่างละเอียด รอบคอบ
- 11) กล้าตัดสินใจ
- 12) มีอารมณ์ขัน

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544 : 16) กล่าวถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ บุคคลที่สามารถใช้ความคิดเชิงประจักษ์จากความคิดทั่วไปเพื่อให้ได้ผลงานใหม่ที่หลากหลาย แหวกแนว แต่เป็นประโยชน์ โดยไม่ยึดติดกับกรอบความคิด ซึ่งตรงกับหลักพระพุทธรศาสนาที่เรียกว่า โยนิโสมนสิการ ซึ่งหมายถึง การรู้จักคิด คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล คิดในทางที่จะเข้าถึงความเจริญของสิ่งทั้งหลาย คิดในทางที่ทำให้รู้จักใช้สิ่งทั้งหลายให้เป็นประโยชน์ ผู้ที่ใช้วิธีการนี้จะสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

จำลอง ภูบ่ารุง (2544 : 28) ได้กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

- 1) เป็นคนอยากรู้ อยากเห็น ตื่นตัวที่จะรับรู้อยู่ตลอดเวลา
- 2) เป็นคนอยากทำงานแปลกๆ ใหม่ๆ
- 3) เป็นคนที่พอใจและศรัทธาที่จะทำงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน
- 4) มีความสนุกกับการแก้ปัญหา
- 5) อุทิศเวลาและเสียสละเพื่องาน
- 6) มีความคิดยืดหยุ่นได้
- 7) มีความสนใจและสนใจเมื่อพบเห็นของใหม่ๆ
- 8) มีสมาธิดี
- 9) ยอมรับสิ่งที่ไม่แน่นอนและสิ่งที่เป็นข้อขัดแย้ง
- 10) ไม่ชอบทำอะไรผิดระเบียบหรือกฎเกณฑ์
- 11) เป็นคนมีอารมณ์ขัน
- 12) ชอบถ่อมตน และยกย่องผู้อื่นเสมอ

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ สามารถคิดได้หลายแนวทาง มีความคิดที่เป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองและไม่ยอมทำตามผู้อื่นอย่างไม่มีเหตุผล

### 5. การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่อยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถส่งเสริมและพัฒนาได้ ดังที่ จำลอง ภูบ่ารุง (2544 : 27) กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์นั้นสามารถสอนกันได้แนะนำกันได้ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาจะต้องมีความตระหนักรู้ถึงความสำคัญ ในอันที่จะช่วยกันสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งเป็นวัยที่มีระดับความคิดสร้างสรรค์สูง” นอกจากนี้ยังมี นักการศึกษาที่ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

เจมส์ และ เชลแลฟ (Jame and Shelagh, 1994 : 343 - 344) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

- 1) จัดหลักสูตรโดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในทัศนมากกว่าการเรียนรู้นิ่งเฉย และครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยการ
- 2) มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ปรีกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ
- 3) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนการสอน

4) กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหามากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย

5) ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีการสอน

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 257 – 258) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงในการส่งเสริมความคิด-สร้างสรรค์ของนักเรียนสรุปได้ดังนี้

- 1) ไม่จำกัดรูปแบบจนเกินไป ปล่อยให้คิดอย่างอิสระจะเกิดความคิด-สร้างสรรค์
- 2) ให้ออกาสนักเรียนแสดงความคิดเห็น ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ
- 3) ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม ถึงแม้จะไม่ตรงประเด็น
- 4) ครูไม่ควรดูถูกความคิดของนักเรียน
- 5) ไม่ควรมีกฎและระเบียบเข้มงวดจนเกินไป
- 6) ไม่ควรสร้างบรรยากาศให้เกิดความหวาดกลัว
- 7) หลีกเลี่ยงการลงโทษ
- 8) ครูควรสร้างแรงจูงใจ (Motivation)
- 9) ครูควรเสริมพลังใจ (Reinforcement)
- 10) ครูควรจัดกิจกรรมเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และควรสร้างบรรยากาศที่เป็นมิตรในห้องเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความผ่อนคลายและสามารถคิดได้อย่างอิสระ

## 6. อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์

บุคคลทุกคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์เหมือนกัน แต่สาเหตุที่ทำให้หลายคนมองตนเองหรือถูกมองว่าไม่มีความคิดสร้างสรรค์ นั้นเป็นเพราะกระบวนการเหล่านั้นถูกขัดขวางด้วยอุปสรรคต่างๆ ซึ่งได้มีนักการศึกษากล่าวถึงอุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

อารี พันธุ์ณี (2540 : 129 – 135) กล่าวถึง อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า อุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง สิ่งกีดขวางหรือสกัดกั้นไม่ให้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนา ซึ่งอุปสรรคในการคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

- 1) การไม่ชอบให้ซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและไม่สนับสนุนให้เด็กเป็นคนช่างซักถามหรือยับยั้งการถามและรู้สึกรำคาญ และไม่พอใจกับการที่เด็กซักถามบ่อยๆ ซึ่งการกระทำดังกล่าวนอกจากจะไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แล้ว ยังเป็นการยับยั้ง ลิดรอน และขจัดความอยากรู้อยากเห็นของเด็กให้หมดไป
- 2) การเอาอย่างกันหรือการทำตามอย่างกัน หมายถึง การกระทำที่ชอบเอาอย่างกัน คิดตามกัน คิดในสิ่งที่เคยมี เลียนแบบของเดิม ซึ่งการกระทำในสิ่งที่เหมือนเดิมจะไม่ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือความคิดสร้างสรรค์ขึ้น
- 3) วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว หมายถึง การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป เมื่อมีการทำอะไรแล้วก็ต้องการให้เกิดความสำเร็จเพียงอย่างเดียว ความล้มเหลวเป็นสิ่งที่ไม่ยอมรับและน่าอับอาย ซึ่งความจริงแล้วความไม่สำเร็จหรือข้อบกพร่องควรจะได้นำมาศึกษาและถือเป็นบทเรียน
- 4) บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจังมากเกินไป หมายถึง การกระทำและความคิดทุกอย่างจะต้องอยู่ในระเบียบแบบแผนอย่างเคร่งเครียด ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้จะทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว และไม่กล้าคิดสร้างสรรค์
- 5) ความกลัว หมายถึง ความไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดง และไม่กล้าทำอะไรใหม่ เพราะกลัวการหัวเราะเยาะ กลัวการถูกตำหนิติเตียน จึงทำให้ไม่มีการแสดงความคิดใหม่ๆ ดังนั้นความกลัวจึงเป็นตัวบั่นทอนความคิดสร้างสรรค์อย่างยิ่ง
- 6) ความเคยชิน หมายถึง การยอมรับหรือการติดอยู่กับรูปแบบหรือการกระทำเดิมที่เคยทำเป็นประจำ ดังนั้น ความเคยชินจึงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสิ่งใหม่ๆ
- 7) ความมีอคติหรือความลำเอียง หมายถึง ความเชื่อและคิดตามทัศนคติของตนเองลำเอียงและยึดมั่นกับความเข้าใจของตน โดยไม่ยอมรับรู้สิ่งใหม่ ทำให้เกิดทัศนคติที่คับแคบ ไม่ยอมเชื่อถือแนวทางอื่นๆ ที่เป็นไปได้
- 8) ความเฉื่อยชา หมายถึง ความอืดอาด เชื่องช้า และความล่าช้าในการริเริ่มทั้งความคิดและการกระทำ ทำให้ขาดแรงกระตุ้นที่จะผลักดันให้ทำสิ่งใหม่ๆ
- 9) ความเกียจคร้าน หมายถึง ลักษณะการทำงานอย่างไม่เต็มที่ ไม่เต็มความสามารถ และหมายรวมถึง การหลบหลีก ไม่รับผิดชอบ และไม่หวังในผลงานที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งความเกียจคร้านเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อความคิดสร้างสรรค์

## 7. การวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่ซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ยกต่อการวัด แต่อย่างไรก็ตามได้มีนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ครอปเพลย์ (Cropley, 2000 : 72 – 79) ได้กล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ว่ามีวิธีการที่หลากหลาย แต่แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่ยอมรับคือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ซึ่งเป็นผู้ริเริ่มสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยยึดทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญา โดยแบบวัดที่กิลฟอร์ดได้สร้างขึ้นนั้นเน้นที่การวัดการคิดแบบอนุกรม การให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นยึดเกณฑ์ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่มของการตอบ ต่อมาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดได้รับการพัฒนามาโดยตลอด และทอแรนซ์ก็ได้นำกรอบการคิดของกิลฟอร์ดมาพัฒนา ซึ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ ได้แก่ ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

คาลลาฮาน (Callahan, 1991 อ้างใน ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร, 2542 : 32) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ดังนี้

- 1) ไม่มีเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นใดที่สมบูรณ์ในตัวเอง และสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในภาพรวมได้ทั้งหมด แต่เครื่องมือหนึ่งๆ สามารถวัดได้เพียงส่วนหนึ่งของทักษะที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น
- 2) ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อพฤติกรรมของมนุษย์ ควรนำเครื่องมือวัดมาใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะความถูกต้องของการนิยามความหมาย และการแบ่งมิติของความคิดสร้างสรรค์
- 3) ควรวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลายๆ ชนิด อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบ หรือการปฏิบัติ และจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และความต้องการของผู้ที่จะศึกษา
- 4) ในการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปต้องระมัดระวังในเรื่องของเงื่อนไขของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย
- 5) ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการหาความตรงของแบบทดสอบ

- 6) ไม่ควรนำเอาคะแนนจากแบบทดสอบหลายๆ แบบมาสรุปรวมกัน หรืออธิบายเป็นภาพรวมของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนคนนั้น แต่ควรพิจารณาเป็นด้านๆ ไป
- 7) ควรมีฐานข้อมูลของโรงเรียนเพื่อเก็บสถิติการทดสอบในการจำแนกนักเรียน
- 8) เครื่องมือที่นำมาใช้วัดควรได้รับการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อการนำมาใช้ อย่างเหมาะสม โดยปราศจากความลำเอียงในด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติ เพศ หรือสภาพทาง เศรษฐกิจ
- 9) อย่าละเลยต่อการจำแนกลักษณะหรือองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ที่ได้สร้างข้อตกลงไว้ และพยายามทำให้ข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ด้วยการหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายทาง

ข้อคิดเห็นดังกล่าวเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครู และผู้ที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาหา เครื่องมือมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ถูกต้องแม่นยำ และเหมาะสมตามสภาพ ความเป็นจริงของผู้เรียนได้มากที่สุด

อารี พันธุ์ณี (2537 : 184 – 185) กล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุป ได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์จะทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก และเป็นข้อมูล ให้สามารถจัดโปรแกรมการเรียนการสอนและกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของเด็กให้สูงขึ้น และสามารถสกัดกั้นอุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วย สำหรับวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิง สร้างสรรค์
2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการ ถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่ กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ
3. รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจาก ภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี
4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความ จากหัวข้อที่กำหนด และการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งนักจิตวิทยามีความเห็น สอดคล้องกันว่า เด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่ง หรือเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ เด็กมีความสนใจในการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงาน ศิลปะ จากการศึกษาประวัติของบุคคลสำคัญ นักประดิษฐ์ นักวิทยาศาสตร์ของโลก เช่น

นิวตัน (Newton) และปาสคาล (Pascal) พบว่าบุคคลเหล่านี้ได้แสดงแนวสร้างสรรค์ด้วยการประดิษฐ์และสร้างผลงานชิ้นแรกเมื่ออยู่ในวัยประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อรื้อให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันก็เป็นที่ยอมรับใช้กันมากขึ้น เช่น แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นต้น

## ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือสำคัญในการปลูกฝังอบรมให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบ ช่างสังเกต และมีความคิดสร้างสรรค์ และจากความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่นำมาซึ่งความคิดที่แปลกใหม่ เพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงได้มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความสำคัญและสนใจศึกษาในเรื่องนี้ โดยได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard, 1971 : 157) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่"

รอย (Roy, 1982 : 143 – 147) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้ โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป ความสามารถในการตีความคำตอบ และความสามารถในการค้นพบเนื้อหาสำคัญ"

แอนนา (Anna, 1999 : 79) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้นโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วยตัวอย่าง จะสามารถทำให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์"



จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างซับซ้อน โดยใช้กระบวนการคิดที่แปลกใหม่ ริเริ่มสร้างสรรค์

## 2. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบ หลายๆ แนว ซึ่งมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์สนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้กล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้คือ

บาลกา (Balka, 1975) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่า เกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
- 5) ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 6) ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ซึ่งบาลกา (Balka, 1974 : 634 – 636) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ เช่น กรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น สมมติให้มีถังน้ำ 2 ใบ ใบหนึ่งใส่น้ำได้ 7 ลิตร และอีกใบหนึ่งใส่น้ำได้ 8 ลิตร ถ้าต้องการใช้ถัง 2 ใบ ตวงน้ำใส่ใบที่ 3 ให้ได้น้ำ 9 ลิตร นักเรียนจะมีวิธีการตวงน้ำอย่างไร และกรณีที่ต้องการวัดความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น เช่น สมมติว่าไม่ให้นักเรียนเขียนข้อความ หรือวาดรูปใดๆ

ลงบนกระดาษหรือกระดานดำ ให้คาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น โดยให้นักเรียนนึกถึงลูกบอลลูกใหญ่ๆ หรือลูกโลกในวิชาภูมิศาสตร์ บอกผลทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นหรือสิ่งที่เป็นไปได้ทั้งหมด ถ้านักเรียนวาดภาพเรขาคณิตลงบนลูกบอล ตัวอย่างเช่น ถ้าเราเริ่มวาดเส้นบนลูกบอลตรงไปในขั้นสุดท้ายเส้นตรงนั้นจะกลับมาที่จุดเริ่มต้น เป็นต้น

กรมวิชาการ (2535 : 48 – 50) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า มีหลักการเดียวกันกับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือด้านศิลปะ คือให้ผู้ตอบคิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบ ให้มากที่สุด ซึ่งประกอบด้วย

- 1) แบบให้ตั้งคำถาม โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วให้สร้างคำถามให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
- 2) แบบแบ่งครึ่งรูป โดยจะกำหนดรูปทรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม แล้วให้ลากเส้นแบ่งครึ่งรูปในลักษณะหลายๆ แบบ แตกต่างกันไปให้มากที่สุด
- 3) แบบให้เติมตัวเลข โดยให้เติมตัวเลขลงในรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนด ซึ่งตัวเลขที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึงเลข 10 และให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ภายในเวลาที่กำหนด
- 4) แบบสร้างรูปเรขาคณิต โดยกำหนดไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่ง แล้วให้ใช้ไม้ขีดไฟมาสร้างรูปเรขาคณิตให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด
- 5) แบบประกอบภาพ Tangrams เป็นการสร้างสรรค์ของจีน ซึ่งรู้จักกันในชื่อ Ch' chiso pan ประกอบด้วย 7 ชิ้น ที่แบ่งมาจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยให้นำชิ้นส่วนทั้ง 7 ชิ้น มาประกอบเป็นภาพต่างๆ ให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทั้งงานวิจัยต่างประเทศและภายในประเทศ ดังต่อไปนี้

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

#### 1.1 งานวิจัยต่างประเทศ

โบเวอร์ (Bowers, 1987) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มนักเรียน 3 โรงเรียน จาก 54 โรงเรียน เกรด 6 ในเมือง Chapel hill – Carrboro แล้วทำการ

ผู้สอนนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ในเนื้อหาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติในการเรียนเฉพาะบทเรียนและต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แซงสเตอร์ และชูลแมน (Sangster and Shulman, 1988) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของระบบการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อการถ่ายทอดรูปแบบของหลักสูตร โดยศึกษาเจตคติของครู ความเข้าใจของครูและนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของระบบการสอนแบบ 4 MAT ด้วยบทเรียน 14 บท จากการสอบถามครูและนักเรียน และสัมภาษณ์ครูจำนวน 31 คน และนักเรียนจำนวน 572 คน ผลการวิจัยพบว่า ระบบการสอนแบบ 4 MAT ได้รับการยอมรับเป็นอย่างดีจากครูและนักเรียนโดยทั่วไป

แอปเพล (Appell, 1991) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติในการเรียนดนตรีของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ ประเมินผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติในการเรียนดนตรีของนักเรียนเกรด 5 ในเขต Portland Oregon นักเรียนจำนวน 87 คน เป็นกลุ่มควบคุมโดยศึกษาจากแบบเรียน และนักเรียนจำนวน 67 คน เป็นกลุ่มทดลองโดยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี ซึ่งผลของการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทัศนคติในการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีทัศนคติในการเรียนไม่แตกต่างกัน

พรอนน์ (Vaughn, 1991) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนปกติ ที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน การคงทนในการเรียน และความสามารถในการสร้างชิ้นงานที่สร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 99 คน เป็นนักเรียนเกรด 3 ที่มีความสามารถพิเศษ (GIFTED – CHILD) ซึ่งผลการวิจัยพบว่า

- 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT กับแบบปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีความสามารถในการสร้างผลงานที่สร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ

3) ในการสัมภาษณ์ครูผู้สอนระบุว่าชอบการสอนแบบปกติมากกว่าแต่ให้ข้อคิด  
ว่า การสอนแบบ 4 MAT ช่วยให้ครูสอนมโนทัศน์ของเรื่องที่ได้ชัดเจนขึ้น ส่วนนักเรียนก็มี  
ความชอบในหน่วยการเรียนรู้และกิจกรรมแบบ 4 MAT มากกว่าการสอนแบบปกติ

เมอร์รี่ (Murry, 1992) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินโปรแกรมการฝึกครูในการ  
จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ 4 MAT โดยเน้นแผนการสอนที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์แก่  
นักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นครูจำนวน 27 คน ซึ่งเข้าอบรมเป็นเวลา 36 ชั่วโมง โดยมีวัตถุประสงค์  
ของการวิจัย คือ พัฒนาการเข้าใจพื้นฐานของรูปแบบการเรียนรู้และมโนทัศน์เกี่ยวกับความคิด-  
สร้างสรรค์ เพิ่มทัศนคติทางบวกเกี่ยวกับการให้ความสำคัญต่อความหลากหลายและความคิด-  
สร้างสรรค์ และประยุกต์มโนทัศน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ 4 MAT ไปสู่การ  
เขียนแผนการสอน ผลการวิจัยพบว่า

1. ในการอบรม ครูมีทัศนคติต่อความหลากหลายและความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น  
อย่างมีนัยสำคัญ โดยเห็นความสำคัญของความเหมาะสมที่จะนำมาใช้มโนทัศน์ความหลากหลายและ  
ความคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการเรียนการสอน

2. การอบรมมีส่วนในการพัฒนาบทเรียนที่บูรณาการความคิดสร้างสรรค์และวาง  
รูปแบบการเรียนรู้ไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ 4 MAT และช่วยให้เกิด  
ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ 4 MAT

3. การจัดกิจกรรมในแผนการสอนแบบ 4 MAT มีความเกี่ยวข้องกับทัศนคติและ  
รูปแบบการเรียนรู้

เออร์ซิน (Ursin, 1995) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลจากการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
การสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเกรด 9 ในวิชา  
วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 48 คน แบ่ง  
ออกเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบ 4 MAT และกลุ่มได้รับ  
การสอนตามหนังสือเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านเจตคติพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความ  
แตกต่างกัน

## 1.2 งานวิจัยในประเทศ

ตรูเนตร อัจฉสวัสดิ์ (2542 : 79 – 80) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลการ  
สอนโดยใช้ชุดกิจกรรม 4 MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกุนนที-รุทธารามวิทยาคม จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม 4 MAT และกลุ่มควบคุม 35 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการสอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริวรรณ ตระรุสานนท์ (2542 : 93) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์” กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพระหฤทัย-คอนแวนต์ เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT และกลุ่มควบคุมสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนในกลุ่มทดลองกับนักเรียนในกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดวงหทัย แสงวิริยะ (2544 : 72 – 74) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบ และเจตคติต่อการเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องประชากรศึกษาและการทำมาหากินระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดทัศนารุณสุนทรภิคาราม จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนโดยใช้แผนการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ความรับผิดชอบต่อการเรียนและเจตคติต่อการเรียนแตกต่างกัน

ปณต เกิดภักดี (2544 : 46) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พัชรภรณ์ พิมละมาศ (2544 : 66 – 67) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาตามแนวคิด 4 MAT ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 34 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาตามแนวคิด 4 MAT กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนที่ไม่ได้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาตามแนวคิด 4 MAT ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังเรียนไม่สูงกว่าร้อยละ 60 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 60 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ธีรนุช นามประเทือง (2545 : 82 – 84) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหินแหลม กาญจนบุรี จำนวน 22 คน ใช้เวลาทดลอง 72 คาบ ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $89.01 / 80.36$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้

นิธิตา กุศลพูน (2545 : 59 – 60) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) กับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดีวิทยา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดีวิทยา จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) และกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) กับนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ มีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศไทยดังกล่าวข้างต้น ผลการวิจัยสอดคล้องและสนับสนุนกันเป็นส่วนใหญ่ นั่นคือนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ แต่ในด้านเจตคติต่อการเรียน ความคงทนในการเรียนนั้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีผลงานวิจัยบางเรื่องพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการเรียน ความคงทนในการเรียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังไม่ยืนยันว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ แต่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความสามารถในการสร้างผลงานที่สร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### 2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

เจนเซน (Jensen, 1973) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 232 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความถนัดทางตัวเลข และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บาลกา (Balika, 1974) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่นำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครูผู้สอน นักวิชาการคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ แล้วคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบ ผลการสำรวจพบว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะของเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 4) ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
- 5) ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

6) ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เฉพาะเจาะจงได้

ในการวิจัยครั้งนี้เก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การคิดแบบอเนกนัยและการคิดแบบเอกนัย และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

## 2.2 งานวิจัยในประเทศ

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร (2542 : 83) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนสมภวราชินี จำนวน 40 คน ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบบาลามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการฝึกสูงกว่าก่อนได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพัทธา ฤกษ์บ้าย (2544 : 109 – 110) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาณเงื่อนไขที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ ปีการศึกษา 2543 ที่มีเชาวน์ปัญญาระดับกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป และมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ลงมา จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาณเงื่อนไขเป็นกลุ่ม และกลุ่มทดลองที่ 2 ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาณเงื่อนไขเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาณเงื่อนไขเป็นกลุ่ม และนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาณเงื่อนไขเป็นรายบุคคล มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและ



ใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นกลุ่ม มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันกับนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นรายบุคคล

สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์ (2545 : 45 – 46) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีเชาวน์ปัญญาระดับปานกลางและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป และมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ที่ 25 ลงมา แล้วทำการสุ่มอย่างง่ายเป็นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจ และกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนนั้นสามารถกระทำได้หลายวิธี เช่น การฝึกคิดตามแบบของบาลกา การใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบร่วมมือแรงร่วมใจ การใช้สัญญาเงื่อนไข เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การออกแบบการวิจัย
3. ประชากรและตัวอย่างประชากร
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
5. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับหลักการสอน เทคนิคการสอน การจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ หนังสือแบบเรียน คู่มือครูและตำรารายวิชา คณิตศาสตร์ ค 012 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเนื้อหาเรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น
3. ศึกษาตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. ศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

#### การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental design) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

### แบบแผนการทดลอง

	วัดก่อนการทดลอง	จัดการทดลอง	วัดหลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (E)	$T_{1E}$	X	$T_{2E}$
กลุ่มควบคุม (C)	$T_{1C}$	$\sim X$	$T_{2C}$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT

$\sim X$  แทน การสอนแบบปกติ

### ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิธ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร ซึ่งโรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนทุกระดับความสามารถ จากการสำรวจพบว่าปีการศึกษา 2545 มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวนทั้งหมด 9 ห้องเรียน จำนวน 450 คน ทางโรงเรียนวัดราชบพิธได้จัดห้องเรียนไว้ให้ผู้วิจัยเพื่อทดลองสอน 2 ห้อง คือ ม.3/1 และ ม.3/4 ผู้วิจัยนำคะแนนสอบปลายภาคเรียนของรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ของนักเรียนทั้งสองห้องมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียน ชั้น ม.3/1 เท่ากับ 82.18 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.17 ส่วนค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนชั้น ม.3/4 เท่ากับ 59.73 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.78 แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยการหาค่าอัตราส่วนเอฟ ได้ค่าเอฟเท่ากับ 0.97 นั่นคือความแปรปรวนของคะแนนไม่แตกต่างกัน จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตโดยใช้สถิติที ได้ค่าทีเท่ากับ 12.99 นั่นคือนักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 011 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยทำการจับฉลากเพื่อสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลอง คือนักเรียนชั้น ม.3/1 และกลุ่มควบคุม คือนักเรียนชั้น ม.3/4

## การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยแผนการสอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และแผนการสอนแบบปกติ เรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น จำนวน 18 คาบ โดยสอนครั้งละ 2 คาบต่อเนื่องกันในแต่ละสัปดาห์ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้การสอน การวัดและการประเมินผล และการแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT จากตำรา เอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีขั้นตอนการดำเนินการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงชิวา ครูสร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยครูเป็นผู้สร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของนักเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงชิวา ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ให้ตรงต่อประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอด - สมอชิงชิวา ให้นักเรียนสะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง

ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงชิวา พัฒนาหลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และครูเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการหรือแนวคิดที่ได้

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติและพัฒนาแนวคิด - สมอชิงชิวา ให้นักเรียนดำเนินการตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง โดยการทำให้แบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้และได้ฝึกทักษะที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4

ขั้นที่ 6 สร้างผลงานตามความถนัด - สมอชิงชิวา ให้นักเรียนต่อเติมและสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ชิ้นงานและแนวทางในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ - สมอชีกซ้าย ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์ – สมอชีกขวา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการคิดค้นความรู้ที่สลับซับซ้อนด้วยตนเอง แล้วนำมาเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

3. วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น

4. เขียนแผนการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น โดยแผนการสอนแต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล

แผนการสอนแต่ละคาบประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

คาบที่	เรื่อง
1 – 2	สมการของพาราโบลาและพาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2$ เมื่อ $a \neq 0$
3 – 4	พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$
5 – 6	พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x - h)^2$ เมื่อ $a \neq 0$
7 – 8	พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = a(x - h)^2 + k$ เมื่อ $a \neq 0$
9 – 10	พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$
11 – 12	ความน่าจะเป็น
13 – 14	การทดลองสุ่ม
15 – 16	เหตุการณ์
17 - 18	ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

5. นำแผนการสอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และแผนการสอนแบบปกติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ ผลการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่า แผนการสอนแต่ละแผนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ และมีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

5.1 ตัวอย่างบางข้อง่ายเกินไป ควรปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

5.2 ควรมีตัวอย่างบางข้อเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

5.3 ควรใช้ภาษาและคำศัพท์ต่างๆ ให้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

5.4 การบ้านในหนังสือเรียนควรเขียนจำนวนข้อและเลขหน้าด้วย

สำหรับแผนการสอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม คือ ควรให้นักเรียนหาข้อสรุปจากตัวอย่างในแต่ละคาบ และข้อสรุปในชั้นที่ 7 ของแต่ละคาบควรจะมี ความแตกต่างกัน

6. นำแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 1 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบพิจารณาผลการตรวจพิจารณา พบว่า แผนการสอนแต่ละแผนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ และมีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไขสำหรับแผนการสอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT คือ ในชั้นที่ 6 ของคาบสุดท้ายในการเรียนแต่ละบทควรให้นักเรียนได้สรุปความรู้ที่ได้เรียนในเรื่องนั้นทั้งหมด โดยให้นักเรียนสรุปเนื้อหาและออกแบบการนำเสนอข้อสรุปนั้น

7. นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปใช้ในการทดลอง

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง มีการดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 012

1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยมีข้อสอบจำนวน 60 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ผลการตรวจ

พิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีข้อเสนอนั้นที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1.5.1 ควรปรับปรุงรูปแบบของการใช้คำถามในโจทย์ให้เป็นประโยคคำถาม กล่าวคือ ไม่ควรให้บางข้อเป็นประโยคคำถาม บางข้อเป็นประโยคคำสั่ง

1.5.2 ควรขีดเส้นใต้ข้อความที่มีค่าแสดงการเป็นนิเสธ เช่น คำว่า ผิด ไม่ใช่ ไม่ถูกต้อง

1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและพิจารณาข้อคำถามและตัวเลือกว่าตรงกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการวัดหรือไม่ แล้วนำแบบทดสอบมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า ข้อสอบทั้งหมดมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร แต่ควรมีข้อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1.6.1 ควรปรับปรุงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ให้มีความเหมาะสมกับระดับชั้น เช่น

ข้อความจากโจทย์ “กราฟของฟังก์ชัน  $y = x^2 - 2x + k$  ดังภาพ จุด A ตรงกับข้อใด”

ควรแก้เป็น “กราฟของสมการพาราโบลา  $y = x^2 - 2x + k$  ดังภาพ จุด A ตรงกับข้อใด”

ข้อความจากโจทย์ “ทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมโยนเหรียญพร้อมกัน 1 ครั้ง จำนวนของแซมเปิลสเปซตรงกับข้อใด”

ควรแก้เป็น “ทอดลูกเต๋า 1 ลูก พร้อมโยนเหรียญพร้อมกัน 1 ครั้ง จำนวนของผลทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองสุ่มตรงกับข้อใด”

ข้อความจากโจทย์ “จำนวนผลทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ 4 อัน 1 ครั้ง และสนใจจำนวนเหรียญที่ออกหัวคือข้อใด

ก. {1, 2, 3, 4}

ข. {0, 1, 2, 3}

ค. {0, 1, 2, 4}

ง. {0, 1, 2, 3, 4} “

ควรแก้เป็น “จำนวนผลทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการโยนเหรียญ

4 อัน 1 ครั้ง และสนใจจำนวนเหรียญที่ออกหัวคือข้อใด

ก. 1, 2, 3, 4

ข. 0, 1, 2, 3

ค. 0, 1, 2, 4

ง. 0, 1, 2, 3, 4 “

1.6.2 ควรปรับปรุงรูปแบบของการใช้คำถามในโจทย์ โดยให้เขียนคำถามไว้ท้ายประโยค และควรเขียนให้เหมือนกันทุกข้อ เช่น

ข้อความจากโจทย์ “ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมการของแกนสมมาตรของพาราโบลา  $y = 2x^2 - 4x + 5$ ”

ควรแก้เป็น “พาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ  $y = 2x^2 - 4x + 5$  มีแกนสมมาตรตรงกับข้อใด”

1.6.3 ควรปรับปรุงข้อคำถามโดยเพิ่มเติมข้อความในโจทย์เพื่อให้เข้าใจตรงกัน เช่น

ข้อความจากโจทย์ “กราฟของสมการ  $y = ax^2 + bx + c$  ผ่านจุด (0,3) เคลื่อนที่ไปทางซ้ายของแกน  $y$  เป็นระยะ 3 หน่วย และเคลื่อนที่ไปทางด้านล่างของแกน  $x$  เป็นระยะ 2 หน่วย ทำให้กราฟมีจุดต่ำสุดที่จุด (-5,-3) ค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  มีค่าตรงกับข้อใด”

ควรแก้เป็น “กราฟของสมการ  $y = ax^2 + bx + c$  ผ่านจุด (0,3) เคลื่อนที่ไปทางซ้ายของแกน  $y$  เป็นระยะ 3 หน่วย และเคลื่อนที่ไปทางด้านล่างของแกน  $x$  เป็นระยะ 2 หน่วย ทำให้กราฟมีจุดต่ำสุดที่จุด (-5,-3) แล้ว  $a$ ,  $b$  และ  $c$  ตามลำดับมีค่าตรงกับข้อใด”

1.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยตั้งเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson - 20) ต้องมีค่าเกิน 0.60 แล้วจึงนำมาหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์คือค่าความยากง่ายมีค่า 0.2 - 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไป ซึ่งจากการทดลองใช้เครื่องมือได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.7.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญา จำนวน 42 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร สาเหตุที่ต้องนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม.4 เนื่องจากขณะที่



ผู้วิจัยทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือชุดนี้นักเรียนระดับชั้น ม.3 ยังไม่เรียนเรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.73
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.05 – 0.79
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.21 – 0.53

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 43 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

1.7.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 43 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร สาเหตุที่ต้องนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม.4 เนื่องจากขณะที่ผู้วิจัยทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือชุดนี้นักเรียนระดับชั้น ม.3 ยังไม่เรียนเรื่องพาราโบลาและความน่าจะเป็น ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.88
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.28 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.19 – 0.63

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 42 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกจุดประสงค์ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรไว้จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 3

1.7.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสายปัญญา จำนวน 48 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.27 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.21 – 0.67

1.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ไปใช้ในการวิจัย (ดูรายละเอียดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคผนวก ค)

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มีวิธีการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดกรอบการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 34 – 38)

ซึ่งสรุปว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ผู้วิจัยจึงกำหนดแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยวัดทั้ง 3 ลักษณะ คือ

- 1) ความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่จำกัด
- 2) ความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้หลายกลุ่มและหลายแนวทาง
- 3) ความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดความสามารถทางสมองของนักเรียนในการคิดหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

2.2 ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ชุด ที่เป็นคู่ขนานกัน โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย ชุดละ 5 ข้อ ซึ่งในแบบทดสอบได้กำหนดข้อมูล หรือรูปภาพคณิตให้ แล้วให้นักเรียนสร้างโจทย์ปัญหา หรือแสดงวิธีการหาคำตอบ หรือสร้างเกณฑ์เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มของข้อมูล ซึ่งคำสั่งนั้นให้นักเรียนแสดงถึงความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ ความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์

2.3 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์เรนซ์ (Torrance, 1962 : 34 – 38) โดยเน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบในปริมาณที่มาก ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายทาง และความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร ซึ่งแนวทางในการตรวจให้คะแนนมีดังนี้ คือ

- ก. คะแนนความคล่องในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 5 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก
- ข. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนกลุ่มของคำตอบหรือทิศทางของคำตอบ กล่าวคือนำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องไปแล้วมาจัดเป็นกลุ่มคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มคำตอบเรียบร้อยแล้วให้นับจำนวนกลุ่มคำตอบ โดยให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 5 คะแนน ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มคำตอบที่จัดไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มคำตอบขึ้นใหม่อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ
- ค. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 1 ของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบได้ จัดว่า

มีความคิดริเริ่มมากที่สุด แล้วนำจำนวนคำตอบที่ซ้ำกันของคำตอบทั้งหมดที่ได้มาคิดคะแนน ซึ่งครอปเลย์ (Cropley, 1966 : 261 – 262) มีเกณฑ์ไว้ ดังนี้

จำนวนคำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6 – 11%	1
3 – 5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบ แล้วจึงนำความถี่นั้นมาเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

2.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบและเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ผลการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมดี แต่แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- 1) ควรเขียนข้อคำถามให้นักเรียนเข้าใจได้ชัดเจนว่านักเรียนสามารถหาคำตอบได้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถ
- 2) ควรเขียนหมายเลขข้อกำกับข้อความและรูปภาพในแต่ละข้อย่อยให้ชัดเจน

2.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบและเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมดี แต่แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- 1) ควรเพิ่มเวลาในการทำข้อสอบจาก 60 นาที เป็น 90 นาที
- 2) ควรเขียนคำสั่งให้ชัดเจนว่าในข้อสอบแต่ละข้อนักเรียนสามารถให้ข้อมูลที่กำหนดให้ได้มากกว่า 1 ข้อ และสามารถซ้ำซ้ำกันได้
- 3) ควรเขียนหน่วยของความยาวด้านแต่ละด้านของรูปที่กำหนด

2.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าเกิน 0.60 แล้วจึงนำมาหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ โดยมีเกณฑ์ คือ ค่าความยากง่ายมีค่า 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกมีค่า 0.2 ขึ้นไป ซึ่งจากการทดลองใช้เครื่องมือได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.6.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสายปัญญา จำนวน 48 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.67
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.43 – 0.58
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.07 – 0.40

แบบทดสอบชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.69
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.44 – 0.54
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.10 – 0.41

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดชุดละ 4 ข้อ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้นเพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ต่อไป

2.6.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ชุดละ 4 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกุนนทีรุทธาราม-วิทยาคม จำนวน 42 คน ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.73
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.49 – 0.67
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.21 – 0.45

แบบทดสอบชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.79
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.37 – 0.64
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.20 – 0.38

2.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ไปใช้ในการวิจัย (ดูรายละเอียดแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และรายละเอียดการคำนวณคุณภาพของแบบทดสอบ ในภาคผนวก ง)

### การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตจากภาควิชามัธยมศึกษา ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อขออนุญาตจากฝ่ายวิชาการ โรงเรียนวัดราชบพิธ
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลอง สอนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลอง สอนด้วยแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 โดยก่อนทำการทดสอบ ผู้วิจัยได้อธิบายว่าการทำแบบทดสอบชุดนี้นอกจากจะต้องคิดหาคำตอบให้ได้มากที่สุดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความหลากหลายและความแปลกใหม่ของคำตอบด้วย จากนั้นให้นักเรียนเริ่มทำการทดสอบและเก็บรวบรวมเมื่อนักเรียนทำเสร็จ ทั้งนี้ผู้วิจัยมีเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนดังนี้

ข้อ 1 มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

- ความคล่องในการคิด ในการสร้างโจทย์และหาคำตอบให้คะแนน

ข้อละ 5 คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการหาคำตอบ	1	คะแนน
คำถามสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนด	1	คะแนน
ความถูกต้องของภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในโจทย์	1	คะแนน
คำตอบถูกต้อง	1	คะแนน
คำตอบครบถ้วน	1	คะแนน

- ความคิดยืดหยุ่นในการคิด โดยนำโจทย์ที่ให้คะแนนความคล่องในการคิดแล้ว นำมาเฉพาะโจทย์ที่มีข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการหาคำตอบ มีคำถามสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนด และมีคำตอบถูกต้องแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 5 คะแนน

- ความคิดริเริ่ม โดยนำกลุ่มของคำตอบที่แบ่งกลุ่มจากการให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนทั้งหมดมาหาความถี่ของแต่ละกลุ่ม แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ของคอรอปเลย์

### ข้อ 2 มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

- ความคล่องในการคิด ในการสร้างโจทย์และหาคำตอบให้คะแนน

ข้อละ 5 คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการหาคำตอบ	1	คะแนน
คำถามและภาพประกอบสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนด	1	คะแนน
ความถูกต้องของภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในโจทย์	1	คะแนน
คำตอบถูกต้อง	1	คะแนน
คำตอบครบถ้วน	1	คะแนน

- ความยืดหยุ่นในการคิด โดยนำโจทย์ที่ให้คะแนนความคล่องในการคิดแล้ว มาเฉพาะโจทย์ที่มีข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอสำหรับการหาคำตอบ มีคำถามสอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนด ภาพประกอบสอดคล้องกับโจทย์ที่สร้างและมีคำตอบถูกต้องแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 5 คะแนน

- ความคิดริเริ่ม นำกลุ่มของคำตอบที่แบ่งกลุ่มจากการให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนทั้งหมดมาหาความถี่ของแต่ละกลุ่ม แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ของครูพลีย์

### ข้อ 3 มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

- ความคล่องในการคิด ในการหาพื้นที่และปริมาตรแต่ละวิธีให้คะแนน

วิธีละ 5 คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ภาพประกอบถูกต้อง	1	คะแนน
เลือกใช้สูตรถูกต้อง	1	คะแนน
ขั้นตอนการแสดงวิธีทำถูกต้อง	2	คะแนน
- ถูกต้องทั้งหมด	2	คะแนน
- ถูกบ้างผิดบ้าง	1	คะแนน

คำตอบถูกต้อง 1 คะแนน

- ความยืดหยุ่นในการคิด โดยนำวิธีการหาพื้นที่และปริมาตรที่ให้คะแนนความคล่องในการคิดแล้ว มาเฉพาะวิธีที่มีภาพประกอบถูกต้อง ขั้นตอนการแสดงวิธีทำถูกต้อง และคำตอบถูกต้องแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 5 คะแนน

- ความคิดริเริ่ม โดยนำกลุ่มของคำตอบที่แบ่งกลุ่มจากการให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนทั้งหมดมาหาความถี่ของแต่ละกลุ่ม แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ของครูพลีย์

#### ข้อ 4 มีเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบดังนี้

- ความคล่องในการคิด ในการแบ่งประเภทของกราฟและพหุนามให้คะแนนประเภทละ 5 คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์ที่ใช้แบ่งเหมาะสม	3	คะแนน
- เหมาะสมตามหลักคณิตศาสตร์มากที่สุด	3	คะแนน
- เหมาะสมตามหลักคณิตศาสตร์มาก	2	คะแนน
- เหมาะสมตามหลักคณิตศาสตร์ปานกลาง	1	คะแนน
จัดตัวเลือกแต่ละข้อให้อยู่ในประเภทที่แบ่งได้ถูกต้อง	1	คะแนน
จัดตัวเลือกแต่ละข้อให้อยู่ในประเภทที่แบ่งได้ครบถ้วน	1	คะแนน
- ความคิดยืดหยุ่นในการคิด โดยนำวิธีการแบ่งประเภทที่ให้คะแนน		

ความคล่องในการคิดแล้วมาจัดเป็นกลุ่ม โดยให้คะแนนกลุ่มละ 5 คะแนน

- ความคิดริเริ่ม โดยนำกลุ่มของคำตอบที่แบ่งกลุ่มจากการให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิดของนักเรียนทั้งหมดมาหาความถี่ของแต่ละกลุ่ม แล้วให้คะแนนตามเกณฑ์ของครูพลอย

#### 4. ผู้วิจัยทำการตรวจให้คะแนนโดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 มาตรวจให้คะแนนทีละข้อ โดยในแต่ละข้อมีคะแนนทุกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
- 2) นำคะแนนที่ได้จากการตรวจทุกข้อมารวมกัน โดยจำแนกตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
- 3) นำคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์มารวมกันเป็นคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากนั้นนำคะแนนจากการทดสอบมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มทดลองเท่ากับ 77.96 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 36.25 ส่วนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 73.29 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 40.85 แล้วนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยการหาค่าอัตราส่วนเอฟได้ค่าเอฟเท่ากับ 0.35 นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนไม่แตกต่างกัน จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตโดยการใช้สถิติที ได้ค่าทีเท่ากับ 0.59 นั่นคือนักเรียนทั้งสองห้องมีความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนแบบปกติกลุ่มละ 18 คาบ ครั้งละ 2 คาบต่อเนื่องกันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545

5. หลังจากทดลองสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทดสอบนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 2 โดยก่อนทำการทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อธิบายว่าการทำแบบทดสอบชุดนี้นอกจากจะต้องคิดหาคำตอบให้ได้มากที่สุดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความหลากหลายและความแปลกใหม่ของคำตอบด้วย สำหรับขั้นตอนการทดสอบการตรวจ และเกณฑ์การให้คะแนนทำเช่นเดียวกับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1

6. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจ และบันทึกคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS For Windows version 10.0 โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทดสอบค่าที (t – dependent)
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยพิจารณาผลการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ผลปรากฏว่าแตกต่างกันจึงวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t – difference score)
3. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทดสอบค่าที (t – dependent)
4. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยพิจารณาผลการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างสองกลุ่ม ผลปรากฏว่าไม่แตกต่างกันจึงวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนโดยการทดสอบค่าที (t – independent)



## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
ใช้สูตรดังนี้

1.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
โดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (KR – 20)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อในแบบสอบ
	$p_i$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	$q_i$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	$s_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 126)

1.2 หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	$R_h$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ
	$n_h$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	$n_l$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 144)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
คณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$R_h$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง
	$R_l$	แทน	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ
	$n_h$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 144)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ใช้สูตรดังนี้

2.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) คือ

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_x^2} \right\}$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ
	$S_x^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(ประคอง กรรณสูตร, 2538 : 47)

2.2 หาค่าความยากของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ใช้สูตรของวิทเนย์ และซาเบอ์ (Whitney and Sabers)

$$\text{ค่าความยาก} = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$S_h$	แทน	ผลรวม $fx$ ของคะแนนกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวม $fx$ ของคะแนนกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	$n_t$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 147 - 148)

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ใช้สูตรของวิทเนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers)

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก} = \frac{S_h - S_l}{n_h (X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$S_h$	แทน	ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง
	$S_l$	แทน	ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	$n_h$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมลิน, 2538 : 147 – 148)

3. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่  
ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับกลุ่มที่ได้รับการสอน  
แบบปกติ ใช้สูตรดังนี้

$$t_{\text{difference score}} = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}} ; df = N_1 + N_2 - 2$$

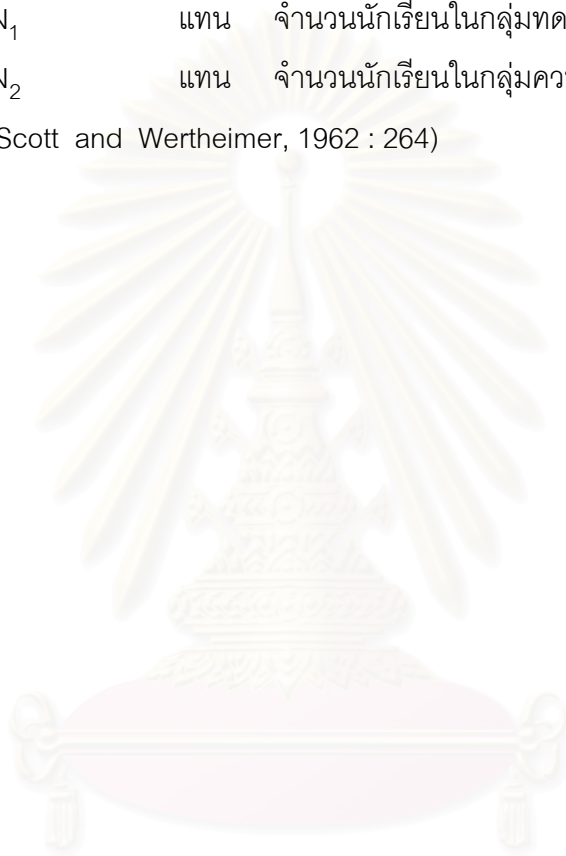
$$S_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{s^2}{N_1} + \frac{s^2}{N_2}}$$

$$s^2 = \frac{\sum (D_1 - MD_1)^2 + \sum (D_2 - MD_2)^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution
	$D_1$	แทน	คะแนนผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	$D_2$	แทน	คะแนนผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ ก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม
	$MD_1$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลัง การเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง
	$MD_2$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการทดสอบหลัง การเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มควบคุม

$S_{MD_1-MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรี้นกับก่อนการเรี้นของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
$S^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความแตกต่าง ระหว่างการทดสอบหลังเรี้นกับก่อนการเรี้นของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
$N_1$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
$N_2$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

(Scott and Wertheimer, 1962 : 264)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตอนที่ 1** ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง และค่าที่ (t) ที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน

การทดสอบ	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	12.06	2.98	23.28*
หลังการทดลอง	26.56	4.01	

\*p < 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิต (MD) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (s) ของผลต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และค่าที่ (t - difference) เพื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 47 คน

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$ ก่อน	$\bar{X}$ หลัง	MD	s	t-difference
กลุ่มทดลอง	12.06	26.56	14.50	0.92	6.35*
กลุ่มควบคุม	10	18.65	8.65		

\*p < 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลัง การทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลอง และค่าที (t) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่ม ทดลองจำนวน 50 คน โดยจำแนกในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และ รวมทุกองค์ประกอบ

องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์	การทดสอบ	$\bar{X}$	s	t
ความคล่องในการคิด	ก่อนการทดลอง	44.12	20.86	6.03*
	หลังการทดลอง	59.52	18.98	
ความยืดหยุ่นในการคิด	ก่อนการทดลอง	32.00	15.75	6.67*
	หลังการทดลอง	45.90	11.27	
ความคิดริเริ่ม	ก่อนการทดลอง	1.84	2.03	2.67*
	หลังการทดลอง	3.14	3.45	
ความคิดสร้างสรรค์ รวมทุกองค์ประกอบ	ก่อนการทดลอง	77.96	36.25	6.93*
	หลังการทดลอง	108.56	31.51	

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อน การทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิด ริเริ่มของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05



**ตอนที่ 4** ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง  
ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 47 คน และค่าที (t) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยจำแนกในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และรวมทุกองค์ประกอบ

องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์	กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	s	t
ความคล่องในการคิด	กลุ่มทดลอง	59.52	18.99	5.74*
	กลุ่มควบคุม	32.84	25.45	
ความยืดหยุ่นในการคิด	กลุ่มทดลอง	45.90	11.27	10.57*
	กลุ่มควบคุม	19.77	12.79	
ความคิดริเริ่ม	กลุ่มทดลอง	3.14	3.45	4.65*
	กลุ่มควบคุม	0.67	1.39	
ความคิดสร้างสรรค์ รวมทุกองค์ประกอบ	กลุ่มทดลอง	108.56	31.51	7.71*
	กลุ่มควบคุม	53.29	38.33	

\*p < 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT
4. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับการสอนแบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิธ ซึ่งทางโรงเรียนวัดราชบพิธได้จัดห้องเรียนไว้ให้ผู้วิจัยเพื่อทดลองสอน 2 ห้อง ผู้วิจัยจึงทำการจับฉลากเพื่อสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ และแผนการสอนเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT แผนการสอนทั้ง 2 ประเภท ใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเรื่องพาราโบลาและความสำเร็จจะมีจำนวนแผนละ 18 คาบ โดยใช้สอนเป็นเวลา 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแผนการสอนที่เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงขวา ครูสร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยครูเป็นผู้สร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของนักเรียน

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงซ้าย ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ให้ตรงกับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ปรับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอด - สมอชิงขวา ให้นักเรียนสะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานของแนวคิด หรือความคิดรวบยอดอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง

ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ - สมอชิงซ้าย พัฒนาหลักการหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยให้นักเรียนวิเคราะห์แนวคิดที่ได้จากขั้นที่ 3 และครูเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการหรือแนวคิดที่ได้

ขั้นที่ 5 ลงมือปฏิบัติและพัฒนาแนวคิด - สมอชิงซ้าย ให้นักเรียนดำเนินการตามแนวคิดและลงมือปฏิบัติหรือทดลอง โดยการทำให้แบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้และได้ฝึกทักษะที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4

ขั้นที่ 6 สร้างผลงานตามความถนัด - สมอชิงขวา ให้นักเรียนต่อเติมและสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ชิ้นงานและแนวทางในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ - สมอชิงซ้าย ให้นักเรียนวิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นแนวทางสำหรับการเรียนรู้เพิ่มเติมต่อไป

ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนประสบการณ์ - สมอชิงขวา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการคิดค้นความรู้ที่สลับซับซ้อนด้วยตนเอง แล้วนำมาเสนอแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พาราโบลาและความน่าจะเป็น ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.27 - 0.75 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 - 0.67

2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งแบบทดสอบนี้มีจำนวน 2 ชุด ชุดละ 4 ข้อ โดยชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยชุดที่ 1 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.49 – 0.67 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 – 0.45 ชุดที่ 2 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.79 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.37 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 – 0.38

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยก่อนสอนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดก่อนการทดลอง แล้วทำการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT และกลุ่มควบคุมโดยสอนแบบปกติ เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการสอนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t และ t – difference score)

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นการสอนที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีการฝึกคิดโดยใช้สมองซีกซ้ายซีกขวา ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และหาแนวทางในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปณต เกิดภักดี (2544 : 46) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของธีรนุช นามประเทือง (2545 : 82 – 84) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะในขณะที่ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนในกลุ่มทดลอง มีกิจกรรมการสอนที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการใช้กิจกรรมทั้ง 8 ขั้น โดยเฉพาะในขั้นที่ 6 คือการสร้างชิ้นงานตามความถนัด ขั้นที่ 7 คือ

การวิเคราะห์ชิ้นงานและแนวทางในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ แล้วทำการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในชั้นที่ 8 ทำให้นักเรียนได้ฝึกทั้งการสร้างโจทย์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และการสรุปความรู้ที่ได้รับแล้วหาหนทางในการนำความรู้นั้นไปใช้ในการเรียนหัวข้ออื่นๆ นอกจากนั้นนักเรียนยังได้ฝึกการอภิปราย วิเคราะห์ วิจัยผลงานของตนเองและของเพื่อนในห้อง จึงทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติที่มีได้ทำกิจกรรมในชั้นที่ 6, 7 และ 8 เหมือนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT จึงมีเพียงการฝึกฝนความรู้โดยการทำแบบฝึกหัดเท่านั้น และผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ แอปเพล (Appell, 1991 : 1360 - A) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลของการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรีและทัศนคติต่อวิชาดนตรีของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาดนตรีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

3. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล ซึ่งสมองแต่ละซีกก็มีหน้าที่แตกต่างกันไป สำหรับสมองซีกขวานั้น เดียร์ พานิช (2544 : 7) ได้กล่าวไว้ว่า “สมองซีกขวาด้านในเรื่องการจินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ความรู้สึก มิติสัมพันธ์ การเคลื่อนไหว และภาพรวม” ดังนั้น เมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยการกระตุ้นให้ฝึกคิดโดยใช้สมองซีกขวาด้วย จึงส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งจากการทดลองสอนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มทดลองครั้งนี้ ได้เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดโดยใช้สมองซีกขวาในขั้นตอนการสอนขั้นที่ 1 คือ การสร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 3 คือ การปรับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นที่ 6 คือ การสร้างผลงานตามความถนัด และขั้นที่ 8 คือ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ซึ่งการทดลองสอนในครั้งนี้ของนักเรียนนักเรียนยังไม่คุ้นเคย ทำให้ตอบคำถามไม่ได้ และไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ได้ หรือในบางครั้งจะต้องชี้แนะแนวทางให้จึงจะสามารถทำได้ แต่เมื่อได้ทำการฝึกฝนหลายคาบเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและสามารถสร้างสรรค์ความคิดแปลกใหม่ได้ด้วยตนเอง ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541 : 23) ที่ว่า “ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้และมีส่วนสัมพันธ์กับกระบวนการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนได้รับการกระตุ้น

อย่างถูกวิธีและมีปริมาณที่เหมาะสมเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง สมอชีกขาเป็นส่วนที่มี ศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์ ถ้ากระบวนการเรียนรู้ได้ออกแบบและกระตุ้นให้ถูกวิธีในสมอช ส่วนนี้ รวมทั้งการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสม ความคิดสร้างสรรค์ก็จะเจริญเติบโตเต็ม ศักยภาพ” และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิธิตา กุศลพูน (2545 : 59 – 60) ที่ได้ ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) กับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิศึกษา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร และพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มที่ ได้รับการฝึกฝนการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ที่ระดับ .01

4. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยการจั ดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 4 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยการจั ดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 8 ขั้นตอน โดยแต่ละ ขั้นตอนนั้นจะฝึกให้ผู้เรียนคิดโดยใช้สมอชทั้งสองซีกสลับกันไปมา กล่าวคือ เริ่มจากการคิดโดยใช้ สมอชซีก ขวา – ซ้าย – ขวา – ซ้าย – ซ้าย – ขวา – ซ้าย – ขวา สลับกันไปมา ทำให้ผู้เรียนได้รับการ พัฒนาสมอชทั้งสองซีกอย่างสมดุล แต่การสอนแบบปกตินั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกคิดโดยใช้ สมอชซีกซ้าย ซึ่ง เรียร์ พานิช (2544 : 7) ได้กล่าวไว้ว่า “สมอชซีกซ้ายถนัดในเรื่องภาษา การฟัง ความจำ ตัวเลข การวิเคราะห์และเหตุผล การจัดลำดับ รายละเอียดและการแยกแยะ” ซึ่งไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการจั ดกิจกรรม การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของมิลล์ (Mills, 1984) ที่กล่าวว่า “การสอน แบบปกตินั้นเป็นการสอนที่ไม่ยืดหยุ่น ไม่ตอบสนองให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่ การจั ดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด 4 MAT สามารถช่วยส่งเสริมในการพัฒนาสมอช และอารมณ์”

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

จากข้อค้นพบจากงานวิจัยดังกล่าว มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่จะนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ไปประยุกต์ใช้ดังต่อไปนี้

1. ครูผู้สอนควรศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT โดยศึกษาได้จากหนังสือและวารสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา และผู้บริหารควรสนับสนุนและส่งเสริมให้มีการประชุม อบรม สัมมนา เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรม เพื่อครูจะได้้นำความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ เหล่านั้นไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ให้มีประสิทธิภาพนั้น ครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคนในการปฏิบัติกิจกรรมทั้งกิจกรรมเดี่ยวและกลุ่ม เพื่อส่งเสริมหรือแก้ไขพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนและทำให้นักเรียนมีพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เช่น ให้การเสริมแรง เป็นต้น

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT ไปใช้ในเนื้อหาอื่นๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ และในวิชาอื่นๆ เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสอนโดยการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งสนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค 4 MAT กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะติดต่อการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กิตติคม คาวีรัตน์. “การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 4 Mat” วารสารวิชาการ. 3(10): ตุลาคม, 31 – 34, 2543.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. “การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์” วารสารวิชาการ. 4(1): มกราคม, 14 – 19, 2544.
- จำลอง ภูบารุง. “ความคิดสร้างสรรค์นั้นสำคัญไฉน” วารสารการศึกษา กทม. 24(10): กรกฎาคม, 26 – 29, 2544.
- ดวงหทัย แสงวิริยะ. ผลการใช้แผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบและเจตคติต่อการเรียน ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องประชากรศึกษา และการทำมาหากินระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2544.
- ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา. จากศักยภาพสู่อิสระภาพ. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์, 2538.
- ตรูเนตร อัจฉรสวัสดิ์. การศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม 4 MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา สังคมศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ปรินญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542.
- ธีรนุช นามประเทือง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT. ปรินญาณิพนธ์ ปรินญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2545.
- เธียร พานิช. การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี – สฤษดิ์วงศ์, 2544.
- นิติตา กุศลพูน. การเปรียบเทียบผลของการฝึกการเรียนรู้ตามแนวคิดของแมคคาร์ธี (4 MAT) กับการใช้กลุ่มสัมพันธ์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวัสดิศึกษา เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร. ปรินญาณิพนธ์ปรินญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2545.
- บุรุษย์ ศิริมหาสาคร. “การศึกษาที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางของการพัฒนา” วารสารพัฒนา หลักสูตร. 18(129): เมษายน – มิถุนายน, 2540.

- ป.มหาพันธ์. **สอนเด็กให้มีความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2539.
- ปณต เกิดภักดี. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2544.
- ประคอง กวรรณสุต. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. **ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- ไพฑูริย์ สิริสุนทร. “การเรียนรู้แบบ 4MAT” **สานปฏิรูป**. 3(24): มีนาคม, 20 – 23, 2543.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- พัชราภรณ์ พิมพ์มาศ. **ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาสังคมศึกษาตามแนวคิด 4 MAT ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พีระพงษ์ กุลพิศาล. **สมองลูกพัฒนาได้ด้วยศิลปะ**. กรุงเทพฯ: บริษัทแปลพับลิชชิ่ง จำกัด, 2536.
- ยุดา รักไทย. **คนฉลาดคิด**. กรุงเทพฯ: เอ็กชเปอร์เน็ท, 2542.
- ยุพิน พิพิธกุล. **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- วรรณิ์ โสมประยูร. **เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์สำเร็จรูปสำหรับครูประถม**. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. “ความคิดสร้างสรรค์: ศักยภาพที่เสริมสร้างพัฒนาได้” **วารสารวิชาการ**. 1(8): สิงหาคม, 23 – 25, 2541.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. **วิสัยทัศน์การศึกษา**. นนทบุรี: SR PRINTING LIMITED PARTNERSHIP, 2543.
- วิชาการ, กรม. **ความคิดสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

วิชาการ, กรม. **แนวการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างเสริมคุณลักษณะดี เก่ง มีสุข.** กรุงเทพฯ:

โรงพิมพ์การศาสนา, 2542.

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน. **วัฏจักรการเรียนรู้ [4 MAT] การจัดการกระบวนการ**

**เรียนรู้เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะดี เก่ง มีสุข.** นนทบุรี: หจก. SR Printing, 2543.

สงวน สุทธิเลิศอรุณ. **จิตวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ์, 2534.

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. **เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทย-

วัฒนาพานิช, 2537.

สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์. **ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจที่มีต่อความคิด**

**สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน**

**ป้อมนครราชสวาทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ.**

ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2545.

สิริพร ทิพย์คง. **การศึกษาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้**

**สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ [กรุงเทพฯ] : โครงการวิจัยและ**

**พัฒนาสมรรถภาพวิสัยของครูโดยใช้สมรรถฐาน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

2536.

สิริวรรณ ตะรุสานนท์. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด**

**แก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัด**

**กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทาง**

**วิทยาศาสตร์.** ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2542.

สุพัตรา ฤกษ์บ้าย. **ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการใช้สัญญาเงื่อนไข**

**ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

**โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.**

ปริญญาานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2544.

อารี พันธุ์มณี. **ความคิดสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง, 2542.

อารี พันธุ์มณี. **คิดอย่างสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ: บริษัท เลิฟ แอนด์ ลิฟ เพรส จำกัด, 2540.

อุษณีย์ โพธิสุข. “การสอนแบบ 4 mat system: เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” **สานปฏิรูป.**

1(11) : พฤศจิกายน, 62, 2542.

## ภาษาอังกฤษ

- Anna Craft. **Creative Across the Primary Curriculum**. London and New York: The Taylor and Francis Group, 1999.
- Balka, Don Stephen. "Using Research in Teaching : Creative Ability in Mathematics" **Arithmetic Teacher**. 21(7): 633-636; November, 1974.
- Balka, Don Stephen. The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in Mathematics. **Dissertation Abstracts International**, 1975:98-A
- Bowers, Patricia shane. "The Effect of the 4 MAT System on Achievement and Attitudes in Science." **Dissertation Abstracts International**. 1987: 194.
- Cropley. A.J. "Creative and Intelligence" **The British Journal of Educational Psychology**. 36(11): 259 – 266, 1996.
- Foster, G.W. and Penick, J.E. "Creativity in a Cooperative Group Setting," **Journal of Research in Science Teaching**. 22 (293): 89-92, January, 1985.
- Gallagher, Jame J. and Gallagher, Shelagh A. **Teaching the Gifted Child**. London: Allyn and Bacon, 1994.
- Gerhard, Murie. **Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcome Approach**. New York: Parker Publishing, 1971.
- Guilford, Joy Paul. **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw – Hill, 1967.
- Jensen, Linda Rac. . "The Relationships Among Mathematical Creativity, Numerical Aptitude and Mathematical Achievement" **Dissertation Abstracts International**. 1973: 2168 A.
- Lumsdaine, Edward and Lumsdaine, Monica. **Creative Problem Solving: Thinking Skill for A Changing Word**. New York: McGraw – Hill, 1995.
- McCarthy, Bernice. "A tale of learners : 4 MAT's learning styles." **Educational Leadership**. 54(3): 46 – 51, 1997.
- Osborn, Alex F. **Creative Imagination**. New York : Charles Serbners Sons, 1963.
- Roy. S. "Mathematical Creativity – can it be taught at an early age?." **International Journal of Mathematics Educational in Science and Techniques**. 13(2): 143 – 147, 1982.

Sangster, Sandrad and Shulman, Rhona. "Impact of the 4 MAT System as a Curriculum."

**Dissertation Abstracts International.** 1988: 71.

Torrance, E. Paul. **Guiding Creative Talent.** New Delhi: Prentice – Hall, Inc., 1962.

Ursin, Valerie Dee. "Effects of The 4 MAT System of Instruction on Achievement,

Product, and Attitudes Toward Science of Ninth – Grade Student." **Dissertation**

**Abstracts International.** 1995: 594 – A.

Wallach, Micheal A. and Kogan, Nathan. **Mode of thinking in young children.**

New York: Halt, Rinehart, & Winston, 1965.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. อาจารย์พนิดา ลองจ๋านงค์ | อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสมถวิล หัวหิน |
|----------------------------|---|

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์

- |   |  |
|---|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปนิดา ศิริกุลวิเชษฐ | อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัตติกา ตังธนกานนท์ | อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์ขนิษฐา คำทอน                    | หัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม  |

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์

- |   |  |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง       | อาจารย์ภาควิชามัธยมศึกษา<br>มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์         |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปนิดา ศิริกุลวิเชษฐ | อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัตติกา ตังธนกานนท์ | อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์<br>โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม |

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการสอน

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แผนการสอนที่ 4

วิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 012

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง พาราโบลา

จำนวน 2 คาบ

## 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบ 4 MAT
<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เขียนกราฟของสมการพาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดและแกนสมมาตรของกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของ <math>y</math> จากสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกลักษณะกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &gt; 0</math> และ <math>a &lt; 0</math></li> <li>บอกลักษณะกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a</math> เพิ่มขึ้นและลดลง</li> </ol>	<p>นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>เขียนกราฟของสมการพาราโบลาที่กำหนดด้วยสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกจุดสูงสุดหรือจุดต่ำสุดและแกนสมมาตรของกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกค่าสูงสุดหรือต่ำสุดของ <math>y</math> จากสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math></li> <li>บอกลักษณะกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &gt; 0</math> และ <math>a &lt; 0</math></li> <li>บอกลักษณะกราฟของสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a</math> เพิ่มขึ้นและลดลง</li> <li>นำความรู้เกี่ยวกับสมการพาราโบลา <math>y = a(x-h)^2 + k</math> ไปหาข้อสรุปและสร้างโจทย์ได้</li> </ol>

## 2. สาระสำคัญ

กราฟของพาราโบลา  $y = a(x-h)^2 + k$  เมื่อ  $a \neq 0$  มีลักษณะดังนี้

- เมื่อ  $a > 0$  เป็นกราฟของพาราโบลาหงาย มีเส้นตรง  $x = h$  เป็นแกนสมมาตร และมีจุดต่ำสุดของกราฟอยู่ที่จุด  $(h, k)$
- เมื่อ  $a < 0$  เป็นกราฟของพาราโบลาคว่ำ มีเส้นตรง  $x = h$  เป็นแกนสมมาตร และมีจุดสูงสุดของกราฟอยู่ที่จุด  $(h, k)$

### 3. เนื้อหา

1. สมการพาราโบลา  $y = a(x-h)^2 + k$  เมื่อ  $a > 0$  กราฟจะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นพาราโบลารูปหงาย
2.  $(h, k)$  เป็นจุดต่ำสุดของกราฟ
3. ค่าต่ำสุดของ  $y$  คือ  $k$
4. เส้นตรง  $x = h$  เป็นแกนสมมาตรของกราฟ
5. ถ้าค่า  $a$  น้อยลงกราฟจะกว้างขึ้น ถ้าค่า  $a$  มากขึ้นกราฟจะแคบลง

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนตารางแสดงค่า  $x$  และ  $y$  เมื่อ  $y = (x+2)^2 - 1$  ,  $y = (x-1)^2 + 2$  และ

$y = \frac{1}{2}(x-1)^2 + 2$  พร้อมทั้งวาดกราฟของสมการลงบนแกนคู่เดียวกัน

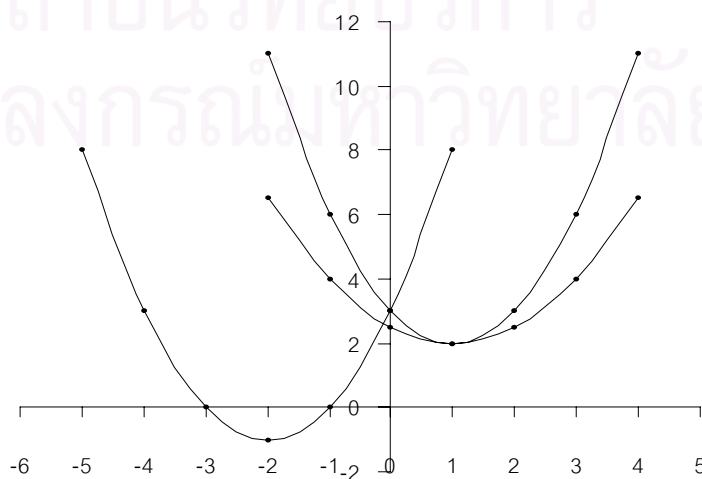
วิธีทำ เขียนตารางแสดงค่า  $x$  และ  $y$  ได้ดังนี้

$x$	-5	-4	-3	-2	-1	0	1
$y = (x+2)^2 - 1$	8	3	0	-1	0	3	8

$x$	-2	-1	0	1	2	3	4
$y = (x-1)^2 + 2$	11	6	3	2	3	6	11

$x$	-2	-1	0	1	2	3	4
$y = \frac{1}{2}(x-1)^2 + 2$	$6\frac{1}{2}$	4	$2\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	4	$6\frac{1}{2}$

วาดกราฟของสมการได้ดังนี้



2. สมการพาราโบลา  $y = a(x-h)^2 + k$  เมื่อ  $a < 0$  กราฟจะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นพาราโบลารูปคว่ำ
2.  $(h, k)$  เป็นจุดสูงสุดของกราฟ
3. ค่าสูงสุดของ  $y$  คือ  $k$
4. เส้นตรง  $x = h$  เป็นแกนสมมาตรของกราฟ
5. ถ้าค่า  $a$  น้อยลงกราฟจะแคบลง ถ้าค่า  $a$  มากขึ้นกราฟจะกว้างขึ้น

ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนตารางแสดงค่า  $x$  และ  $y$  เมื่อ  $y = -(x+2)^2 - 1$  ,  $y = -(x-1)^2 + 2$  และ

$y = -\frac{1}{2}(x-1)^2 + 2$  พร้อมทั้งวาดกราฟของสมการลงบนแกนคู่เดียวกัน

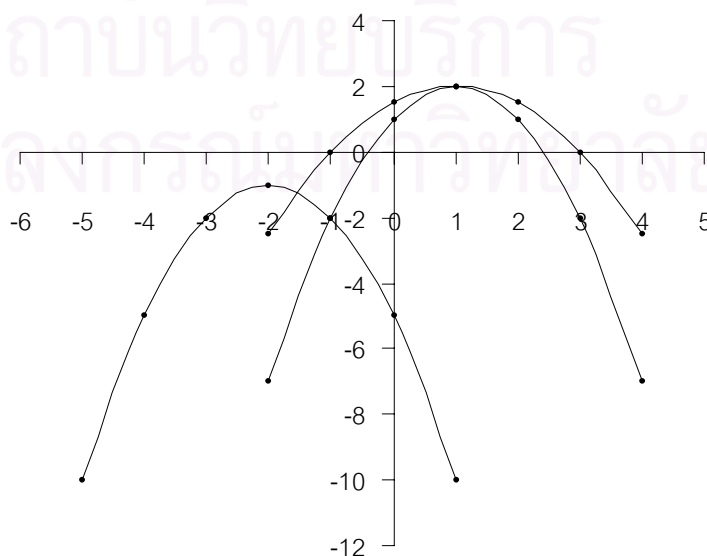
วิธีทำ เขียนตารางแสดงค่า  $x$  และ  $y$  ได้ดังนี้

$x$	-5	-4	-3	-2	-1	0	1
$y = -(x+2)^2 - 1$	-10	-5	-2	-1	-2	-5	-10

$x$	-2	-1	0	1	2	3	4
$y = -(x-1)^2 + 2$	-7	-2	1	2	1	-2	-7

$x$	-2	-1	0	1	2	3	4
$y = -\frac{1}{2}(x-1)^2 + 2$	$-2\frac{1}{2}$	0	$1\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	0	$-2\frac{1}{2}$

วาดกราฟของสมการได้ดังนี้



ตัวอย่างที่ 3 ให้นักเรียนหาสมการของพาราโบลาซึ่งกราฟผ่านจุด (0,0) และมีจุดยอดที่ (4,9)

วิธีทำ สมการของพาราโบลาอยู่ในรูป  $y = a(x - h)^2 + k$

ดังนั้นพาราโบลาซึ่งมีจุดยอดที่ (4,9) คือ  $y = a(x - 4)^2 + 9$

จากกราฟของสมการนี้ผ่านจุด (0,0)

$$\text{จะได้ } 0 = a(0 - 4)^2 + 9$$

$$0 = 16a + 9$$

$$\therefore a = -\frac{9}{16}$$

$$\text{ดังนั้นสมการของพาราโบลา คือ } y = -\frac{9}{16}(x - 4)^2 + 9$$

#### 4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน แบบ 4 MAT
<p>1. <u>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</u> ให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะของกราฟ <math>y = a(x - h)^2</math> แกนสมมาตรของกราฟ จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของกราฟ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของกราฟ และลักษณะของกราฟเมื่อค่า <math>a</math> เปลี่ยนไป</p> <p>2. <u>ขั้นสอน</u> 1. ครูยกตัวอย่างสมการ <math>y = a(x - h)^2 + k</math> ดังตัวอย่างที่ 1 แล้วให้นักเรียนเขียนค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ลงในตาราง พร้อมทั้งวาดกราฟลงบนกระดาษกราฟ</p> <p>2. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้จากตัวอย่างที่ 1 เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าสมการ <math>y = a(x - h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &gt; 0</math> แล้วกราฟมีลักษณะเป็นพาราโบลาหงาย มีจุดต่ำสุดที่ <math>(h, k)</math> มีแกนสมมาตร คือ เส้นตรง <math>x = h</math> มีค่าต่ำสุดที่ <math>y = k</math> และถ้าค่า <math>a</math> น้อยลงกราฟจะกว้างขึ้น ถ้าค่า <math>a</math> มากขึ้น</p>	<p><u>ขั้นที่ 1</u> (สร้างประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ – สมองซีกขวา) ให้นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับลักษณะของกราฟ <math>y = a(x - h)^2</math> แกนสมมาตรของกราฟ จุดสูงสุดและจุดต่ำสุดของกราฟ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของกราฟ และลักษณะของกราฟเมื่อค่า <math>a</math> เปลี่ยนไป</p> <p><u>ขั้นที่ 2</u> (วิเคราะห์ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ – สมองซีกซ้าย) ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบของสมการพาราโบลาแตกต่างไปจาก <math>y = x^2</math>, <math>y = ax^2 + k</math> และ <math>y = a(x - h)^2</math></p> <p><u>ขั้นที่ 3</u> (ปรับประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดรวบยอด – สมองซีกขวา) ให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ลักษณะของกราฟ <math>y = a(x - h)^2 + k</math> โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกับลักษณะของกราฟ <math>y = ax^2</math>, <math>y = ax^2 + k</math> และ <math>y = a(x - h)^2</math> ที่เคยเรียนมาแล้ว</p> <p><u>ขั้นที่ 4</u> (พัฒนาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ – สมองซีกซ้าย) ครูยกตัวอย่าง</p>

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน แบบ 4 MAT
<p>กราฟจะแคบลง</p> <p>3. ครูยกตัวอย่างสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> ดังตัวอย่างที่ 2 แล้วให้นักเรียนเขียนค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ลงในตาราง พร้อมทั้งวาดกราฟลงบนกระดาษกราฟ</p> <p>4. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้จากตัวอย่างที่ 2 เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &lt; 0</math> แล้วกราฟมีลักษณะเป็นพาราโบลาคว่ำ มีจุดสูงสุดที่ <math>(h, k)</math> มีแกนสมมาตร คือ เส้นตรง <math>x = h</math> มีค่าสูงสุดที่ <math>y = k</math> และถ้าค่า <math>a</math> น้อยลงกราฟจะแคบลง ถ้าค่า <math>a</math> มากขึ้นกราฟจะกว้างขึ้น</p> <p>5. ให้นักเรียนจับคู่ทำตัวอย่างที่ 3 เป็นแบบฝึกหัด จากนั้นครูสุ่มนักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล โดยครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง</p> <p>3. <u>ขั้นสรุป</u></p> <p>1. ให้นักเรียนสรุปลักษณะของกราฟ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> โดยตอบคำถามต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แกนสมมาตรของกราฟคือเส้นตรงใด</li> <li>2) ถ้า <math>a &gt; 0</math> กราฟจะมีลักษณะอย่างไร</li> <li>3) ถ้า <math>a &lt; 0</math> กราฟจะมีลักษณะอย่างไร</li> <li>4) จากสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> จะมีค่าสูงสุดเมื่อใดและมีค่าต่ำสุดเมื่อใด</li> <li>5) จุดสูงสุด หรือจุดต่ำสุดของกราฟคือจุดใด</li> </ol>	<p>สมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> ดังตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2 แล้วให้นักเรียนเขียนค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ลงในตาราง พร้อมทั้งวาดกราฟลงบนกระดาษกราฟ จากนั้นครูถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้จากตัวอย่างที่ 1 เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &gt; 0</math> แล้วกราฟมีลักษณะเป็นพาราโบลาหงาย มีจุดต่ำสุดที่ <math>(h, k)</math> มีแกนสมมาตร คือ เส้นตรง <math>x = h</math> มีค่าต่ำสุดที่ <math>y = k</math> และถ้าค่า <math>a</math> น้อยลงกราฟจะกว้างขึ้น ถ้าค่า <math>a</math> มากขึ้นกราฟจะแคบลง และจากตัวอย่างที่ 2 เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าสมการ <math>y = a(x-h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a &lt; 0</math> แล้วกราฟมีลักษณะเป็นพาราโบลาคว่ำ มีจุดสูงสุดที่ <math>(h, k)</math> มีแกนสมมาตร คือ เส้นตรง <math>x = h</math> มีค่าสูงสุดที่ <math>y = k</math> และถ้าค่า <math>a</math> น้อยลงกราฟจะแคบลง ถ้าค่า <math>a</math> มากขึ้นกราฟจะกว้างขึ้น</p> <p><u>ขั้นที่ 5</u> (ลงมือปฏิบัติและพัฒนาแนวคิด – สมองซีกซ้าย) ให้นักเรียนจับคู่ทำตัวอย่างที่ 3 เป็นแบบฝึกหัด จากนั้นครูสุ่มตัวอย่างนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำบนกระดาน โดยครูและนักเรียนที่เหลือช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง</p> <p><u>ขั้นที่ 6</u> (สร้างผลงานตามความถนัด – สมองซีกขวา) ให้นักเรียนจับคู่ร่วมกันสร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับสมการพาราโบลา <math>y = a(x-h)^2 + k</math> พร้อมทั้งอธิบายลักษณะของกราฟและวาดกราฟเฉลยลงในใบงานที่ 1</p> <p><u>ขั้นที่ 7</u> (วิเคราะห์ชิ้นงานและแนวทางในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ – สมองซีกซ้าย)</p>

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน แบบ 4 MAT
<p>6) เมื่อค่า <math>a</math> เพิ่มขึ้นกราฟมีลักษณะอย่างไร และค่า <math>a</math> ลดลงกราฟมีลักษณะอย่างไร</p> <p>2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 4.4 ก หน้า 122 – 123 และแบบฝึกหัด 4.4 ข หน้า 125 – 126 ในหนังสือเรียนเป็นการบ้าน</p>	<p>ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 คน เพื่อบอกการนำไปใช้จากการเรียนเรื่องสมการพาราโบลา <math>y = a(x - h)^2 + k</math> เมื่อ <math>a \neq 0</math> ลงในใบงานที่ 2 [ดังตัวอย่างต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การเขียนกราฟโดยหาค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ข้างใดข้างหนึ่งของแกนสมมาตร เช่น หาค่า <math>x</math> และ <math>y</math> ด้านซ้ายของแกนสมมาตร และพับกระดาษตามแกนสมมาตรก็จะได้กราฟของพาราโบลาที่ต้องการ</li> <li>2. การเขียนกราฟที่ต้องการให้กราฟกว้างมากๆ ควรเลือกค่า <math>a</math> ที่ทำให้ <math> a </math> มีค่าน้อยๆ หรือต้องการให้กราฟแคบมากๆ ควรเลือกค่า <math>a</math> ที่ทำให้ <math> a </math> มีค่ามากๆ</li> <li>3. การเขียนกราฟของสมการ <math>y = a(x - h)^2 + k</math> สามารถใช้กราฟของสมการ <math>y = ax^2</math> โดยการใช้การเลื่อนกราฟไปทางซ้ายและขวาตามแนวแกน <math>x</math> ตามค่า <math>h</math> ที่เปลี่ยนไป และเลื่อนกราฟไปตามแนวแกน <math>y</math> ตามค่า <math>k</math> ที่เปลี่ยนไป</li> <li>4. การเขียนกราฟ <math>y = a(x - h)^2 + k</math> เมื่อเขียนกราฟของ <math>a</math> เป็นบวกแล้วจะสามารถเขียนกราฟของ <math>a</math> เป็นลบได้โดยพับกระดาษตามแนวเส้นตรง <math>x = k</math></li> </ol> <p><u>ขั้นที่ 8</u> (แลกเปลี่ยนประสบการณ์ – สมองซึกขวา) ให้นักเรียนนำเสนอผลการอภิปรายกลุ่มย่อย เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้จากการอภิปราย แล้วครูให้นักเรียนสรุปความรู้ทั้งหมดอีกครั้งจากผลการแลกเปลี่ยนความรู้นั้น</p>

## 5. สื่อการเรียนการสอน

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบ 4 MAT
1. กระดาษกราฟ	1. กระดาษกราฟ 2. ใบงานที่ 1 และ 2

## 6. การวัด

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบ 4 MAT
1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. ตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียน	1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. ตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียน 4. สังเกตจากการสร้างโจทย์และการหาข้อสรุป จากเรื่องที่เรียน

## 7. การประเมินผล

แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบ 4 MAT
1. นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2. นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำ กิจกรรมเป็นอย่างดี และสามารถวาดกราฟ ได้ถูกต้อง สวยงาม 3. นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง	1. นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง 2. นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำ กิจกรรมเป็นอย่างดี และสามารถวาดกราฟ ได้ถูกต้อง สวยงาม 3. นักเรียนส่วนใหญ่ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง 4. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างโจทย์ที่ แปลกใหม่ได้ (ดังตัวอย่างที่แนบมา) โดยการนำความรู้เรื่องพาราโบลาที่เรียนไป ประยุกต์กับเรื่องอื่น เช่น เรื่องรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม และเรื่องระบบ สมการ เป็นต้น และสามารถบอกประโยชน์ จากการเรียนเรื่องนี้ได้ครบถ้วนตามที่ระบุไว้ และยังสามารถบอกเพิ่มเติมคือ นำไปใช้ ประโยชน์ในการเรียนเรื่องการแปรผัน และ



แบบปกติ	แบบเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบ 4 MAT
	เรื่องพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พร้อมทั้ง ยกตัวอย่างประกอบ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ใบงานที่ 1

ชื่อ 1. .... เลขที่.....

2. .... เลขที่.....

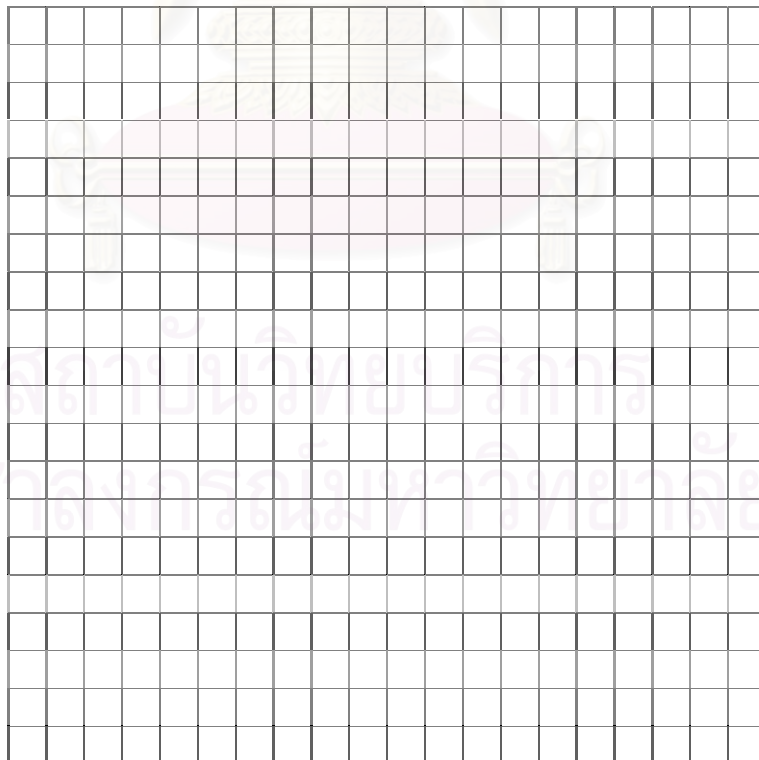
===== :

จงสร้างโจทย์คณิตศาสตร์เกี่ยวกับสมการพาราโบลา  $y = a(x - h)^2 + k$  พร้อมทั้งอธิบาย  
ลักษณะของกราฟและวาดกราฟเฉลย

โจทย์.....  
.....  
.....

- ลักษณะของกราฟ
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

วาดกราฟเพื่อเฉลยได้ดังนี้



## ใบงานที่ 2

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

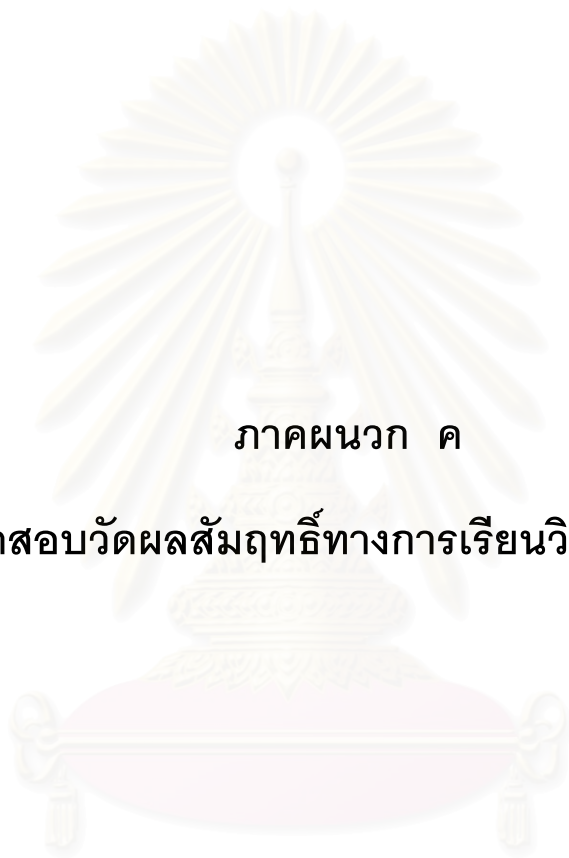
===== :

จงบอกประโยชน์จากการเรียนเรื่องสมการพาราโบลา  $y = a(x - h)^2 + k$  พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

1.....  
 .....  
 .....  
 .....

2.....  
 .....  
 .....  
 .....

สถาบันวิทยาริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา \ พฤติกรรม	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	รวม	อันดับ
1. บอกเงื่อนไขของสมการพาราโบลา	1 (1)				1	5
2. บอกลักษณะของสมการพาราโบลาเมื่อกำหนดเงื่อนไขต่างๆ	1 (2)	1 (3)	4 (4 - 7)	3 (8 - 10)	9	1
3. เขียนและอ่านกราฟของสมการพาราโบลา $y = ax^2 + bx + c$ เมื่อ $a \neq 0$			2 (11 - 12)	1 (13)	3	4
4. แก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวกับสมการพาราโบลา			6 (14 - 19)	1 (20)	7	2
5. เขียนผลลัพธ์ทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองสุ่ม			5 (21 - 25)		5	3
6. เขียนเหตุการณ์ที่กำหนดให้		1 (26)	4 (27 - 30)		5	3
7. หาคความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ผลทั้งหมดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองสุ่มแต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าๆ กัน			6 (31 - 36)	1 (37)	7	2
8. บอกสมบัติของความน่าจะเป็น	1 (38)	1 (39)	1 (40)		3	4
รวม	3	3	28	6	40	
อันดับ	3	3	1	2		

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง ( $R_H$ ) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ ( $R_L$ ) ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อที่	$R_H$	$R_L$	P	r
1	16	7	0.48	0.38
2	14	7	0.44	0.29
3	15	4	0.4	0.46
4	13	3	0.33	0.42
5	17	5	0.46	0.5
6	16	9	0.52	0.29
7	13	5	0.38	0.33
8	10	3	0.27	0.29
9	19	11	0.63	0.33
10	17	6	0.48	0.46
11	14	4	0.38	0.42
12	15	6	0.44	0.38
13	18	8	0.54	0.42
14	13	4	0.35	0.38
15	15	10	0.52	0.21
16	11	6	0.35	0.21
17	14	4	0.38	0.42
18	12	7	0.4	0.21
19	13	8	0.44	0.21
20	11	4	0.31	0.29
21	12	4	0.33	0.33
22	15	3	0.38	0.5
23	14	6	0.42	0.33
24	15	3	0.38	0.5
25	15	7	0.46	0.33

ข้อที่	$R_H$	$R_L$	P	r
26	12	4	0.33	0.33
27	15	7	0.46	0.33
28	15	9	0.5	0.25
29	15	6	0.44	0.38
30	21	15	0.75	0.25
31	16	5	0.44	0.46
32	13	5	0.38	0.33
33	15	3	0.38	0.5
34	19	9	0.58	0.42
35	17	9	0.54	0.33
36	14	4	0.38	0.42
37	17	1	0.38	0.67
38	18	13	0.65	0.21
39	13	3	0.33	0.42
40	21	11	0.67	0.42

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่องพาราโบลา และความน่าจะเป็น

=====

คำชี้แจง

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 8 หน้า จำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลาทำ 60 นาที
2. ข้อสอบแต่ละข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย  $\times$  ลงใน  ให้ตรงกับข้อนั้นๆ ในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็นข้อ ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	<del><math>\times</math></del>			$\times$

4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใดๆ ลงในข้อสอบ และคืนข้อสอบเมื่อสอบเสร็จ
5. ถ้ามีปัญหาใดๆ ให้สอบถามผู้คุมสอบ

=====

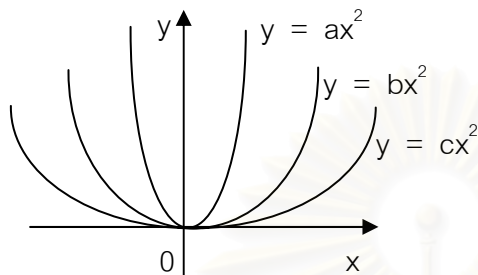
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



1. กำหนดให้  $a, b, c$  คือค่าคงตัว เงื่อนไขข้อใดต่อไปนี่ที่ทำให้ความสัมพันธ์  $y = ax^2 + bx + c$  ไม่ใช่พาราโบลา

- ก.  $a > 0, b = 0, c < 0$
- ข.  $a = 0, b \neq 0, c > 0$
- ค.  $a < 0, b \neq 0, c = 0$
- ง.  $a \neq 0, b > 0, c \neq 0$

2. จากรูปเป็นกราฟของ  $y = ax^2, y = bx^2$  และ  $y = cx^2$  เมื่อ  $a, b, c > 0$



เงื่อนไขในข้อใดต่อไปนี่ถูก

- ก.  $a = b = c$
- ข.  $a < b < c$
- ค.  $a > b > c$
- ง.  $c > b > a$

3. กราฟของสมการ  $y = 3 - 4x - 2x^2$  คือข้อใด

- ก.
- ข.
- ค.
- ง.

4. จากกราฟของสมการ  $y = ax^2 + bx + c$  เมื่อ  $a \neq 0$  มีจุด  $(-3, 6)$  เป็นจุดต่ำสุดของกราฟ ข้อความต่อไปนี่ข้อใดผิด

- ก.  $x = 3$  เป็นแกนสมมาตร
- ข. ค่าต่ำสุดของ  $y = 6$
- ค. กราฟไม่ตัดแกน  $x$
- ง. เป็นกราฟพาราโบลารูปหงาย

5. สมการในข้อใดที่กราฟมีจุดต่ำสุด

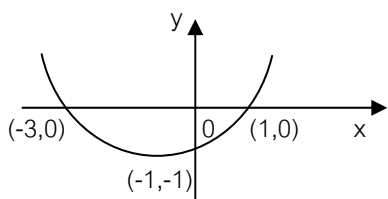
- ก.  $y + 1 = 2x^2$
- ข.  $y - 4 = -9x^2$
- ค.  $2 + y = -x^2$
- ง.  $5 - y = 2x^2$

6. ค่าสูงสุดของ  $y$  จากสมการ  $y = 8 - 2x - x^2$  คือข้อใด

- ก.  $-9$
- ข.  $9$
- ค.  $-10$
- ง.  $10$



12. จากรูปเป็นกราฟของ  $y = ax^2 + bx + c$  แล้วค่า  $a$ ,  $b$  และ  $c$  ตามลำดับมีค่าตรงกับข้อใด



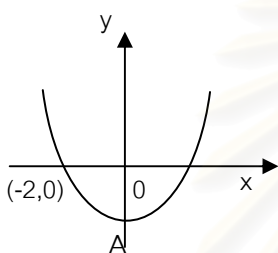
ก. 4, 4 และ 2

ข.  $\frac{1}{3}$ ,  $-\frac{3}{4}$  และ  $\frac{1}{2}$

ค.  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  และ  $-\frac{3}{4}$

ง.  $\frac{1}{2}$ ,  $-\frac{1}{4}$  และ  $\frac{3}{4}$

13. กราฟของสมการ  $y = x^2 - 2x + k$  ดังภาพ จุด A ตรงกับข้อใด



ก. (1, -12)

ข. (1, -15)

ค. (1, -9)

ง. (1, -10)

14. กราฟของสมการ  $y = -3x^2 + kx + 1$  มีเส้นตรง  $3x + 1 = 0$  เป็นแกนสมมาตร แล้ว  $k$  มีค่าตรงกับข้อใด

ก. -1

ข. 1

ค. -2

ง. 2

15. พหุคูณกำลังที่กำหนดด้วยสมการ  $y = x^2 + 2x + 5$  แล้ว  $y$  จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ  $x$  มีค่าเท่าไร

ก. 1

ข. -1

ค. 2

ง. -2

16. ถ้าพหุคูณกำลังที่กำหนดด้วยสมการ  $y = ax^2 + bx + c$  เมื่อ  $a$ ,  $b$  และ  $c$  เป็นจำนวนจริง และ  $a \neq 0$  ตัดแกน  $x$  ที่จุด  $(-1, 0)$  และ  $(5, 0)$  และมีจุดต่ำสุดที่จุด  $(2, -9)$  แล้ว สมการ  $y = ax^2 + bx + c$  สอดคล้องกับข้อใด

ก.  $y = x^2 + 4x - 5$

ข.  $y = x^2 - 4x + 5$

ง.  $y = 5 - 4x - x^2$

ง.  $y = x^2 - 4x - 5$





32. ทอดลูกเต๋า 2 ลูกพร้อมกัน ความน่าจะเป็นที่จะได้ผลรวมของแต้มอย่างมากที่สุด 4 คือเท่าไร
- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ก. $\frac{1}{4}$ | ข. $\frac{1}{3}$  |
| ค. $\frac{1}{6}$ | ง. $\frac{1}{12}$ |
33. เลข 6 หลักคือ 27k951 เมื่อ k เป็นจำนวนใดๆ จงหาจำนวนเหตุการณ์ที่จำนวนนี้หารด้วย 3 ลงตัว
- |      |      |
|------|------|
| ก. 3 | ข. 4 |
| ค. 5 | ง. 6 |
34. ในการปาเป้า 2 ครั้งของนาวิน จงหาความน่าจะเป็นที่เขาจะปาถูกเป้า 1 ครั้ง และปาไม่ถูกเป้า 1 ครั้ง
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{1}{4}$ | ข. $\frac{1}{2}$ |
| ค. $\frac{3}{4}$ | ง. $\frac{1}{3}$ |
35. โยนเหรียญชนิดเดียวกัน 4 อัน พร้อมกัน ความน่าจะเป็นที่เหรียญจะออกหัว 3 อัน เป็นเท่าใด
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{1}{2}$ | ข. $\frac{1}{3}$ |
| ค. $\frac{1}{4}$ | ง. $\frac{1}{5}$ |
36. ครอบครัวหนึ่งต้องการมีบุตร 3 คน ความน่าจะเป็นที่จะมีบุตรชายอย่างน้อย 1 คน จะเป็นเท่าใด
- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ก. $\frac{1}{8}$ | ข. $\frac{3}{8}$ |
| ค. $\frac{5}{8}$ | ง. $\frac{7}{8}$ |
37. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นเท็จ
- การทอดลูกเต๋า 2 ลูก ให้ได้หน้าเหมือนกันทำยากกว่าให้ได้หน้าต่างกัน
  - ถ้าความน่าจะเป็นที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์อย่างหนึ่งเป็น 1 หมายถึง เหตุการณ์นั้นเกิดแน่นอน
  - ถ้าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์อย่างหนึ่งเป็น 0 หมายถึง เหตุการณ์นั้นไม่มีทางเกิดขึ้นได้เลย
  - ความน่าจะเป็นที่จะโยนเหรียญ 3 ครั้งให้ได้หัว 1 ครั้ง มีค่าเท่ากับ  $\frac{1}{3}$

38. ข้อใดถูกต้อง

ก.  $P(S) = 1$

ข.  $0 \leq P(A) \leq 1$

ค.  $P(A') = 1 - P(A)$

ง. ถูกต้องทุกข้อ

39. ข้อใดต่อไปนี้เป็นค่าของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใดๆ

ก. 0

ข. 1

ค.  $\sqrt{\frac{3}{\pi}}$

ง. 1.00001

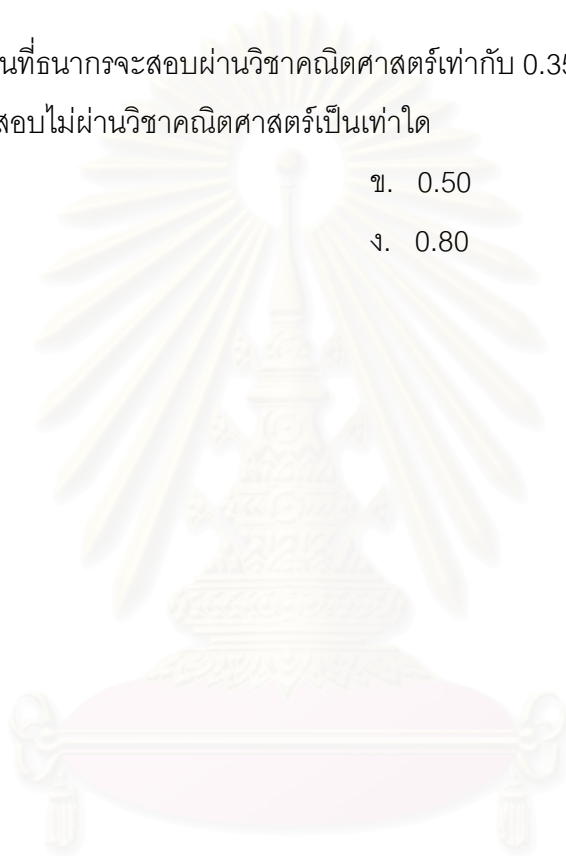
40. ความน่าจะเป็นที่ธนากรจะสอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.35 ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่  
นายธนากรจะสอบไม่ผ่านวิชาคณิตศาสตร์เป็นเท่าใด

ก. 0.35

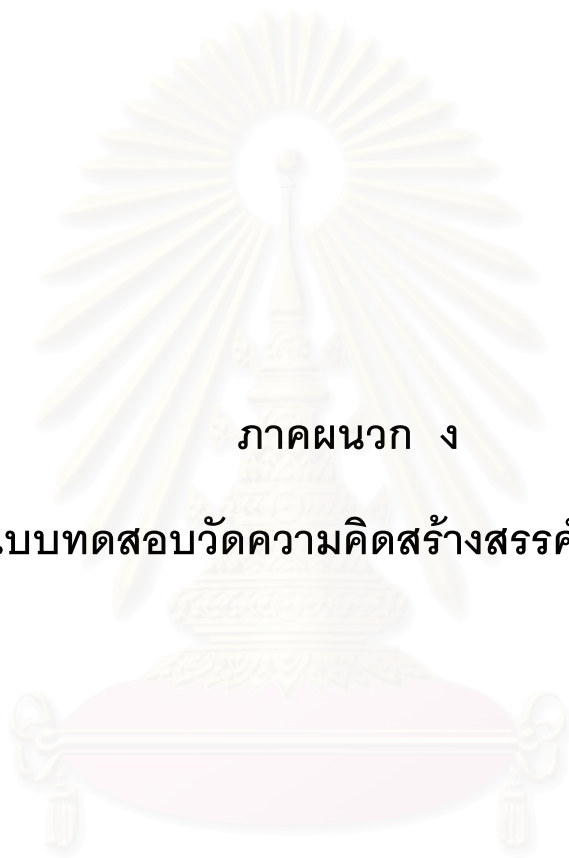
ข. 0.50

ค. 0.65

ง. 0.80



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 7 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จาก  
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 1 จำนวน 4 ข้อ

ข้อที่	P	r
1	0.49	0.45
2	0.67	0.29
3	0.61	0.21
4	0.63	0.29

ตารางที่ 8 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของคะแนนที่ได้จาก  
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ชุดที่ 2 จำนวน 4 ข้อ

ข้อที่	P	r
1	0.37	0.38
2	0.64	0.36
3	0.6	0.2
4	0.62	0.3

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชุดก่อนการทดลองและหลังการทดลอง**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่ให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 4 ข้อ ในเวลา 60 นาที

=====

1. ข้อ 1 ชุดก่อนการทดลอง

สมศักดิ์มีเงินดังนี้

เหรียญห้าสิบบาท	8	เหรียญ
เหรียญบาท	5	เหรียญ
เหรียญห้าบาท	11	เหรียญ
เหรียญสิบบาท	5	เหรียญ

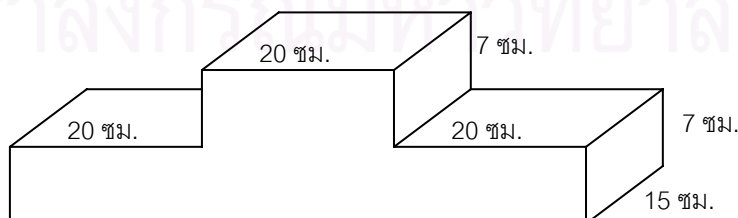
สินค้าต่างๆ มีราคา ดังนี้

นมกล่องละ	8.50	บาท
แซนวิชชิ้นละ	15	บาท
นมเปรี้ยวกล่องละ	5.50	บาท

จงใช้ข้อมูลดังกล่าวสร้างโจทย์ปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ พร้อมทั้งหาคำตอบโดยไม่ต้องแสดงวิธีทำ

2. ข้อ 3 ชุดหลังการทดลอง

จากรูป ให้นักเรียนหาปริมาตรของทรงสามมิติที่กำหนดโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันให้ได้มากที่สุดและแสดงวิธีการหาปริมาตรนั้น พร้อมทั้งวาดรูปประกอบ



## ตัวอย่างกระดาษคำตอบ

ชื่อ.....เลขที่.....

1. โจทย์ที่ 1 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 2 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 3 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 4 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 5 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 6 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 7 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 8 .....

.....  
.....ตอบ.....

โจทย์ที่ 9 .....

.....  
.....ตอบ.....

2. วิธีที่ 1 วาดภาพประกอบได้ดังนี้

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ .....

วิธีที่ 2 วาดภาพประกอบได้ดังนี้

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ .....

วิธีที่ 3 วาดภาพประกอบได้ดังนี้

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ .....

วิธีที่ 4 วาดภาพประกอบได้ดังนี้

วิธีทำ.....

.....

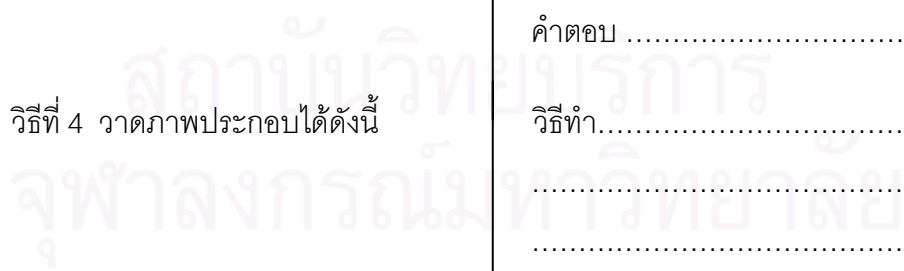
.....

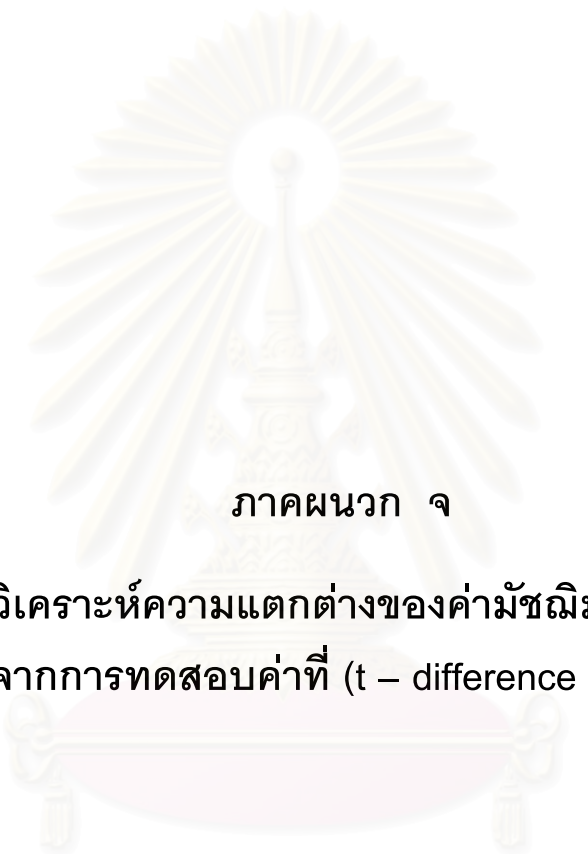
.....

.....

.....

คำตอบ .....





ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต  
จากการทดสอบค่าที (t – difference score)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยการทดสอบค่าที (t – difference score)

$$\text{จาก } s^2 = 20.73$$

$$s_{MD_1-MD_2} = \sqrt{\frac{s^2}{N_1} + \frac{s^2}{N_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{20.73}{50} + \frac{20.73}{47}}$$

$$= 0.92$$

แทนค่าในสูตร

$$t_{\text{difference score}} = \frac{MD_1 - MD_2}{s_{MD_1-MD_2}} ; df = N_1 + N_2 - 2$$

$$= \frac{14.50 - 8.65}{0.92} ; df = 50 + 47 - 2$$

$$= 6.35 ; df = 95$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนัฐริตา โพธิ์เพชร เกิดเมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2523 ที่อำเภอบ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ทั่วไป จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย