

ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์  
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง



นางสาวปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-334-520-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF THINKING TRAINING BASED ON BALKA'S IN MATHEMATICS  
ENRICHMENT TEACHING ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND  
ABILITY IN MATHEMATICAL CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA FOUR  
HIGH ACHIEVERS



Miss Piyalak Pothaworn

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 1999  
ISBN 974-334-520-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริม  
วิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

โดย นางสาวปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร

ภาควิชา มัธยมศึกษา


อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน


---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีคณะครุศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ อุทัยรัตน์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์)

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร : ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง (EFFECTS OF THINKING TRAINING BASED ON BALKA'S IN MATHEMATICS ENRICHMENT TEACHING ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND ABILITY IN MATHEMATICAL CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA FOUR HIGH ACHIEVERS)

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน , 140 หน้า. ISBN 974-334-520-5.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จากการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ในปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสภาราชนิ จังหวัดตรัง จำนวน 40 คน ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ แล้วทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา มัธยมศึกษา

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อผู้ผลิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 4183743527 MAJOR MATHEMATICS OF EDUCATION

KEY WORD: THINKING TRAINING BASED ON BALKA'S / MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT /

ABILITY IN MATHEMATICAL CREATIVITY / HIGH ACHIEVERS

PIYALAK POTHAWORN: EFFECTS OF THINKING TRAINING BASED ON BALKA'S IN  
MATHEMATICS ENRICHMENT TEACHING ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT  
AND ABILITY IN MATHEMATICAL CREATIVITY OF MATHAYOM SUKSA FOUR  
HIGH ACHIEVERS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PROMPAN UDOMSIN , 140 pp.  
ISBN 974-334-520-5.

The purposes of this research were :

1. to study the mathematics learning achievement of mathayom sukka four high achievers by thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching .
2. to compare the mathematics learning achievement of mathayom sukka four high achievers before and after thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching.
3. to compare the ability in mathematical creativity of mathayom sukka four high achievers before and after thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching.

The samples were 40 mathayom sukka four students with high mathematics learning achievement in 1999 academic year in Saparachinee School, Trang province. The samples received thinking training based on Balka's in Mathematics enrichment teaching. The mathematics learning achievement test and ability in mathematical creativity test were then administered to the samples. The data were analyzed by means of arithmetic means, standard deviation and t-test.

The research results were revealed that :


1. The mathayom sukka four high achievers who received thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching had mathematics learning achievement higher than the criteria of 85 percent.
2. The mathayom sukka four high achievers had higher mathematics learning achievement after received thinking training in enrichment teaching than that before received thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching at the 0.05 level of significance.
3. The mathayom sukka four high achievers had higher ability in mathematical creativity after received thinking training in enrichment teaching than that before received thinking training based on Balka's in mathematics enrichment teaching at the 0.05 level of significance.

ภาควิชา มัธยมศึกษา

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2542

ลายมือชื่อนิสิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ อุทัยรัตน์ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิมพันธ์ เดชะคุปต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณา ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการ ปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครู-อาจารย์ โรงเรียนต่าง ๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ และเก็บข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียน โรงเรียนสภาราชนี จังหวัดตรัง ซึ่งตัวอย่างประชากรที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูล

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความ ช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนจบการศึกษา

นางสาวปิยะลักษณ์ ไพธัถาวร

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
บทที่	
1    บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	6
สมมติฐานของการวิจัย .....	6
ขอบเขตของการวิจัย .....	8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	8
2    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	11
ความคิดสร้างสรรค์ .....	12
ความหมายและแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์ .....	12
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ .....	18
ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ .....	19
แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	22
ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา .....	25
การส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	29
การวัดความคิดสร้างสรรค์ .....	31
การสอนเสริม .....	34
ความหมายของการสอนเสริม .....	34
รูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ .....	36

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง .....	39
ลักษณะของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง .....	39
ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง .....	40
การจัดการเรียนการสอนนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียน คณิตศาสตร์สูง .....	44
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	48
งานวิจัยต่างประเทศ .....	48
งานวิจัยในประเทศ .....	52
3   วิธีดำเนินการวิจัย .....	57
การศึกษาค้นคว้า .....	57
ประชากรและตัวอย่างประชากร .....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	59
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	63
การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	71
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	72
4   ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	75
5   สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	81
สรุปผลการวิจัย .....	83
อภิปรายผลการวิจัย .....	83
ข้อเสนอแนะ .....	85
รายการอ้างอิง .....	86



สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก .....	94
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ .....	95
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	97
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	122
ประวัติผู้เขียน .....	140



สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลอง จำแนกตามระดับผลการเรียนและเพศ ..... 58
2	แสดงเนื้อหาที่ใช้ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์เพื่อฝึกคิดแบบของบาลกา ..... 62
3	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัชฌิม เลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนจำนวน 40 คน หลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 85 ..... 76
4	แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 ของคะแนนที่ได้จาก การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และร้อยละของ นักเรียนจำนวน 40 คน หลังการทดลอง ..... 77
5	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และค่าที่ ในการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 40 คน ก่อนการทดลองและหลัง การทดลอง ..... 78
6	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัชฌิม เลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ของความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนจำนวน 40 คน หลังการทดลอง ..... 79
7	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความสามารถ ในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นใน การคิด และความคิดริเริ่ม และค่าที่ ในการทดสอบความแตกต่างของความสามารถใน ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียน จำนวน 40 คน ก่อนการ ทดลองและหลังการทดลอง ..... 80
8	แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ..... 124

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
9	125
<p>แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง(<math>R_H</math>) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ (<math>R_L</math>) ค่าความยากง่าย(P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน</p>	
10	131
<p>แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย ฟังก์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ</p>	
11	136
<p>แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย ฟังก์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชุดที่ 2 จำนวน 10 ข้อ</p>	



## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกอยู่ในยุคข้อมูลข่าวสาร การแข่งขันของสังคมโลก ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคมและเทคโนโลยี ดังที่ รุ่ง แก้วแดง (2541 : 74) ได้กล่าวว่า “การทำให้ประเทศไทยสามารถแข่งขันในสังคมโลกได้ต้องสอนให้คนไทยรู้จักคิดวิเคราะห์ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์” ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) ที่มุ่งเน้นเรื่องการพัฒนาศักยภาพของคนไทยทุกคนตั้งแต่การเตรียมความพร้อมของเด็กปฐมวัยไปตลอดชีวิต โดยให้ความสำคัญแก่เด็กและสตรี ให้สามารถคิดวิเคราะห์บนหลักของเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโลกทัศน์กว้าง สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต และสามารถเผชิญกับสถานการณ์ใหม่ตลอดจนมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตสูงขึ้นและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2540 :33)

ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การสื่อสารและสังคมแห่งการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนต้องการที่จะพัฒนาศักยภาพของตนให้สูงขึ้น ทำให้การเรียนรู้ของคนไม่มีที่สิ้นสุด นักการศึกษาไทยได้มองเห็นถึงความต้องการดังกล่าว ดังจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ได้มีมาตรการในการจัดกระบวนการเรียนรู้ โดยให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเน้นการฝึกทักษะ กระบวนการคิด กระบวนการเผชิญสถานการณ์ สามารถจับประเด็น ค้นหาคำตอบ แก้ปัญหาได้ทันต่อกระแสการเปลี่ยนแปลง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ 2542 : 15) ในสภาพความเป็นจริงโดยทั่วไป นักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งความสามารถทางปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนั้น การจัดการศึกษาให้กับนักเรียนแต่ละคนจึงต้องแตกต่างกันตามความต้องการของนักเรียนด้วย เพื่อเป็นการพัฒนาทรัพยากรคนของชาติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นได้ว่าในสถานศึกษาหนึ่ง ๆ ย่อมจะมีนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษอยู่เสมอ โดยจัดว่าเป็นบุคคลกลุ่มหนึ่งที่ต้องการโอกาสในการพัฒนาสติปัญญาที่มีอยู่ให้เต็มขีดความสามารถของตน ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญประการหนึ่งที่นักการศึกษาไม่ควรมองข้าม

นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จัดเป็นนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีความต้องการพิเศษประเภทหนึ่ง กล่าวคือ เป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงกว่านักเรียนปกติโดยทั่วไป จึงต้องการโอกาสในการพัฒนาสติปัญญา ความสามารถของตนที่มีอยู่ให้สูงขึ้น และในการพิจารณาจัดบริการทางการศึกษาเพื่อพัฒนาสติปัญญาความสามารถของเด็กที่มีความต้องการพิเศษนั้น ต้องอาศัยความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นแนวทางในการปฏิบัติ ซึ่ง ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529:1) ให้ความเห็นว่า "วิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคนให้มีความสามารถระดับสูง เพื่อเป็นกำลังที่เข้มแข็งของชาติในอนาคตก็คือ ต้องมีการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเพื่อให้เขาได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มที่" จะเห็นว่ารัฐบาลได้มองเห็นความสำคัญของการจัดการศึกษาพิเศษสำหรับเด็กที่มีความสามารถสูงเช่นนี้ ดังที่ ปรากฏในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544) ได้มีการวางนโยบายสนับสนุนให้มีการประสานงานระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการค้นคว้า การวิจัย การสาธิต การสอน และการแนะนำวิธีการปฏิบัติต่อเด็กปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ไว้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของคนในประเทศให้สูงขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2540 :34)

จากที่กล่าวมา นับได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จัดเป็นนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ ฉะนั้น จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้เขาเหล่านั้นได้พัฒนาความสามารถของตนจนเต็มศักยภาพของแต่ละบุคคล ซึ่ง โจเซฟ เอส เรนซูลลี (Joseph S. Renzulli, 1978b:184) กล่าวว่า " นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีลักษณะเด่น 3 ประการคือ ความสามารถเหนือบุคคลธรรมดา (above-average ability) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (Task commitment) และมีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) " และ โรเบิร์ต เจ สเติร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg ,1988b:45) ได้แบ่งประเภทของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านการคิดวิเคราะห์ คือ นักเรียนที่มีทักษะในการคิดแยกแยะปัญหา และเข้าใจส่วนต่าง ๆ ของปัญหา
2. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านการสังเคราะห์ คือนักเรียนที่มีความคิดลึกซึ้ง มีความคิดสร้างสรรค์ และมีความคิดที่แปลกใหม่
3. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านฝีมือ คือนักเรียนที่นำความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ไปสู่การปฏิบัติด้วยความชำนาญ

ทบวงการศึกษาระดับประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Office of Education 1972 ,cited in Sidney P. Marland 1978 :4) ได้ให้ความหมายของเด็กเก่ง (Gifted child) และเด็กความสามารถพิเศษ (Talented child) ไว้ว่า คือเด็กที่มีความสามารถในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านรวมกัน ได้แก่

1. ความสามารถทางด้านสติปัญญาทั่วไป (Intellectual Ability)
2. ความถนัดเฉพาะวิชา (Specific Academic – Aptitude)
3. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative and Productive Thinking)
4. ความสามารถในการเป็นผู้นำ (Leadership Ability)
5. ความสามารถทางศิลปะ การแสดงและการดนตรี (Visual and Performing Arts)

การสอนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยเช่นกัน ซึ่งการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูจะต้องคำนึงถึง ดังเช่น สากร บุญดาว (2539 :16) ได้กล่าวว่า

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์จะให้ผลสัมฤทธิ์สูงสุดควรพิจารณาความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนย่อมมีผลต่อการสอนของครูและการสอนของครูย่อมมีอิทธิพลต่อการเรียนของนักเรียนทั้งด้านเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีการจัดในรูปแบบต่าง ๆ ดังที่เชอเลย์ ดับเบิลยู ซีฟเวอร์ (Shirley W. Schiever ,1991:99) ได้กล่าวถึงการจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไว้ 2 ประเภท ได้แก่

1. โปรแกรมเสริม (Enrichment Program ) มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาในหลักสูตรให้ลึกซึ้งและกว้างกว่าการเรียนปกติ โดยการจัดให้นอกเหนือเวลาเรียน หรือจัดในวันหยุดหรือจัดเป็นกลุ่มตามความสนใจของนักเรียนเป็นพิเศษ
2. โปรแกรมเร่งรัด (Acceleration Program) เป็นการสอนแบบเร่งรัด เพื่อเป็นการร่นระยะเวลาเรียนให้น้อยลง เช่น การเตรียมเพื่อเข้าเรียนชั้นอนุบาล มหาวิทยาลัย หรือเพื่อปรับระดับผลการเรียนให้สูงขึ้นอาจจะจัดในชั้นเรียนปกติ หรือชั้นเรียนพิเศษ โดยการสอนจากหลักสูตร 2 หรือ 3 ปี ให้เหลือเพียง 1 ปี

จอห์น เอฟ เฟลด์ฮูเซน (John F. Feldhusen , 1989a:9) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการจัดกิจกรรมเสริมสำหรับวัยรุ่นที่มีความสามารถพิเศษ (Enrichment activity for gifted youth) ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมเสริมให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่ม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขั้นทักษะพื้นฐานของนักเรียนให้สูงขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยการสอนเนื้อหาในหลักสูตรให้ลึกและกว้างขึ้น ให้ได้เรียนเนื้อหาและทฤษฎีที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นในกรณีทั่วไป และมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ มีทักษะการคิดในระดับสูง มีความคิดสร้างสรรค์ มีแรงจูงใจที่จะเป็นนักพัฒนา และสามารถเลือกแนวทางในการประกอบอาชีพได้

นอกจากนั้น วัชรี บุรณสิงห์ (2539 :449-450) ยังได้กล่าวถึงการจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนเก่งทางคณิตศาสตร์ได้แก่ โปรแกรมเร่งรัด (Acceleration) เป็นการจัดให้นักเรียนเก่งสามารถที่จะเรียนจบหลักสูตรในชั้นที่กำลังเรียนอยู่ได้ก่อนเวลาที่กำหนด และโปรแกรมเสริม (Enrichment) เป็นการจัดประสบการณ์ที่นอกเหนือไปจากโปรแกรมที่จะจัดให้กับนักเรียนธรรมดา โดยการจัดให้นักเรียนที่เรียนเก่งทางคณิตศาสตร์ได้เรียนเนื้อหาในระดับชั้นนั้น ๆ แต่ให้ความลึกในเรื่องเหล่านั้นมากขึ้น เช่น ให้อธิบายถึงกระบวนการ ศึกษาประวัติ ความเป็นมา สืบหาสิ่งที่เป็นามธรรม สัจจการนำไปใช้ที่ยุ่งยากขึ้น เป็นต้น อีกทั้ง สาคร บุญดาว (2539:160) ยังกล่าวถึง การจัดกิจกรรมการสอนนักเรียนที่มีความสามารถสูงไว้ด้วยว่า “ควรจัดให้ท้าทายความสามารถของนักเรียน ส่งเสริมให้มีความคิดสร้างสรรค์ ง่ายต่อการบริหาร และมีประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น “

ความคิดสร้างสรรค์นับว่าเป็นความสามารถที่สำคัญยิ่งของมนุษย์ และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆตลอดจนก่อให้เกิดผลผลิตที่มีค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติ อีกทั้งความคิดสร้างสรรค์ยังจัดเป็นความสามารถพิเศษด้านหนึ่งที่เป็นคุณลักษณะของนักเรียนที่เป็นความสามารถพิเศษ และคณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ดังที่ สิริพร ทิพย์คง (2536:9) ได้กล่าวว่า “ คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างควมมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิด มีการวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบต่อกิจการงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนลักษณะความเป็นผู้นำในสังคม” และโรเบิร์ต เจ. สเติร์นเบิร์ก (Robert J. Sternberg,1999:396) กล่าวไว้โดยสรุปว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางปัญญาสูงหรือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงด้วยและความคิดสร้างสรรค์สามารถเรียนเพิ่มเติมได้ในห้องเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และได้ ค้นพบสิ่งแปลกใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคม ซึ่งสิ่งสำคัญอยู่ที่ครูผู้สอนจะต้องมีบทบาทในการจัดประสบการณ์เหล่านี้

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถฝึกให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้ จากงานวิจัยของ ดอน สตีเฟน บาลกา (Don Stephen Balka ,1975 :98 A) ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด(Guilford) และ ทอร์แรนซ์ (Torrance) ซึ่งได้แบ่งการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 6 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้ และจากแนวคิดของ ดานา ที จอห์นสัน (Dana T. Johnson ,1988:234-247) ได้เสนอแนวคิดการจัดหลักสูตรเสริมเพื่อฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การสอนเสริมเป็นการสอนโดยเน้นใจความสำคัญของเนื้อหา ให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาที่ลึกซึ้งและกว้างกว่าเนื้อหาปกติ และสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น เน้นการฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดในระดับสูง (higher-order thinking skills) คือ ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งควรจัดเนื้อหาที่ยืดหยุ่นได้ตามความสามารถของผู้เรียน โดยเนื้อหาที่นิยมใช้ในการสอนเสริมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้แก่ เนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เรขาคณิตนอกระบบ ยูคลิด ฟังก์ชัน ตรีโกณมิติ ความน่าจะเป็นและสถิติ การแก้ปัญหาและแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ.2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ได้ระบุจุดหมายของหลักสูตรประการหนึ่งว่า “ให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำแนวทางหรือวิธีการใหม่ๆ ไปใช้ในการพัฒนาชุมชนของตน” ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ได้ ดังที่ยูพิน พิพิธกุล (2530:3) ได้กล่าวไว้ว่า “คณิตศาสตร์ช่วยสร้างบุคคลให้เป็นคนมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักทำงานเป็นระบบ มีการวางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมายและมีลักษณะผู้นำ” ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการฝึกให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสอนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา ให้แก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์สูงชันมัธยมศึกษาปีที่4 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์



ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เพื่อเป็นแนวทางให้ครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและเป็นการเพิ่มขีดความสามารถของบุคคลให้เต็มศักยภาพของตน

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จากการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์

### สมมติฐานในการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดการเรียนการสอนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง พบว่า จากงานวิจัยของ ปรง อินทมาตร (2541:76-79) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้ง สมมติฐานว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในมนุษย์ทุกคนในระดับที่แตกต่างกันไป ทุกคนสามารถคิดสร้างสรรค์ได้ แต่ต่างกันที่ระดับมากน้อย ซึ่งวิภาพร มาพบสุข (2542 : 533) ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ทุกระดับอายุ และ

ทุกสาขาวิชา ถ้าเด็กได้รับประสบการณ์ที่เหมาะสม" ราล์ฟ เจ ฮอลแมน (Ralph J. Hallman, 1971: 220) กล่าวว่า "ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สามารถสอนได้ เรียนรู้ได้ และความคิดสร้างสรรค์จะลดลงได้เช่นกันหากไม่มีการการฝึกฝน"

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของ เจน แอล นิวแมน (Jane L. Newman, 1991: 325 A) ซึ่งได้ทำวิจัยผลการสอนเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษตามรูปแบบการสอนเสริม (The Schoolwide Enrichment Model) ของเรนซูลลี (Renzulli) และ เรียส (Reis) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความสามารถพิเศษจำนวน 147 คน โดยใช้เนื้อหาในการสอนเรื่องการบวก ตรรกศาสตร์ และการหาร ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลองนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากงานวิจัยของ มัลค์ ราจ ทิวลี (Malkh Raj Tuli, 1987: 224-226) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา (Creative Ability in Mathematics Test) แบบทดสอบวัดความสามารถทางจำนวน การใช้เหตุผลทางภาษาและการให้เหตุผลเชิงนามธรรม และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากงานวิจัยของ วินัย สอนดี (2534: 106-110) ได้ทำวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบของวิลเลียมส์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากแนวคิดและงานวิจัยดังกล่าว จึงสามารถตั้งสมมติฐานว่า

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงคือระดับดีและดีมาก ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 4 ซึ่งได้แก่ จังหวัด ภูเก็ต พังงา ระนอง กระบี่ และตรัง

2. การฝึกคิดตามแบบของบาลกาที่ใช้ในการสอนเสริมวิชาทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ เน้นการสอนโดยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการฝึกคิดในการสอนเสริมได้ปรับปรุงมาจากเกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ ดอน สตีเฟน บาลกา (Don Stephen Balka, 1974:633-636,1975:98A) ซึ่งสามารถฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ได้ 6 ด้าน ดังนี้คือ

- 2.1 การวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 2.2 การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
- 2.3 การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแปลกใหม่ไปจากวิธีการเดิม
- 2.4 การคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.5 การค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไป โดยการตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้
- 2.6 การแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาย่อย ๆ ได้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การสอนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาในเนื้อหาวิชาในหลักสูตรอย่างลึกซึ้งเข้มข้นกว่าการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน และได้ศึกษาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรในแนวกว้างและแนวลึกด้วยการนำไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ เพื่อขยายวงความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้กว้างขวางและลึกซึ้งขึ้นในเรื่องราวต่าง ๆ ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง โดยการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ใน

การวิจัยครั้งนี้ได้สอนเสริมเนื้อหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ในเรื่องความรู้ เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน

2. การฝึกคิดตามแบบของบาลกา หมายถึง การฝึกคิดในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อฝึกคิดทั้ง 6 ด้าน ดังต่อไปนี้

2.1 การวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ในการคิดหาคำตอบหรือข้อสรุป โดยใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.2 การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างไม่จำกัดจำนวน โดยให้นักเรียนนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ มาพิจารณาคำตอบหรือสร้างชุดคำตอบที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้ได้มากที่สุด

2.3 การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการแปลกใหม่ไปจากวิธีการเดิม โดยการกำหนดโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ปัญหาให้ได้หลากหลายวิธี แล้วพิจารณาเลือกวิธีการที่ดีที่สุด และแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือแตกต่างจากวิธีการคิดของบุคคลอื่น

2.4 การคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการกำหนดสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนคาดคะเนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะต้องพิจารณาให้สัมพันธ์กับเงื่อนไขที่เป็นไปได้จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ด้วย

2.5 การค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไป โดยการตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการกำหนดสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสิ่งที่กำหนดให้ และคิดหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น

2.6 การแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาย่อย ๆ ได้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยการกำหนดโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนจับประเด็นปัญหา และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อยๆ อย่างเป็นลำดับขั้นตอน แล้วแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ที่วัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดระดับสูงทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดความคิดใหม่ที่ต่อเนื่องกันไป สามารถนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ที่ศึกษาในครั้งนี้วัดได้จากแบบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของ ดอน สตีเฟน บาลกา (Don Stephen Balka, 1974:633-636, 1975: 98A) โดยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ 6 ด้าน และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ประเมินโดยให้คะแนนตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบของทอร์เรนซ์ (E. Paul Torrance, 1969:45-52) คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีมาก ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 4



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า ตามลำดับต่อไปนี้

#### ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายและแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์
2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
3. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์
4. แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา
6. การส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
7. การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

#### การสอนเสริม

1. ความหมายของการสอนเสริม
2. รูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์

#### นักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

1. ลักษณะของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง
2. ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง
3. การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยต่างประเทศ
2. งานวิจัยในประเทศ



## ความคิดสร้างสรรค์

### 1. ความหมายและแนวคิดของความคิดสร้างสรรค์

#### 1.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคล ในการคิดแก้ปัญหา หรือค้นพบสิ่งแปลกใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากบุคคลอื่น มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้มองเห็นความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ โดยได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

อเล็กซ์ เอฟ ออสบอร์น (Alex F. Osborn, 1963:14) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือ เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่ตนเองประสบอยู่ แต่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอยทั่วไป ซึ่งความคิดจินตนาการเป็นลักษณะที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ต่อสังคม แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวไม่อาจทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการควบคู่ไปกับความอดทนพยายาม ซึ่งสามารถทำให้งานที่สร้างสรรค์สำเร็จลงได้

มิเชล เอ วอลลาซ และ นาธาน โคแกน (Micheal A. Wallach and Nathan Kogan, 1965: 34) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคล ที่สามารถคิดในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันหรือเชื่อมโยงกันได้ดี กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ ก็ใช้เป็นแนวทางให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่ต่อเนื่องกันต่อไปได้อีกเรื่อย ๆ เช่น เมื่อเห็นกระดาษก็นึกถึงดินสอ ปากกา สี พู่กัน ภาพวาด สมุด จดหมาย เป็นต้น โดยยิ่งคิดได้มากเท่าไรก็ยิ่งแสดงถึงศักยภาพด้านความคิดสร้างสรรค์มากเท่านั้น ซึ่งสิ่งที่ระลึกออกมาต่างก็เป็นสิ่งที่สะสมไว้ในสมองของตน เมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น ก็มีการตอบสนองออกมา ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการอันหนึ่งที่อยู่ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง

จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford, 1967 : 61 ) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล โดยลักษณะความคิดเช่นนี้นำไปสู่ความคิดการประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งความคิดอเนกนัยประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

โรนัลด์ ดี แอนเดอร์สัน และคณะ (Ronald D. Anderson and Others, 1970: 90) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลที่สามารถแสดงความคิดใหม่ๆ ที่ตรงกันข้ามกับความคิดแบบเดิม หรือมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความคิดของบุคคลอื่น ซึ่งความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นการกระทำที่เลือกมาจากประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมา เพื่อสร้างแบบแผนใหม่หรือผลผลิตใหม่ และถือว่าทุกคนเกิดมาพร้อมมีศักยภาพทางการสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทุกระดับอายุ และทุกสาขาวิชา ถ้ามีการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสม

อี พอล ทอร์เรนซ์ (E. Paul Torrance, 1973: 42) ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการของความรู้สึกที่ไวต่อปัญหา สิ่งที่ยกพร่องหรือขาดหายไป หรือสิ่งที่ไม่กลมกลืนกัน ไวต่อการแยกแยะปัญหา ไวต่อการค้นพบวิธีแก้ปัญหาวีธี ไวต่อการคาดคะเนและการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น “

ปีเตอร์ เจ. อาร์โนลด์ (Peter J. Arnold, 1988: 92) กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ เป็น การกระทำที่นำไปสู่การแก้ปัญหา หรือความสามารถในการคิดแบบเปิด การคิดแบบอนกนัย และการคิดในแนวทางที่แตกต่างกัน ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 ลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นสิ่งใหม่ (Novel) เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กัน(Relevance) เป็นสิ่งที่ขัดแย้งกัน(Conflict) และเป็นสิ่งที่ต้องประเมินได้ (Evaluation)”

อัลฟีด ดับเบิลยู มันเชิร์ต (Alfred W. Munzert, 1991:63) กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลจากกระบวนการคิดเกิดจากการกระทำสร้างสรรค์ผลงาน หรือการปฏิบัติทางด้านศิลปะ ดนตรี การละคร และทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ด้วยการฝึกหัด โดยมีผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญคอยแนะนำ โดยการจัดสถานการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความพึงพอใจของบุคคล และที่สำคัญจะต้องรับฟังเหตุผล ความคิดเห็นของผู้เรียนเป็นหลัก

เอ็ดเวิร์ด ลัมสเดน (Edward Lumsdaine, 1991:4) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นพื้นฐานที่ทำให้คนคิดแก้ปัญหา ได้ต่างจากเครื่องคำนวณหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการช่วยปรับกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหาแต่ละครั้งให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีความยืดหยุ่นในการคิด มีเหตุผล และมีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละ



สภาพปัญหา กล่าวคือ เป็นการคิดวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลาย แล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหานั้น ๆ อย่างมีเหตุผล

สตีเฟน ครูลิก และ เจสซี เอ รัดนิค (Stephen Krulik and Jesse A. Rudnick, 1999:139) กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดริเริ่ม เพื่อให้ได้ผลผลิตใหม่ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นกว่าความคิดเดิม ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย ความคิดเชิงสังเคราะห์ ความคิดที่หลากหลาย และความสามารถในการนำผลผลิตที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแพร่หลายยิ่งขึ้น”

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถคิดริเริ่มสิ่งแปลกๆใหม่ๆ ได้อย่างหลากหลาย โดยใช้ประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กัน นำไปสู่การค้นพบแนวทางแก้ปัญหา หรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นอย่างแพร่หลาย

## 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้อธิบายไว้ มีความแตกต่างกันออกไปตามพื้นฐานประสบการณ์ และความเชื่อต่าง ๆ ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้กล่าวไว้ มีดังนี้

1.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford: 1988:1-4) ซึ่งจอย พอล กิลฟอร์ด เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้รับริเริ่มการให้นิยามปฏิบัติการ และการวัดความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ โดยกิลฟอร์ด ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดอันเก๋ไก๋ จัดอยู่ในมิติที่ 2 ของโครงสร้างทางสติปัญญา (The Structure of Intellectual: SOI) ซึ่งโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด ประกอบด้วย 3 มิติ คือ

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) เป็นมิติแทนเนื้อหา ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นสื่อในการคิด โดยสมองจะรับสิ่งนี้เข้าไปในกระบวนการคิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และ พฤติกรรม (Behavior)

มิติที่ 2 การบวนการคิด (Operation) เป็นมิติที่แสดงลักษณะกระบวนการของสมอง จำแนกได้ 5 ลักษณะ ได้แก่ การรู้และเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) ความคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking) ความคิดแบบเอกนัยหรือความคิดรวม (Convergent Thinking) และการประเมินค่า (Evaluation)

ซึ่งความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดกระจาย (Divergent Thinking) หมายถึงความสามารถทางสมองในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายรูปแบบ หลายแง่ หลายมุม หลายทิศทาง คิดหาคำตอบได้โดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้เกิดความคิดที่แปลกใหม่ จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ ซึ่งกิลฟอร์ดได้อธิบายว่า ความคิดแบบอเนกนัยก็คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Product) เป็นมิติที่แสดงถึงผลที่ได้จากการทำงานของสมอง เมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 1 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับในมิติที่ 2 ผลที่ได้จะออกมาในมิติที่ 3 ซึ่งผลของการคิดแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ได้แก่ หน่วย (Unit) กลุ่มหรือจำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relation) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) การประยุกต์ (Implications)

จากแนวความคิดของกิลฟอร์ดที่กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์ คือความคิดอเนกนัย” ซึ่งเป็นแนวคิดที่นักจิตวิทยาหลายท่านให้การยอมรับและให้ความสนใจนำมาพัฒนาและวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์อย่างแพร่หลาย เช่น นำมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

1.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ อี พอล ทอร์เรนซ์ (E. Paul Torrance, 1962:47) อี พอล ทอร์เรนซ์ ได้จำแนกกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-finding) โดยขั้นนี้เริ่มตั้งแต่การเกิดความรู้สึกกังวลหรือสับสนวุ่นวายในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ต้องพิจารณาดูว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความรู้สึกเหล่านั้นคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem-finding) เมื่อใช้ความคิดพิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงเกิดความเข้าใจในปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 การค้นพบแนวคิด (Idea-finding) เมื่อเข้าใจว่ามีปัญหาเกิดขึ้นก็พยายามคิด และตั้งสมมติฐาน แล้วรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) เป็นขั้นที่พบคำตอบหลังจากที่ทดสอบแนวคิดและสมมติฐาน

ขั้นที่ 5 การยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding) เป็นการยอมรับ คำตอบที่ได้จากการพิสูจน์ และพัฒนาแนวคิดต่อไปว่า สิ่งที่ค้นพบได้จะนำไปสู่การเกิดแนวคิด และข้อค้นพบใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า สิ่งใหม่ที่ท้าทาย (New Challenge)

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ จะเห็นได้ว่า กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์คล้ายกับกระบวนการคิดแก้ปัญหา หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งมุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยการเชื่อมโยงความคิด และลักษณะการคิดแบบอเนกนัย

1.2.3 ความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของมิเชล เอ วอลลาซ และนาธาน โคแกน (Micheal A. Wallach and Nathan Kogan: 1973:12) ซึ่ง มิเชล เอ วอลลาซ และนาธาน โคแกน ได้อธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความคิดในสิ่งใหม่ๆ โดยอาศัยการลองผิดลองถูก ซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
- 2) ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความสับสน โดยข้อมูลที่มีอยู่ยังไม่สามารถจัดเป็นระบบได้ ซึ่งเป็นขั้นของการหยุดความคิดไว้ชั่วคราว
- 3) ขั้นความคิดกระจ่าง(Illumination) เป็นขั้นการจัดระบบข้อมูลออกเป็นความคิดที่สามารถมองเห็นภาพพจน์ชัดเจน
- 4) ขั้นทดสอบความคิดหรือขั้นพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification)

1.2.4 ความคิดสร้างสรรค์ของตามแนวคิดของ เจ เจฟฟรีย์ รอลิสัน (J. Geoffrey Rawlison, 1988:8-9) ซึ่ง เจ เจฟฟรีย์ รอลิสัน ได้กล่าวถึง กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

- 1) ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูล โดยการพิจารณาข้อเท็จจริงของปัญหา ด้วยเหตุและผล
- 2) ขั้นพยายาม (Effort) เป็นขั้นที่รู้สึกกังวล สับสนกับความคิดที่ต้องพยายามที่จะคิดแก้ปัญหาให้ได้
- 3) ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่หยุดพัก หรือปล่อยวาง ไม่พยายามแก้ปัญหา โดยทั่วไปแล้ว ความคิดมักจะเกิดขึ้นในขณะที่บุคคลทำกิจกรรมอื่น เพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด
- 4) ขั้นพบคำตอบ (Insight)เป็นขั้นที่สามารถรู้สึกซึ่งถึงสภาพปัญหาและสามารถคิดแก้ปัญหาได้
- 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นวิเคราะห์และประเมินค่าของความคิด ประเมินวิธีแก้ปัญหา แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

1.2.5 ความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ เอ็ดเวิร์ด เดอโบโน (Edward DeBono: 1982:6-9) ซึ่ง เอ็ดเวิร์ด เดอโบโน เป็นนักจิตวิทยาที่ได้อธิบายความคิดของมนุษย์ว่ามี 2 ลักษณะ คือ

1) การคิดในกรอบ (Vertical thinking) หมายถึง ลักษณะการคิดเชิงเหตุผล เป็น การคิดเชิงตรรก (Logical thinking) การคิดวิพากวิจารณ์ คิดวิเคราะห์ (Critical thinking) และการ คิดระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

2) การคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) หมายถึง ลักษณะของการคิดที่ออกไป จากขอบเขตของความคิดเดิม การคิดนอกกรอบจะก่อให้เกิดแนวคิดใหม่หลาย ๆ อย่าง ก่อให้เกิด ความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

เดอบิโน ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความ สามารถของบุคคลในการที่จะคิดนอกกรอบ นั่นเอง ซึ่งเทคนิคในการคิดนอกกรอบ มีดังนี้

1) เทคนิคการหาความคิดครอบงำ และองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา (Dominate ideas and crucial factor) กล่าวคือ ในสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา คนเราจะมีแนวคิด ครอบงำทำให้การคิดแก้ปัญหาเป็นไปตามแนวคิดเดิม บางครั้งไม่สามารถแก้ปัญหาได้ แนวคิดที่ ครอบงำทำให้ปิดแนวคิดอื่น ๆ ที่เป็นความคิดแปลกใหม่ หรือเป็นความคิดริเริ่ม ดังนั้นเมื่อต้องการ แก้ปัญหาจะต้องใช้เทคนิคการคิดว่ากรอบครอบงำนั้นคืออะไร และจะต้องสร้างแนวคิดให้แตกต่าง ออกไปจากแนวคิดครอบงำ

2) เทคนิคการเลื่อนการตัดสินใจ (Suspended judgement) กล่าวคือ เมื่อคิด แก้ปัญหาในปัญหาใดปัญหาหนึ่ง แนวคิดบางอย่างอาจมองดูแล้วไม่น่าจะใช้แก้ปัญหาได้ หรือดู พิศดารจากสภาวะการณ์โดยทั่วไป อย่าเพิ่งด่วนตัดสินใจว่าแนวคิดนั้นไม่สมเหตุผล แต่ควรให้ ระยะเวลาการตัดสินใจแนวคิดนี้ออกไปอีก แล้วกลับมาคิดทบทวนอีกครั้งว่า แนวคิดนี้มีส่วนดีอะไรที่ น่าจะนำมาใช้ในการสร้างแนวคิดที่เป็นประโยชน์ได้อย่างไร

3) เทคนิคการเปลี่ยนความเชื่อเดิม (Challenging Assumption) กล่าวคือ ประสพการณ์เดิมหรือความเชื่อเดิมเป็นสิ่งที่จำกัดขอบเขตของแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา จะ ต้องพยายามคิดที่จะเปลี่ยนความเชื่อเดิม เพราะปัจจุบันจะเห็นได้ชัดว่าปัญหาเดียวกันมีแนวทาง ในการแก้ปัญหาได้มากมาย ไม่ใช่เฉพาะวิธีการเดิม ๆ ที่เคยใช้มาในอดีต

4) เทคนิคการหาคำตอบหลาย ๆ ทาง วิธีการนี้จะทำให้ทราบความเชื่อเดิมและ สร้างแนวคิดได้หลาย ๆ แนวคิดในการแก้ปัญหาโดยการถามว่าทำไม (The Why Technique) เพื่อให้ สามารถทราบว่าความเชื่อเดิมที่กำหนดแนวคิดมีว่าอย่างไร และเพื่อเปลี่ยนความเชื่อเดิมว่าไม่ จำเป็นเฉพาะแนวคิดแบบเดียวเท่านั้นที่จะใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าเราเกิดแนวคิดใหม่ เกิดความเชื่อใหม่ ก็จะทำให้เรามีแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้หลาย ๆ แนวคิด หรือ หลาย ๆ วิธี

## 2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคล ไม่สามารถมองเห็นภาพพจน์ได้ชัดเจนนักจิตวิทยาหรือนักการศึกษาจึงได้มีการระบุพฤติกรรมหรือลักษณะที่บุคคลแสดงออกมาจัดเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้สามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ของแต่ละบุคคลได้ ซึ่งมีนักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย 2 ท่าน ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

2.1 จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford, 1959:145-151) เชื่อว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบดังนี้

1) ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน หรือเป็นความสามารถในการผลิตความคิดได้หลากหลาย ความคล่องในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะในการแก้ปัญหานั้นต้องการความรวดเร็ว และคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี

2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิด ซึ่งเป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้หลากหลาย หรือการคิดได้หลากหลาย

3) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลง และประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิด เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

2.2 ทอร์แรนซ์เป็นผู้นำแนวคิดและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมาใช้ในการศึกษาวิจัยในรูปแบบของการเรียนการสอน ซึ่งทอร์แรนซ์ (E. Pual Torrance 1973:91-95) สนใจที่จะศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบคือ

1) ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดได้หลากหลาย เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทาง เช่น ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ดนตรีและศิลปะ เป็นต้น หรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า เป็นความคิดคล่องทางด้านการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency)

2) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถในการกระทำต่อปัญหาได้ หลากหลายคิดได้หลากหลาย และสามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลาย ๆ ด้าน

3) ความคิดริเริ่ม(Originality)เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

### 3. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกมาของแต่ละบุคคล มีนักวิจัยและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford, 1967:54) มีความคิดเห็น สรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านวิธีการคิดต่างๆ ดังนี้

1) มีความคล่องในการคิด (Fluency) สามารถคิดได้อย่างรวดเร็วมีปริมาณมาก และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี

2) มีความคิดที่แปลกใหม่ (Novelty) สามารถคิดได้แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดา หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งเป็นความคิดที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง และผู้อื่น

3) มีความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

4) มีความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthesizing Ability) เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้เกิดขึ้นจากความคิดที่ไม่เหมือนใคร

5) มีความสามารถในด้านการวิเคราะห์ (Analyzing Ability) สามารถคิดแยกโครงสร้างออกเป็นส่วน ๆ และนำมารวบรวมประกอบให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ หรือผลงานชิ้นใหม่

6) มีการปรับเปลี่ยนหรือการให้นิยามใหม่ (Reorganization or Redefinition) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้นหรือตีความ ขยายความ และนำข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น

7) มีการคิดซับซ้อน (Complexity) สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่หลากหลาย และถ่ายโยงความคิดไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8) มีความสามารถในการประเมินค่า (Evaluation) การมองเห็นคุณค่าของงานที่สร้างสรรค์ขึ้นมา และสามารถประเมินค่าตนเองได้ตามความเป็นจริง

โรนัลด์ ดี แอนเดอร์สัน (Ronald D. Anderson, 1970:90) ได้กล่าวถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่อุทิศตนให้กับงาน และชอบทำงานที่ยาก และหลากหลาย
- 2) มีความมุ่งมั่นในการติดตามปัญหา
- 3) มีความสามารถในการสรุปใจความสำคัญ
- 4) สนุกกับการคิดในสิ่งที่ท้าทาย
- 5) มีจิตใจจดจ่ออยู่กับงานที่ทำ
- 6) ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค
- 7) ไม่วิตกกังวลกับข้อผิดพลาด แต่นำข้อผิดพลาดมาเป็นบทเรียน
- 8) ไม่ด่วนสรุปเหตุการณ์ต่าง ๆ เร็วจนเกินไป ก่อนที่จะสำรวจให้แน่ใจเสียก่อน
- 9) สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ถี่ถ้วน
- 10) ไวต่อการเปลี่ยนแปลง แต่ไม่พึงพอใจในสิ่งที่ไม่ถูกต้อง
- 11) ชอบแสดงออก กล้าแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น
- 12) อยากรู้ อยากเห็น และชอบตั้งคำถามให้กับตัวเองว่า “ทำไม” และ “อย่างไร”

แอนนี อแนสตาสี (Anne Anastasi, 1997:353) กล่าวว่า “ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้สึกไวต่อปัญหา มองเห็นการนี้ไกล ความเป็นตัวของตัวเอง มีความคิดหลายแง่หลายมุม และมีความว่องไวในการเปลี่ยนแปลงความคิด”

เจ เจฟฟรีย์ รอลิสัน (J. Geoffrey Rawlison, 1988:4-6) ได้กล่าวถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

- 1) เป็นผู้ที่มีความคิดเชิงจินตนาการ
- 2) เป็นผู้ที่สามารถคิดหาคำตอบได้หลากหลาย
- 3) เป็นผู้ที่มีความคิดอ่อนกนัย
- 4) เป็นผู้ที่สามารถคิดนอกกรอบ นอกเหนือจากความคิดเดิม

แกรี่ เอ เดวิส และ ซิลเวีย บี รีมม์ (Gary A. Davis and Sylvia B. Rimm, 1994:189-191) ได้รวบรวมแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) มีความคิดนอกเนกนัย คือ มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
- 2) มีความรู้สึกไวต่อปัญหา คือ สามารถมองเห็นปัญหา ค้นพบข้อผิดพลาด และการตั้งคำถามที่ดีที่สุดกับตัวเอง
- 3) เข้าใจปัญหา คือ การค้นหาข้อเท็จจริงของปัญหา แยกประเด็นปัญหา ลำดับความยากง่ายของปัญหา แยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ เสนอทางเลือกในการตั้งประเด็นปัญหา และขยายปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
- 4) มีความสามารถในการคิดย้อนกลับ
- 5) สามารถคิดแบบอุปมาอุปไมย คือ สามารถเปรียบเทียบสิ่งที่คล้ายคลึงกัน และสามารถจับคู่ความคิดให้เชื่อมโยงกันระหว่างความคิดเดิมกับความคิดใหม่
- 6) การประเมินค่า คือ สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหา และการแก้ปัญหา และเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา
- 7) การวิเคราะห์ คือ สามารถวิเคราะห์รายละเอียด แยกย่อยได้
- 8) การสังเคราะห์ คือ สามารถมองเป็นความสัมพันธ์ แล้วนำมาเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เพื่อใช้ในการทำงานอย่างสร้างสรรค์
- 9) การถ่ายโยงการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ นำไปใช้ให้เกิดสิ่งใหม่ที่แปลกใหม่ ที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น
- 10) การพยากรณ์ หรือการคาดคะเน คือ สามารถคาดเดาถึงผลของการแก้ปัญหา หรือการคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ วิธี
- 11) การรวบรวมความคิด คือ ความสามารถในการรวบรวมปัญหา สรุปประเด็นปัญหา และหมวดปมปัญหา
- 12) ความคิดเชิงตรรกศาสตร์ คือ ความสามารถในการมองปัญหาในลักษณะเหตุและผล ให้สัมพันธ์กัน

จากความคิดเห็นของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะดังนี้ คือ เป็นผู้ที่มีความรู้สึกไวต่อปัญหา มีความสามารถในการคิดนอกเนกนัย มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ มีอิสระในการคิด มีความคิดจินตนาการ มีความอยากรู้อยากเห็น มีความสามารถในการประเมินค่า และถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์



#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่พัฒนาความคิดของนักเรียนให้เป็นคนที่มีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ และมีความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของวิชาการหลาย ๆ สาขาและความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดังนั้น การจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูจะต้องคำนึงถึง ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำแนวความคิดหรือสิ่งค้นพบที่แปลกใหม่ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และสามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวไกลยิ่งขึ้น มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านให้ความสนใจศึกษาเรื่องนี้ และได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

แจคเคอร์ ฮาดามาร์ด (Jacques Hadamard cited in Thomas V. Busse and Richard S. Manfield, 1980:96) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Mathematical Creativity) โดยอธิบายกระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนของการรับรู้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และกระทำต่อปัญหานั้น ๆ อย่างเป็นระบบ ด้วยวิธีการเชิงตรรกศาสตร์ (Logical)
- 2) ขั้นพักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่เกิดกระบวนการคิดขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว (Unconscious Thinking Process) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวบรวมความคิดต่าง ๆ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แบบสุ่ม ๆ และจะมีเพียงความคิดที่ดีที่สุดเท่านั้น ที่จะนำไปสู่ระดับความคิดที่รู้ตัว (Consciousness)
- 3) ขั้นความคิดกระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว เกิดความคิดที่สามารถนำไปแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้
- 4) ขั้นตรวจสอบวิธีแก้ปัญหา นำเสนอผลและการความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ได้ไปนำไปใช้ (Verification, Exposition, Utilization of the Results) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกิดในระดับรู้ตัวทั้งหมด

จอร์จ โพลยา (George Polya cited in Anthony Orton, 1987:92-93) เป็นนักคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และมีความคิดเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถทำให้นักคิดเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

- 1) ขั้นเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นที่บุคคลสามารถรับรู้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ แล้วจับประเด็นสำคัญของปัญหา

2) **ขั้นวางแผน (Devising a plan)** เป็นขั้นที่บุคคลคิดหาวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่สามารถจะเป็นไปได้

3) **ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan)** เป็นขั้นทดสอบวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่น่าจะเป็นไปได้ทั้งหมด

4) **ขั้นตรวจสอบและยอมรับวิธีการแก้ปัญหา (Check)** หรือตรวจว่าแผนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่วางไว้ใช้ได้หรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้ว วิธีการที่คิดไว้ใช้ไม่ได้ก็เริ่มคิดวิธีการใหม่อีกต่อไป

โพลยา ยังได้กล่าวอีกว่า **ขั้นตอนที่ 2** เป็นขั้นตอนที่สำคัญ กล่าวคือ เป็นขั้นที่เน้นการฝึกให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ เกิดสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ และเกิดการหยั่งรู้สิ่งที่ต้องการ

เดอโบราห์ อี เบิร์นส (Deborah E. Bums, 1995:25-39) ได้กล่าวถึง **ความคิดสร้างสรรค์** ทางคณิตศาสตร์ ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) **ความคล่องในการคิด (Fluency)** เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว โดยครูและนักเรียนจะต้องตระหนักว่า จากสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ไม่มี **ตอบใดผิด** ดังนั้นจึงต้องยอมรับทุกคำตอบ ไม่มีการกำหนดจำนวนความคิดที่ต้องการแสดงออก และจะต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมนั้น ๆ ซึ่งอาจจะจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกร่วมกันทั้งชั้น หรือจัดเป็นกลุ่มก็ได้ ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนตั้งโจทย์คำถามที่มีคำตอบเป็น 15 ซึ่งนักเรียนที่มีความคล่องในการคิด สามารถคิดโจทย์คำถามได้หลายคำถาม และคิดได้อย่างรวดเร็ว

2) **ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility)** เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้มาก แตกต่าง หลายทิศทาง หรือหลายประเภท โดยครูจะต้องฝึกให้แตกต่างจากความคล่องในการคิด และต้องคอยกระตุ้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้เกิดการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ อาจจะจัดร่วมกันทั้งชั้น หรือเป็นกลุ่มก็ได้ ตัวอย่างเช่น ครูถามว่า มีอะไรบ้างที่เราไม่สามารถวัดได้ ซึ่งนักเรียนที่มีความยืดหยุ่นในการคิด สามารถคิดคำตอบได้ว่ามีหลายสิ่งหลายอย่างที่ไม่สามารถวัดได้

3) **ความคิดริเริ่ม (Originality)** เป็นการแสดงความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ ไม่เหมือนใคร เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง โดยครูให้นักเรียนคิด แล้วสรุปสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนบอกตัวเลขที่ชอบ แล้วแสดงเหตุผล นักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสามารถแสดงเหตุผลได้แตกต่างจากผู้อื่น และเหตุผลนั้นมีความถูกต้องด้วย

4) **ความละเอียดลออในการคิด (Elaboration)** เป็นการขยายขอบเขตของความคิดทางคณิตศาสตร์หนึ่ง ๆ ให้ละเอียดและน่าสนใจ เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดของความคิดให้ชัดเจน

ยิ่งขึ้น โดยครูเริ่มต้นด้วยการตั้งหัวข้อเกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเสนอรายละเอียดให้มากที่สุดที่จะคิดได้ ตัวอย่างเช่น ให้นักเรียนต่อเติมรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ ซึ่งนักเรียนที่มีความละเอียดลออในการคิด สามารถเสนอรายละเอียดได้แตกต่างจากผู้อื่น และถูกต้องครบถ้วน

เดเรก ดับเบิลยู เฮลลอค (Derek W. Haylock, 1987:58) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูง สรุปได้ดังนี้

- 1) เป็นผู้มีความรอบรู้ และมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองทางคณิตศาสตร์สูง
- 2) มีความคาดหวังที่จะคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้เป็นอย่างดีที่สุด
- 3) มีจินตนาการในการคิด กระทำในสถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยด้วยความพยายาม
- 4) มีความวิตกกังวลต่ำเกี่ยวกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือการทดสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์
- 5) ชอบที่จะคิดตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์แบบปลายเปิด
- 6) มีความคิดที่เป็นอิสระและมีความคล่องในทักษะการคิดและการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนปกติ
- 7) มีความคล่องและความคิดริเริ่มในการคิดหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น
- 8) มีความกล้าคิด กล้าเสี่ยงที่จะตอบคำถาม กล้าแสดงเหตุผล และกล้าคิดคำนวณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 9) มีความสามารถในการคาดคะเนเหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานแห่งความเป็นจริง และเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้
- 10) มีความคิดเป็นลำดับขั้นตอน และมีการจัดเรียงลำดับข้อมูลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างมีระเบียบกฎเกณฑ์
- 11) มีลักษณะเด่นในด้านพุทธิพิสัย และไม่จำกัดความคิดของตัวเองในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่เพียงความคิดเดียว

## 5. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา (Creative Ability in Mathematics Test: CAMT)

ศาสตราจารย์ ดร. ดอน สตีเฟน บาลกา (Professor Dr. Don Stephen Balka) เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์แมรี นอเดอร์ ดัม (Saint Mary's College, Notre Dame) รัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์และครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่า ได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (Don S. Balka, 1974:633-636)

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุและผล จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการทางตรรกศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีการที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิม หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว หรือทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้อง โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จาก สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้
5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่เจาะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการ จับประเด็นสำคัญของปัญหา และ การคิดวิธีแก้ปัญห โดยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามลำดับขั้นตอน จนได้คำตอบที่ถูกต้อง

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แล้ว บาลกาได้นำเกณฑ์ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุงแก้ไข จนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test: CAMT )

บาลกาได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบคือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ประกอบด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent) ได้แก่ ด้านที่ 1 ,4 ,5 และ 6 และความคิดแบบเอกนัย (Convergent) ได้แก่ด้าน 2 และ 3 และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญาและความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา ในด้านที่ 3 , 4 และ 5 มีดังต่อไปนี้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรล และมีกระป๋องขนาด 7 และ 8 ถ้วยตวง

อย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีตวงน้ำด้วยกระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำประมาณ

9 ถ้วยตวงได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนหรือการตวง

จากการทำข้อสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำ จะตอบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดี แต่จะมีนักเรียนบางส่วนตอบว่าสามารถตวงได้ 9

ถ้วยตวงพอดี และสามารถบรรยายลำดับขั้นตอนการตวงได้ถูกต้องด้วยลำดับขั้นตอนเพียง 4 ขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 1 ตวงน้ำใส่กระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 2 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง จะเหลือน้ำอยู่ในกระป๋องเดิม 1 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 3 เทน้ำจากกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง กลับไปในถังภาชนะเดิมที่ใส่น้ำอยู่ แล้วเทน้ำที่เหลือ 1 ถ้วยตวงจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 4 ตวงน้ำใหม่อีก 8 ถ้วยตวง แล้วนำมารวมกับ 1 ถ้วยตวงที่มีอยู่แล้ว รวมเป็น 9 ถ้วยตวง

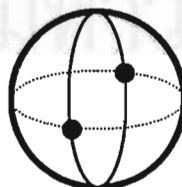
จากแนวคิดที่นักเรียนตอบมา จะเห็นได้ว่า นักเรียนคนนี้ไม่เทน้ำทิ้ง แต่กลับเทคืนภาชนะเดิม ซึ่งแสดงถึง การเห็นความสำคัญของทรัพยากร ถือได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูง และมีนักเรียนบางคนที่ตอบได้แบบเดียวกันแต่แบ่งขั้นตอนได้มากกว่านี้ หรือบางคนเทน้ำทิ้ง โดยสืมนึกไปว่า ถ้าสิ่งนั้นมีค่ามากกว่าน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

ด้านที่ 4 ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดถึงการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง มีลูกบอล 1 ลูก ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องมือที่ช่วยในการเขียนรูปเรขาคณิต นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิต เช่น เส้นตรง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลมหรือรูปหลายเหลี่ยมบนพื้นผิวของลูกบอล ได้หรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

นักเรียนบางคนตอบว่า ไม่สามารถเขียนรูปดังกล่าวได้ แต่สามารถเขียนรูปที่บิดเบี้ยวและรูปที่เป็นมีรูปร่างอิสระได้ ซึ่งถือว่า นักเรียนกลุ่มนี้จัดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบแตกต่างจากคนอื่น เช่น

- สามารถเขียนเส้นตรงสองเส้นบนลูกบอลให้ผ่านจุดตัดเดียวกัน 2 จุดได้ ดังรูป



- สามารถเขียนรูปเรขาคณิตได้ง่ายขึ้น ถ้าลูกบอลลูกนั้นมีขนาดเล็กลง เป็นต้น

พิจารณาจากการตอบข้อสอบของนักเรียน พบว่า ถ้านักเรียน ตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 2 ประเด็น แสดงว่า นักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2 ถ้าตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 1 ประเด็น แสดงว่านักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2-5 ของนักเรียนทั้งหมด 500 คน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล บาลกาได้อภิปรายผลว่า คะแนนความคล่องในการคิดสูงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะเป็นตัวชี้ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ แต่คะแนนความคล่องในการคิดสูงรวมกับคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดสูง สามารถเป็นตัวชี้ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ และนักเรียนที่มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูง จะเห็นได้ว่าเป็นนักเรียนมีความเข้าใจปัญหา และมีความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้แล้วตอบสนองต่อสภาพปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ด้านที่ 5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง จากรายงานของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องใช้จ่ายเงินในการซื้อของชำเป็นเงินโดยเฉลี่ย 30 ดอลลาร์ต่อสัปดาห์ และค่าใช้จ่าย ดังกล่าวเป็นค่าวัสดุที่ใช้บรรจุของชำนั้น ๆ เป็นเงิน 9 เหรียญ โดยในแต่ละรัฐจะมีขยะ ย่อยสลาย 577 ปอนด์ และในหนึ่งปีจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะมูลฝอยเกือบ 50 ดอลลาร์ต่อคนต่อปี โดยเฉลี่ยแล้วชาวอเมริกันทิ้งขยะ 5.3 ปอนด์ต่อวัน รัฐบาลสหรัฐต้องใช้งบประมาณ 4.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปี ในการกำจัดขยะและของเน่าเสีย สำหรับ ประชากรของรัฐ จำนวน 200,000,000 คน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น ให้นักเรียนเขียนประโยคคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทาง คณิตศาสตร์เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้ โดยสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นคำตอบ ซึ่งตัวอย่าง คำถามที่นักเรียนเขียน เช่น

1. ในหนึ่งปี ครอบครัวชาวอเมริกันต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้อของชำ โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
2. ในเวลาหนึ่งปีครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องเสียค่ากำจัดขยะมูลฝอย โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
3. ในหนึ่งเดือนครอบครัวชาวอเมริกันแต่ละครอบครัว ต้องเสียค่าวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อ ของชำเป็นเงินเท่าไร เป็นต้น

ซึ่งจากข้อสอบดังกล่าว ต้องการให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วตั้งเป็นคำถามให้ได้มากที่สุด เพื่อวัดความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปของข้อมูล แต่จะต้องเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ โดยใช้ข้อมูลที่ให้มาคิดหาคำตอบ

## 6. การส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

บุคคลมีศักยภาพในการคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน แต่ความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะส่งเสริมหรือพัฒนาให้สูงขึ้นได้ ดังที่ เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน (Edward De Bono, 1984:237-239) ได้กล่าวว่า “ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญมาก เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ พัฒนา และถ่ายทอดได้ โดยการฝึก ซึ่งการฝึกให้คนได้คิดแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ และสามารถนำความเจริญก้าวหน้า สร้างประโยชน์แก่มวลมนุษยชาติ ซึ่งการฝึกความคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกได้ทุกวัน เหมือนกับทักษะด้านอื่น ๆ” และในการส่งเสริมหรือพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนนั้น ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญยิ่ง ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกฝนความคิดสร้างสรรค์ให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

แกรี เอ เดวิส (Gary A. Davis, 1991:236-244) กล่าวถึงสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

- 1) ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน มีทัศนคติที่ดี และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
- 2) ครูควรพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในด้านการให้คำจำกัดความ กระบวนการคิด วิธีการคิด และการตรวจสอบวิธีการคิด เป็นต้น
- 3) ครูควรจัดกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์
- 4) ครูควรฝึกให้นักเรียนขยายขอบเขตของความรู้ที่ได้รับไปสู่การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- 5) ครูควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กับนักเรียนด้วย เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ความสามารถ และเจตคติที่ดีต่อการคิดสร้างสรรค์

โรเบิร์ต บูสเตอร์ม (Robert Boostorm, 1993:63-74) ได้กล่าวถึง การฝึกให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

- 1) ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สร้างสิ่งประดิษฐ์ด้วยตนเอง โดยการตั้งคำถามกับตัวเองว่า ถ้าทำอย่างนี้แล้ว จะเกิดอะไรขึ้น (What if ?)
- 2) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนฝึกการวางแผน คิดสิ่งประดิษฐ์หรือสิ่งค้นพบใหม่



เจมส์ เจ กาลลาเฮอร์ และ เชลลาช เอ กาลลาเฮอร์ (James J. Gallaher and Shelagh A. Gallaher, 1994:343-344) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

- 1) จัดหลักสูตรโดยเน้นการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ในทัศนมากกว่าการเรียนรู้นี้อา และครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วยการ
- 2) มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ ปรีกษาแก่นักเรียนในการทำงานหรือทำโครงการต่างๆ
- 3) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้เสนอความคิดในการจัดการเรียนสอน
- 4) กระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องค้นหา มากกว่าที่จะคิดว่าความจริงเป็นสิ่งที่ต้องเปิดเผย
- 5) ครูจะต้องพัฒนาตนเองในด้านเนื้อหาและกลวิธีการสอน

และมีนักการศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

โรเบิร์ต เจ สเติร์นเบิร์ก และ เวนดี้ เอ็ม วิลเลียม (Robert J. Sterberg and Wendy M. Williams, 1996:115) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล สรุปดังนี้

- 1) สร้างแรงจูงใจในการที่จะฝึกคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง
- 2) ฝึกการตั้งสมมติฐาน สันนิษฐาน หรือคาดการณ์ล่วงหน้า โดยการตั้งคำถาม
- 3) เข้าใจการแก้ปัญหา และแก้ปัญหาได้ชัดเจน ด้วยความพยายาม
- 4) สร้างความคิดของตนเองให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- 5) ให้เวลากับการฝึกคิดสร้างสรรค์
- 6) ยอมรับข้อผิดพลาด กล้าฟันฝ่าอุปสรรค และความยุ่งยาก
- 7) กล้าแสดงออกและนำเสนอความคิดของตนเองต่อสาธารณชน
- 8) กระตุ้นให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่ และสามารถทำประโยชน์แก่ผู้อื่นได้
- 9) ปรับปรุงและเสริมสร้างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ให้สูงยิ่งขึ้น
- 10) หมั่นแสดงทัศนะที่เป็นจินตนาการ เพื่อให้เกิดกิจกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่

เดวิส เฮนรี เฟลด์แมน (Davis Henry Feldman cited in Robert J. Sternberg, 1999:169-181) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปว่า

- 1) จัดกระบวนการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive process)

- จิตวิทยา
- 2) จัดให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรมกับบุคคลอื่นในสังคม ซึ่งเป็นการเน้นด้าน
  - 3) จัดให้นักเรียนได้เรียนวัฒนธรรมในสังคมนั้นอย่างถ่องแท้
  - 4) ให้ครอบครัวมีส่วนร่วมในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
  - 5) สอนให้นักเรียนได้เรียนรู้เหตุการณ์ และแนวความคิดของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ
- ในประวัติศาสตร์

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษากล่าวถึงการส่งเสริมและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

แอนตัน เฟอร์แมน (Anton Furman, 1998:258-276) กล่าวถึงลักษณะของครูผู้สอนในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

- 1) ครูจะต้องคอยให้คำแนะนำในการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน และคอยให้ความช่วยเหลืออยู่ใกล้ ๆ
- 2) ครูเป็นผู้ชี้แนะ ตักเตือนระเบียบวินัย และคอยกระตุ้นพฤติกรรมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ครูต้องคอยให้กำลังใจนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนกำลังคิดแก้ปัญหาหรือทำงานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 4) ครูคอยตอบคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่นักเรียนถามหรือตั้งข้อสงสัย
- 5) ครูเป็นผู้ที่มีความสามารถในการตั้งคำถามเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย (อเนกนัย) และสามารถตอบคำถาม พิสูจน์คำตอบ หรือแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ
- 6) ครูคอยควบคุมและกระตุ้นการนำเสนอคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยการใช้คำถามนำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
- 7) ครูควรมีการส่งเสริม ยกยอ หรือให้กำลังใจแก่นักเรียนในขณะที่สอนวิชาคณิตศาสตร์

## 7. การวัดความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งวัดได้ค่อนข้างยาก เพราะมีองค์ประกอบที่ไม่คงที่แน่นอน และมีหลายองค์ประกอบย่อย มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านสนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ และได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การวัดความคิดสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

โดแนลด์ เจ เทรฟฟิงเกอร์ (Donald J. Treffinger, 1986:11-12) ได้กล่าวไว้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ และคุณลักษณะที่ซับซ้อนไม่สามารถอธิบายให้มองเห็นภาพพจน์ชัดเจนได้ และยากต่อการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลได้ “

คาโรลิน เอ็ม คาลลาฮาน (Carolyn M. Callahan cited in Nicholas Colangelo and Gary A. Davis, 1991:219-231) ได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ดังนี้

1) ไม่มีเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นใดที่สมบูรณ์ในตัวเอง และสามารถวัดความคิดสร้างสรรค์ในภาพรวมได้ทั้งหมด แต่เครื่องมือหนึ่ง ๆ สามารถวัดได้เพียงส่วนหนึ่งของทักษะที่เป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น

2) ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อพฤติกรรมของมนุษย์ ควรนำเครื่องมือวัดมาใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะความถูกต้องของการนิยามความหมาย และการแบ่งมิติของความคิดสร้างสรรค์

3) ควรวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเครื่องมือหลาย ๆ ชนิด อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบ หรือการปฏิบัติ และจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และความต้องการของผู้ที่จะศึกษา

4) ในการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปต้องระมัดระวัง ในเรื่องของเงื่อนไขของเครื่องมือเหล่านั้นด้วย

5) ควรมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการหาความตรงของแบบทดสอบ

6) ไม่ควรนำเอาคะแนนจากแบบทดสอบหลาย ๆ แบบมาสรุปรวมกัน หรืออธิบายเป็นภาพรวมของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนคนนั้น แต่ควรพิจารณาเป็นด้าน ๆ ไป

7) ควรมีฐานข้อมูลของโรงเรียน เพื่อเก็บสถิติการทดสอบ ในการจำแนกนักเรียน

8) เครื่องมือที่นำมาใช้วัด ควรได้รับการศึกษาอย่างละเอียด เพื่อการนำมาใช้อย่างเหมาะสม โดยปราศจากความลำเอียง ในด้านวัฒนธรรม เชื้อชาติ เพศ หรือสภาพทางเศรษฐกิจ เป็นต้น

9) อย่าละเลยต่อการจำแนกลักษณะ หรือองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่ได้สร้างข้อตกลงไว้ และพยายามทำให้ข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ด้วยการหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหลายทาง

ข้อคิดเห็นดังกล่าวเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครู และผู้ที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาหาเครื่องมือมาใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ได้ถูกต้องและเหมาะสมตามสภาพความเป็นจริงของผู้เรียนได้มากที่สุด

เครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ที่รู้จักกันแพร่หลาย ได้แก่

7.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของจอย พอล กิลฟอร์ด (Guilford's Test of Creativity)

จอย พอล กิลฟอร์ด (Joy Paul Guilford cited in Anne Anastasi, 1982:384-388) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อวัดความคิดแบบอนैनัยของบุคคล 11 ด้าน จากทั้งหมด 24 ด้าน โดยมุ่งวัดตัวประกอบแต่ละเซลล์ตามโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งมี 3 มิติ คือ เนื้อหาที่คิด (Content) วิธีการคิด (Operation) และ ผลผลิตของความคิด (Products) แบบทดสอบมีทั้งหมด 11 ฉบับ โดยแบ่งเป็น แบบทดสอบที่เน้นทางด้านภาษา (Verbal) จำนวน 7 ฉบับ และเป็นรูปภาพ (figural) จำนวน 4 ฉบับ ซึ่งแบบทดสอบนี้เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

7.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ อี พอล ทอร์เรนซ์ (Torrance Test of Creativity: TTCT)

อี พอล ทอร์เรนซ์ (E. Paul Torrance cited in Joseph Khatana, 1992:128-121) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย แบบทดสอบทางด้านภาษา(Verbal) โดยแบ่งออกเป็น 7 กิจกรรม และแบบทดสอบทางด้านรูปภาพ แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม

โดยทอร์เรนซ์ มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1) แบบทดสอบทางด้านภาษา มีการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

2) แบบทดสอบทางด้านรูปภาพ มีการตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เป็น 4 องค์ประกอบ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ

7.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาซ และโคแกน (The Wallach and Kogan Creativity Test)

มิเชล เอ วอลลาซ และ นาธาน โคแกน (Michael A. Wallach and Nathan Kogan cited in Robert J. Sternberg, 1999:267-268) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 5 ฉบับ มีทั้งที่เป็นภาษา และเป็นรูปภาพ โดยมีการตรวจให้คะแนน 2

ลักษณะ คือ คะแนนความคล่องในการคิด (Fluency) คะแนนความเป็นเอกลักษณ์ หรือคะแนนความแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร (Uniqueness)

สำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น มีนักคณิตศาสตร์ ได้ให้ความสนใจศึกษาสร้างเป็นแบบทดสอบ เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยเช่นกัน ซึ่งเคนเนท ดี ฮอปกิสส์ และ จูเลียน ซี สแตนเลย์ (Kenneth D. Hopkins and Julian C. Stanley, 1981:376) ได้กล่าวว่า "การวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะมุ่งพิจารณาจากผลผลิตของการคิดมากกว่ากระบวนการในการคิด การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงต้องใช้คำถามทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้าง หรือ คำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้ตอบสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง ได้หลายคำตอบจากคำถามข้อเดียวกัน" ซึ่งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาสร้างขึ้นมีดังนี้

## การสอนเสริม

### 1. ความหมายของการสอนเสริม

นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้และความสามารถทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน ในระดับชั้นเรียนหนึ่ง ๆ มีทั้งนักเรียนเก่ง และนักเรียนอ่อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำลายความสามารถของครูผู้สอน ในการที่จะสอนให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรจะต้องศึกษาวิธีการสอนหรือศาสตร์การสอน เพื่อจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน การสอนเสริมเป็นการสอนแบบหนึ่งที่ครูจะต้องศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึง การสอนเสริม ไว้ต่อไปนี้

เจมส์ เอ็ม เลวิส (James M. Lewis, 1979:41-44) ได้กล่าวถึงการสอนเสริม สรุปได้ว่า การสอนเสริม เป็นการสอนเพิ่มเติมให้กับนักเรียน อาจจะสอนโดยครู หรือโดยสื่ออุปกรณ์ที่ครู หรือบุคคลสร้างขึ้น เช่นเครื่องคอมพิวเตอร์ โสตทัศนอุปกรณ์ หรือโปรแกรมช่วยสอน แต่ต่างก็เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือ

- 1) การสอนเสริมทำให้ค้นพบความต้องการของนักเรียนเป็นรายบุคคล
- 2) การสอนเสริมเป็นวิถีทางที่นำไปสู่การขจัดความไม่เสมอภาคทางการศึกษา
- 3) การสอนเสริมทำให้นักเรียนทุกคนได้รับการช่วยเหลืออย่างทั่วถึง ทำให้

นักเรียนมีโอกาสในการเลือกเรียนและการแข่งขัน

- 4) การสอนเสริมสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นได้ ได้แก่ กรณีที่เกิดความคิดใหม่ และเกิดแรงจูงใจใฝ่เรียนเพิ่มขึ้น
- 5) การสอนเสริมเป็นการช่วยเหลือในด้านวิชาการให้แก่ผู้ทำหน้าที่สอนเสริม และผู้รับการสอนเสริม หรือทั้งคู่
- 6) การสอนเสริมช่วยในการสร้างความสัมพันธ์และความเข้าใจตนเองของผู้ทำหน้าที่สอนเสริม หรือผู้ที่ได้รับการสอนเสริมหรือทั้งคู่ให้ดีขึ้น

แอนน์ ซี แคนด์เลอร์และคณะ (Ann C. Candler and Others, 1980:38) ได้กล่าวว่า “การสอนเสริมเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ หรือทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาอยู่”

คอร์อินเน พี เคลนเดนนิ่ง (Corinne P. Clendening, 1980:55-61) กล่าวถึง การสอนเสริมสรุปได้ดังนี้ การสอนเสริม (enrichment) เป็นการสอนหรือโปรแกรมที่จัดให้สำหรับนักเรียนเก่ง หรือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยการจัดให้ นอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ

ดาเนียล พี ฮาลลาฮาล (Daniel P. Hallahan, 1991:443) กล่าวว่า “การสอนเสริม คือการจัดประสบการณ์เพิ่มเติมให้กับนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง(Higher Grade) ที่นอกเหนือจากการจัดให้กับนักเรียนในชั้นเรียนปกติ”

แกรี เอ เดวิส (Gary A. Davis, 1991:99-101) กล่าวโดยสรุปได้ว่า การสอนเสริม เป็นการจัดการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และกว้างขวางขึ้นกว่าการเรียนปกติในชั้นเรียน โดยอาจจะสอนในเวลาหลังจากเลิกเรียน วันเสาร์ การจัดชั้นเรียนพิเศษ (special class) หรือการจัดตามความต้องการพิเศษของนักเรียน ซึ่งโรงเรียนต้องมีการวางแผนโดยคำนึงถึงทางด้านเนื้อหา กระบวนการสอน และผลผลิตที่ได้ ให้ สอดคล้องกับหลักสูตร และเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงหรือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

จากความหมายของการสอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนเสริม เป็นการจัดการเรียนการสอนนอกเหนือจากการเรียนปกติ เพื่อสนองความต้องการของนักเรียน และให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น โดยอาจจะเป็นการสอนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้

## 2. รูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์

การจัดการสอนเสริมที่มุ่งเน้นที่จะขจัดปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนการสอน โดยการจัดการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่เรียนอ่อน และจัดการสอนเสริมให้กับนักเรียนเก่ง ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนเสริม ไว้ดังนี้

เจอร์รี เอ แมคอินทอช (Jerry A. McIntosh, 1971:226-227) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไว้ว่า

- 1) สอนโดยเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล
- 2) ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถสูงทางการเรียนคณิตศาสตร์ ครูควรสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น อาจจะสอนเป็นกลุ่ม หรือเป็นรายบุคคล และพยายามให้นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตัวเอง

คอร์รินเน พี เคลนเดนนิ่ง (Corinne P. Clendening, 1980:57-61) กล่าวถึง รูปแบบการสอนเสริม สรุปได้ดังนี้

- 1) สอนเสริมโดยเน้นความเข้าใจลึกซึ้ง หมายถึง การสอนเพิ่มเติม หรือเติมเต็มในด้านเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ความคิดรวบยอด ประสบการณ์ และกิจกรรมที่จัดให้กับนักเรียนมากกว่าในชั้นเรียนปกติ
- 2) การสอนเสริมโดยเน้นความเข้าใจในแนวกว้าง หมายถึง การสอนให้นักเรียนได้สามารถเชื่อมโยงหรือถ่ายทอดความคิดไปสู่สิ่งอื่น ๆ ได้ และการให้นักเรียนได้ขยายวงความรู้ให้กว้างขึ้น โดยการเรียนรู้จากเนื้อหา ประสบการณ์ และกิจกรรมที่นักเรียนได้ค้นพบและสำรวจด้วยตนเอง
- 3) การสอนโดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างการสอนกระบวนการเรียนรู้กับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ตามความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน ซึ่งประสบการณ์ที่จัดให้ต้องสอดคล้องกับความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

โจเซฟ เรนซูลลี (Joseph Renzulli cited in Joseph Khatena, 1992:396-398) ได้จัดรูปแบบการสอนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ 3 รูปแบบ (Enrichment Triad Model) ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การจัดกิจกรรมให้กับนักเรียนที่มีความสามารถสูงกว่าปกติ (Above average ability) โดยการจัดกิจกรรมมีลักษณะดังนี้

- 1) ให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ ด้านอย่างกว้างขวาง ได้เรียนรู้ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และตรรกศาสตร์ ดนตรี การแสดงฝีมือทางด้านศิลปะ และการเขียนบทความ เป็นต้น
- 2) ให้นักเรียนได้ออกภาคสนาม ได้ฝึกกับสถานการณ์จริง
- 3) ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จริง เช่น การออกเยี่ยมชมสถานที่ การพบปะผู้คนที่มีความรู้ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักประพันธ์ สถาปนิก เป็นต้น

รูปแบบที่ 2 การจัดกิจกรรมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เน้นการฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาทางด้านความคิด ความรู้สึก และกระบวนการเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริง โดยสอนให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบย้อนกลับ การสืบสวน สอบสวน การคิดแบบบอกนัยหรือความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าว มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการระดมสมอง ได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา เกิดความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม และฝึกการพิจารณา ไตร่ตรองปัญหาอย่างรอบคอบ

รูปแบบที่ 3 การจัดกิจกรรมเน้นให้นักเรียนเกิดความมุ่งมั่นพยายาม (Task commitment) เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ กล่าวคือ ให้นักเรียนได้เลือกวิธีแก้ปัญหา แล้วแก้ปัญหา ด้วยทักษะวิธีการต่าง ๆ หลาย ๆ รูปแบบ ได้พัฒนาทิศทางการเรียนรู้ในการวางแผน รวบรวมข้อมูล ประเมินค่า และนำไปใช้ประโยชน์ ฝึกให้มีความพยายามในการคิดแก้ปัญหา มีความพยายามและความรับผิดชอบในการทำงาน

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงการจัดการเรียนสอนให้กับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษด้วยเช่นกัน ซึ่งนั่นก็คือ การจัดการสอนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีนักการศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการสอนเสริมสำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ไว้ดังนี้

เจมส์ เอ็ม เลวิส (James M. Lewis, 1981:125) ได้กล่าวถึง รูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การสอนเสริมสามารถจัดได้หลายรูปแบบทั้งแบบรายบุคคล(individual) แบบเป็นกลุ่ม(group meeting) และแบบประชุมเชิงปฏิบัติการ (workshops) ซึ่งการสอนเสริม โดยการเผชิญหน้าช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนด้วยกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาส ถามคำถาม ได้อภิปราย และฝึกปฏิบัติ”



โดโรธี ซิสต์ (Dorothy Sisk, 1987:70) ได้กล่าวถึง การสอนเสริมคณิตศาสตร์โดยสรุปได้ว่า การสอนเสริม (Enrichment) เป็นการสอนที่นอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน ซึ่งสอนโดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย ค้นคว้าอย่างอิสระ สอนรูปแบบการเรียนที่แตกต่าง กัน ฝึกให้นักเรียนได้ฝึกพูด ลงภาคสนาม และได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งการสอนเสริมสามารถจะสอนให้เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงได้ด้วย โดยอาจจะสอนเป็นกลุ่มเรียนพิเศษ (special group) หรือชั้นเรียนพิเศษ(special class) หรือโรงเรียนพิเศษ (special school) ก็ได้

จูเลียน ซี สแตนเลย์ (Julian C. Stanley cited in Joseph Khatena, 1992:391-392) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนเสริมนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง สรุปได้ดังนี้

- 1) สอนเพิ่มเติมความรู้เดิมให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
- 2) สอนเนื้อหาที่เข้มข้นขึ้นกว่าเนื้อหาที่สอนปกติ อาจจะสอนโดยการใช้เกม หรือฝึกให้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น
- 3) สอนเกี่ยวกับเนื้อหาที่นอกเหนือจากที่โรงเรียนจัดให้ เพื่อให้นักเรียนได้มองเห็นคุณค่าในสิ่งเหล่านั้นเป็นพิเศษ โดยจัดการสอนเน้นความต้องการของแต่ละบุคคล
- 4) การจัดประสบการณ์ให้สอดคล้องกับการเรียนปกติ หรือจัดประสบการณ์ที่สามารถนำไปใช้ในระดับชั้นเรียนที่สูงขึ้น เช่น สอนเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนก่อนเข้าเรียนในระดับอุดมศึกษา

แมรี ลินเน เดอริงตัน (Mary Lynne Derrington, 1993:1-4) ได้กล่าวถึง รูปแบบการสอนเสริมคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง สรุปได้ว่า

- 1) สอนให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด ฝึกให้นักเรียนได้รู้จักคิดหาแนวทางและวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ แสดงการพิสูจน์ปัญหานั้น ๆ
- 2) ฝึกให้นักเรียนได้ถ่ายทอดความคิด กล่าวคือ เป็นการสอนเสริมที่ให้นักเรียนได้คิด ลงมือทำ และวิเคราะห์ผล โดยครูสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาถามคำถามนักเรียน
- 3) การสอนโดยเน้นการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นการฝึกให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยการคิดเป็นระบบกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้เสนอวิธีคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย แล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด
- 4) การสอนเสริม โดยครูคนอื่น ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ หรือแนวความคิดที่แตกต่างจากครูผู้สอนคนเดิมที่สอนในชั้นเรียนปกติ

จอยซ์ วานทาสกา-บาสกา (Joyce VanTaska-Baska, 1998:234) ได้กล่าวถึงรูปแบบการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ไว้ดังนี้

1) สอนเสริมรายวิชาที่สำคัญ ๆ เน้นให้นักเรียนมีความคล่องในการคิดมากยิ่งขึ้น เช่น การสอนเสริมในวิชา ความน่าจะเป็นและสถิติ พีชคณิต ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง เรขาคณิต ฟังก์ชันตรีโกณมิติ มิติสัมพันธ์ การแก้ปัญหาด้านคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2) สอนเนื้อหาที่ลึกซึ้งขึ้นกว่าปกติ เช่น สอนเรื่องเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด การแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และการพิสูจน์ทฤษฎีต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ซึ่งจอยซ์ วานทาสกา-บาสกา ยังกล่าวอีกว่า การจัดประสบการณ์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงนั้น ต้องเน้นการฝึกให้นักเรียนได้คิดปริศนาทางคณิตศาสตร์ (puzzle) ที่ยาก ๆ และจัดกิจกรรมที่เน้นการแก้ปัญหาแบบปลายเปิด ในการสอนควรมีสื่อประกอบ เช่น คอมพิวเตอร์ เอกสารฝึกหัด แบบฝึกหัด ใบงาน กราฟ ตาราง และหนังสืออ่านเพิ่มเติม เป็นต้น

## นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

### 1. ลักษณะของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

ในการประเมินผลการเรียนของนักเรียน ส่วนใหญ่จะนำคะแนนจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตัดสินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากความคิดเห็นของนักการศึกษา ดังต่อไปนี้

แกรี เอ เดวิส และซิลเวีย บี รีมม์ (Gary A. Davis and Sylvia B. Rimm, 1994:77-78) กล่าวโดยสรุปได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น โดยการวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือทักษะต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับหลักสูตร และต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ซึ่งถือว่า นักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ขึ้นไป จัดเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง หรือเป็นนักเรียนเก่งนั่นเอง

โจเซฟ คาเทนา (Joseph Khatena, 1992:118-119) ได้กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน วัดโดยการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ถ้านักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง แสดงว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ในข้อเท็จจริง หรือหลักการที่สำคัญเกี่ยวกับ เรื่องที่เรียนมา และมีความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งที่ยกข้อขึ้น หรือ สถานการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวันได้

จากแนวความคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คือ นักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ โดยพิจารณาจากคะแนนสอบที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตร ซึ่งกล่าวได้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงคือนักเรียนที่สามารถทำคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงนั่นเอง

## 2. ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง (High Mathematics Ability) มักถูกเรียกโดยทั่วไปว่า นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ และนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์บางส่วนเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (Mathematically gifted / talented) ดังที่ คาโรล กรีนส์ (Carole Greenes, 1981:14-17) กล่าวถึงนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถทางสติปัญญาสูง ซึ่งนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมักมีลักษณะพิเศษทางคณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

- 1) มีความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ทันทีทันใด
- 2) มีความคิดยืดหยุ่นในการจัดกระทำข้อมูลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 3) มีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 4) มีความคล่องในการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 5) มีความคิดริเริ่มในการให้คำนิยามหรือแปลความหมายของข้อมูลทางคณิตศาสตร์
- 6) มีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิดที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 7) มีความสามารถในการสรุปข้อมูลทางคณิตศาสตร์เป็นกรณีทั่วไป

เอ็ม คาทลีน ฮีด (M. Kathleen Heid, 1983:221-223) ได้กล่าวถึง นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแสดงได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



จากแผนภาพจะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งจะเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ บางส่วนก็เป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไปด้วยเช่นกัน ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) มีความว่องไวในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแสดงเหตุผลที่กระชับรัด  
ชัดเจน
- 2) มีความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในเชิงนามธรรม และสามารถสรุปเป็นกรณีทั่ว  
ไปได้
- 3) มีความสามารถในการมองเห็นปัญหาในเชิงโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 4) มีความยืดหยุ่นในการคิดทางคณิตศาสตร์
- 5) มีความพยายามที่จะคิดหาวิธีทางในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ดี  
ที่สุด
- 6) ไม่ย่อท้อต่อการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 7) มีโลกทัศน์ที่กว้างไกลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

เดวิส ซี เกอร์รี (Davis C. Geary, 1996:224-225) กล่าวว่า “นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถในด้านพุทธิพิสัยและมิติสัมพันธ์”

ยังมีแนวความคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ไว้ดังนี้

อี พอล ทอร์เรนซ์ (E. Paul Torrance cited in Anthony Orton, 1987:115) กล่าวว่า “นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง คือ นักเรียนที่มีความสามารถทางด้านสัญลักษณ์ ด้านเรขาคณิต การพิจารณารูปภาพ ความสามารถในการจับประเด็นสำคัญในการเรียนรู้ ข้อเท็จจริง และมีความคิดที่พิเศษจากบุคคลอื่น”

แอนโทนี ออร์ตัน (Anthony Orton, 1987:114) กล่าวว่า “ลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ได้แก่ นักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีความสามารถทางภาษา ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถทางการคำนวณ”

โดโรธี ซิสค์ (Dorothy Sisk, 1987:143) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง สรุปได้ดังนี้

- 1) มีความยืดหยุ่นในการคิดสรรข้อมูลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- 2) มีความสามารถในการจับประเด็นสำคัญของข้อมูลทางคณิตศาสตร์
- 3) มีความสามารถในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์อย่างทันทีทันใด
- 4) มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนความคิดหรือถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นจุดเด่นน่าสนใจ
- 5) มีความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างแพร่หลาย

วี เอ ครูเทตสกี (V. A. Krutetskii cited in Janes Piirto, 1994:266) ได้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ไว้ดังนี้

- 1) มีความเข้าใจในการเข้าใจปัญหา และจัดกระทำปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
- 2) มีความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล (Logical) เกี่ยวกับปริมาณ มิติสัมพันธ์ และความสามารถในการคิดสัญลักษณ์
- 3) มีความสามารถในการนำจุดหมาย ความสัมพันธ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป
- 4) มีความสามารถในการเรียนรู้ สรุป และลำดับขั้นตอนทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการได้กระชับ ชัดเจน

- 5) มีความคิดยืดหยุ่นในการคิดแก้ปัญหา หรือเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้โดยวิธีหลีกเลี่ยงความคิดเดิม เพื่อให้ได้ทางเลือกที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา
- 6) มีความสามารถในการพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน และให้เหตุผลที่กระชับ
- 7) มีความสามารถในการสร้างปัญหาใหม่ และย้อนกลับไปคิดใหม่ตามกระบวนการเดิม
- 8) มีความสามารถในการวางหลักการจำเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อพิสูจน์ วิธีการแก้ปัญหา และหลักการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คาร์เดีย มอร์แกน (Cardia Morgan, 1998:189-190) กล่าวถึงลักษณะนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง เป็นนักเรียนที่สามารถทำงานประสบความสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว สามารถแสดงวิธีคิดอย่างเป็นระเบียบ เป็นลำดับขั้นตอนที่เข้าใจได้ง่ายและถูกต้องชัดเจน สามารถแสดงความคิดริเริ่มที่แตกต่างจากบุคคลอื่น และมีความปราณีตละเอียดลออในกระบวนการแก้ปัญหา

สำหรับนักการศึกษาไทย ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ยุพิน พิพิธกุล(2539:475-476) ได้เสนอลักษณะของนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ไว้ 6 ประการ ดังนี้

- 1) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์มักจะได้คะแนนสูง แต่อย่างไรก็ตาม การเลือกนักเรียนเก่งและอ่อนนั้นก็อยู่ที่ความคาดหวังของครู ถ้าครูคาดหวังไว้ต่ำก็จะมีนักเรียนเก่งมากมาย ถ้าครูคาดหวังไว้สูงก็จะมีนักเรียนเก่งน้อย ครูที่ดูคุณภาพ ความขยัน ความรับผิดชอบ ความตั้งใจ ความเรียบร้อย และการเรียนสม่ำเสมอ อาจจะตัดสินนักเรียนเก่งผิดพลาดก็ได้
- 2) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์บางคน อาจจะมีพฤติกรรมที่แสดงออกก้าวร้าว สร้างปัญหารบกวนครู ไม่ทำแบบฝึกหัดเพราะเขาเกิดความคับข้องใจ เบื่องานประจำที่ต้องทำไปซ้ำๆ เพราะการทำอะไรง่าย ๆ เขาก็เบื่อ ซ้ำซากนักเขาก็เบื่อ
- 3) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์บางคนมีความจำยอดเยี่ยม แต่สิ่งนี้ไม่ใช่เครื่องชี้ทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนผู้นั้นอาจเก่งเนื่องจากอ่านหนังสือมากก็ได้ การใช้ข้อสอบวัดความเก่งอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอ ครูควรใช้การสังเกตประกอบด้วย
- 4) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ มักจะเรียนได้เร็วเมื่อเขาได้รับแรงกระตุ้น ครูอธิบายเพียงเล็กน้อยเขาก็เกิดความเข้าใจ นักเรียนพวกนี้มักจะถามครูเสมอว่าทำไม เพราะเหตุไร มีความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น เขาแสดงความปรารถนาอันแรงกล้าที่จะเกิดความเข้าใจ และ

มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้ซึ่งเขามีอยู่แล้ว เขาสามารถศึกษาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองและมักจะทำ แบบฝึกหัดล่วงหน้าเสมอ

5) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ มักจะเรียนด้วยความสนุกสนาน และสนใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง มักจะใช้คำถามที่ทำให้เกิดความคิด แสดงให้เห็นความอยากรู้อยากเห็นของเขา นอกจากนี้เขายังมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน รู้จักเปรียบเทียบ แยกแยะ สังเกตรูปแบบ และหาข้อสรุปได้

6) นักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ มักจะสามารถแสดงออกได้ดี ทั้งการตอบปากเปล่า และข้อเขียน เขาสามารถจะทำงานโดยอิสระ แม้ได้รับการแนะนำเพียงเล็กน้อยเขาก็สามารถทำได้ ทั้งงานมอบหมายที่ให้ทำเป็นประจำ และงานที่เป็นโครงการพิเศษเฉพาะบุคคล

ศาสตราจารย์ บัญดา (2539:152) กล่าวว่า "นักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์ เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ จับประเด็นได้เร็ว มีความจำดี ชอบแก้ปัญหาด้วยวิธีของตนเอง สนุกในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถโยงความสัมพันธ์ได้ดี มองเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ มีความสามารถในการแสดงออก เป็นผู้มีอิสระในการคิด และสามารถมองโลกเป็นแบบอย่างคณิตศาสตร์ได้ "

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเข้าใจปัญหา คิดแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี มีความสามารถในการคิดยืดหยุ่น การคิดวิเคราะห์ กล้าแสดงความคิดเห็น และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นต้น

### 3. การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง

นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง มีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วกว่าเด็กปกติทั่วไป ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนแบบปกติ จึงไม่เพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการ ความสามารถ และความสนใจของนักเรียนเหล่านี้ได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพของตนที่มีอยู่ จึงมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงหรือนักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

โดโรธี ซิสค์ (Dorothy Sisk, 1987:146) ได้เสนอแนวคิดในการสอนนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) ครูต้องคอยให้คำแนะนำรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้นักเรียน
- 2) ครูควรมีความรู้ความเข้าใจและเก็บรวบรวมแนวความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อถ่ายทอดให้กับนักเรียนได้อย่างถูกต้อง
- 3) ครูต้องคอยสนับสนุน ชี้แนะให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างๆ กัน หลาย ๆ วิธี
- 4) ครูต้องส่งเสริมในการตรวจสอบคำตอบเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคำนวณของนักเรียน
- 5) ครูต้องให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะนักเรียนในการจัดกระทำข้อมูลทางคณิตศาสตร์
- 6) ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ท้าทายความสามารถ

โทมัส เจ คูนี (Thomas J. Cooney, 1999:14) ได้นำเสนอหลักการสำคัญในการจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์ โดยครูจะต้องมีบทบาท ดังต่อไปนี้

- 1) ครูควรสอนองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ให้นักเรียนอย่างถูกต้อง ชัดเจน
- 2) ครูควรเข้าใจวิธีการสอนคณิตศาสตร์หลาย ๆ รูปแบบ โดยใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัย
- 3) ครูควรเข้าใจกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และแนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์
- 4) ครูควรเข้าใจความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือเข้าใจความต้องการของผู้เรียนในการเรียนคณิตศาสตร์
- 5) ครูควรสอนวิธีการนำความรู้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหรือสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ยูพิน พิพิธกุล (2539:129) กล่าวถึงการจัดโปรแกรมสำหรับส่งเสริมนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

- 1) จัดชั้นพิเศษสำหรับนักเรียนเก่ง และให้เรียนวิชาที่สูงกว่านักเรียนปกติ การให้มีวิชาเลือกหลายๆ แขนงวิชา จะสนองความต้องการของนักเรียนเก่งได้ การจัดชั้นแยกนักเรียนเก่งไว้ก็จะช่วยส่งเสริมให้เขาเรียนเก่งยิ่งขึ้น



2) ให้เรียนตามเอกัตภาพซึ่งอาจจะใช้บทเรียนแบบโปรแกรม เอกสารแนะแนวทาง ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล นักเรียนก็สามารถเรียนได้ด้วยตัวเอง และก้าวหน้าไปเรื่อยๆ

3) การจัดชั้นเรียน ควรจะได้แบ่งกลุ่มย่อยตามความสามารถ และจัดโปรแกรมพิเศษสำหรับเด็กเก่ง เพื่อให้เขาได้เรียนก้าวหน้าไป

4) จัดให้มีการแข่งขัน มีนิทรรศการ และจัดตั้งชุมนุมคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกตามความสามารถ

5) จัดโปรแกรมพิเศษในภาคฤดูร้อน หรือมีการตั้งค่ายพร้อมจัดโปรแกรมทางวิชาการ

6) จัดหาตำราสำหรับนักเรียนเก่ง และหนังสืออ่านประกอบให้

นอกจากนี้ ยูพิน พิพิธกุล ยังกล่าวถึงการส่งเสริมนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1) หาโจทย์ปัญหาแปลกๆ มาให้ทำ หรือส่งเสริมให้คิดปัญหาแปลกๆ ในหนังสือวารสารคณิตศาสตร์ และหนังสือต่างๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

2) ให้ศึกษาเนื้อหาที่ยากขึ้น ฝึกให้ค้นคว้าด้วยตนเองแล้วเขียนรายงานส่งหรือนำมาเสนอหน้าชั้นเรียน

3) ส่งเสริมให้อ่านหนังสือคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องส่งเสริมความรู้ เช่น ปัญหาลับสมอง ปริศนา กลอน เกม เพลง

4) ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในชุมนุมคณิตศาสตร์ของโรงเรียน หรือเป็นสมาชิกสมาคมคณิตศาสตร์

5) ส่งเสริมให้เข้าสอบแข่งขัน ซึ่งสมาคมต่างๆ จัดขึ้น และเข้าแข่งขันในรายการทนายปัญหาต่างๆ เพื่อเป็นการฝึกฝนความรู้

6) ส่งเสริมให้นักเรียนเก่งได้ปฏิบัติจริง และค้นคว้าเรื่องต่างๆ

7) ส่งเสริมให้จัดโปรแกรมพิเศษ และจัดนิทรรศการแสดงผลงานของตนเอง

8) ให้เป็นผู้ช่วยสอนเพื่อนนักเรียนด้วยกัน หรือช่วยดูแลในการทดลองเรื่องต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่นการเป็นคณะ ในการสอนซ่อมเสริมครูอาจให้นักเรียนเก่งช่วยสอนนักเรียนที่เรียนอ่อน

วัชรีย์ บุรณสิงห์ (2539:454 - 455) กล่าวถึงแนวทางในการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนเก่งทางคณิตศาสตร์ไว้ พอสรุปได้ดังนี้

1) ต้องทำความรู้จักนักเรียนแต่ละคนเป็นอย่างดี ครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนแต่ละคน ถึงแม้จะมีการจัดกลุ่มตามความสามารถแล้วก็ตาม

- 2) ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาเป็นอย่างดี ครูต้องเสนอเนื้อหาหรือสอนนักเรียนในอัตราที่เหมาะสม เลือกใช้คำถามให้นักเรียนคิดหรือแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เร้าใจหรือกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
- 3) ครูต้องจัดเวลา แหล่งเรียนรู้ และการกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนได้ทำการศึกษาอย่างเป็นอิสระตามหัวข้อที่นักเรียนสนใจ
- 4) ครูต้องมีความกล้า และกระตือรือร้นที่จะใช้สิ่งช่วยในการสอนเสริม เช่น หนังสือ จุลสาร วารสาร รวมทั้งหนังสืออ่านประกอบ
- 5) จัดให้นักเรียนมีโอกาสทำกิจกรรมนอกห้องเรียน เช่น การเข้าร่วมชุมนุมคณิตศาสตร์
- 6) กระตุ้นให้นักเรียนมีทักษะในการเป็นผู้นำ และการสื่อความหมาย โดยให้นักเรียนออกมาแสดง รายงาน จัดนิทรรศการ ทำการค้นคว้าวิจัย
- 7) เสริมการสอนด้วยหัวข้อใหม่ๆ เหตุการณ์เรื่องราวในประวัติศาสตร์ ปัญหาแปลกๆ
- 8) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของตนเอง การแก้ไขโจทย์ปัญหาหรือผลสำเร็จของตัวเองกับนักเรียนในชั้น
- 9) จัดให้มีการประชุมอยู่เสมอกับนักเรียนที่เรียนเก่งแต่ละคน เพื่อสำรวจการวางแผนอาชีพ ความสนใจ ปัญหา ความต้องการ และปัญหาด้านอารมณ์ของนักเรียนแต่ละคน ให้นักเรียนได้พัฒนาสติปัญญาของตนเองให้มากที่สุด
- 10) กระตุ้นส่งเสริมให้ทำกิจกรรมสร้างสรรค์ เช่น การเขียนแบบสร้างสรรค์ การทำโครงการต่างๆ
- 11) จัดสภาพบรรยากาศในห้องเรียนให้กระตุ้นความสนใจ ความกระตือรือร้น การมีส่วนร่วม และความรู้สึกลดภัยของนักเรียน
- 12) มีการติดต่อสื่อสารกับผู้ปกครอง แจ้งให้ผู้ปกครองทราบถึงศักยภาพ และผลสำเร็จของนักเรียน และแนะแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถอย่างเต็มที่
- 13) สำรวจแหล่งความรู้หรือแหล่งทำงานในชุมชน เพื่อใช้เป็นแหล่งวิทยากร
- 14) ยอมรับข้อเสนอแนะของนักเรียน
- 15) งานที่ให้นักเรียนทำมาส่งควรมีความกระจำจืด
- 16) สนับสนุนให้มีการทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยต่างประเทศ

เอมอส กูร์ และ ทามาร์ ราโปพอร์ท (Amos Goor and Tamar Rapoport, 1977:636-643) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการสอนเสริมความคิดสร้างสรรค์ในภาคฤดูร้อน ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนที่มาเข้าค่ายภาคฤดูร้อนจำนวน 142 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน และกลุ่มทดลอง 94 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนเสริม โดยใช้เกมเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์เป็นสื่อ ประกอบในการสอนวันละ 4 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกอร์พาล สิงห์ จาเรียล (Garpal Singh Jarial, 1981:72) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ใช่ภาษา (non-verbal creativity) ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ในเนื้อหาเกี่ยวกับจุด เส้น สี่เหลี่ยม วงกลม เป็นต้น และการให้ความหมายเกี่ยวกับรูปภาพต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ใช่ภาษามีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ใช่ภาษา มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

พี ซี แคทียา และเกอร์พาล สิงห์ จาเรียล (P. C. Katiyar and Garpal Singh Jarial, 1985:219-220) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ตามแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ 2 รูปแบบ คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (verbal creativity) และความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ใช่ภาษา (non-verbal creativity) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับเข้าร่วมโปรแกรม เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มทางภาษา และคะแนนรวมความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่ใช่ภาษาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชาร์เลส อัลบาโน (Charles Albano, 1987:869A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการจัดโปรแกรมฝึกประสบการณ์เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างประชากรเป็นทหารในแผนกสื่อสารของรัฐนิวเจอร์ซีย์ สหรัฐอเมริกา จำนวน 66 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะทางสมอง 4 ประการ คือ ทักษะด้านจินตนาการ (Imagery) ทักษะด้านอุปมา (Analogy) ทักษะด้านการโยงความสัมพันธ์ (Association) และทักษะการเปลี่ยนรูป (Transformation) ใช้เวลาในการฝึกรวม 20 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะทั้ง 4 ด้านมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึก

มัลค ราจ ทิวลี (Malkh Raj Tuli, 1987:224-226) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชาย เกรด 9 จำนวน 476 คน ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบาลกา (Creative Ability in Mathematics Test) แบบทดสอบวัดความสามารถทางจำนวน การใช้เหตุผลทางภาษาและการให้เหตุผลเชิงนามธรรม และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ในการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มัมฟอร์ด ดี ลิน (Mumford D. Lynn, 1991:2106A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่มีต่อการจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 113 คน โดยจัดเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรฐานของคอกซ์ (Cox) ผลการวิจัย พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้ผ่านการเรียนตามโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสามารถทำคะแนนได้สูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ย และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนตามโปรแกรมที่จัดให้

เรเบคคา ไจเกอร์ (Rebecca Geiger, 1992:2298A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนสายภาษาและคณิตศาสตร์ ซึ่งได้ผ่านการเรียนตามโปรแกรมภาคฤดูร้อนจากมหาวิทยาลัยดิวค (Duke University) จำนวน 206 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถาม และแบบวัดตัวบ่งชี้ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษของเมเยอร์ บริจจ (Mayers Briggs) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีสติปัญญา ความไวต่อปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความแตกต่างระหว่างบุคคลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จูน เคนส์ โอเวอร์ตัน (June Caines Overton, 1993:467A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนเกรด 2 เกรด 4 และ เกรด 6 จำนวน 82 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 41 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะการคิดตามแนวคิดแบบจำลองความสามารถพิเศษที่ไม่มีขีดจำกัด (Talents Unlimited Model) เป็นเวลา 26 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบฝึกทักษะการคิด แบบทดสอบสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Criterion Referent Test of Talent: CRT) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ สแตนฟอร์ด (The Stanford Achievement Test :SAT) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิดสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้เพิ่มมากขึ้น และการสอนทักษะการคิดให้กับนักเรียนเกรด 4 สามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในวิชาภาษาและคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แมรี ลีน เดอริงตัน (Mary Lyne Derrington, 1993:1-4) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดหลักสูตรเสริมวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในชั้นอนุบาล ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนอนุบาลจำนวน 83 คน โดยได้รับการสอนเสริมรวม 16 ชั่วโมง ซึ่งมีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิดวิเคราะห์ กิจกรรมเกี่ยวกับจำนวนต่าง ๆ และกลวิธีการใช้คำถามปลายเปิด เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมพบว่า

1. นักเรียนร้อยละ 95 มีความสามารถในการคิดใกล้เคียงกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted child)
2. นักเรียนร้อยละ 75 มีความสามารถในการแก้ปัญหา
3. นักเรียนร้อยละ 95 มีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มขึ้น

4. นักเรียนร้อยละ 83 มีแรงกระตุ้นในการวางแผนในบทเรียนที่ให้
5. นักเรียนร้อยละ 90 มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์
6. นักเรียนร้อยละ 95 มีความกระตือรือร้นในการสอบ

เดวิด เซลดอน บัค (David Seldon Buck, 1994:2981A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการจัดโปรแกรมสอนเสริมในภาคฤดูร้อนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง เกรด 6 และ 7 เมืองดาร์ลิงตัน จำนวน 187 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมสำหรับสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของสแตนฟอร์ด (Stanford Achievement Test) และแบบวัดเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้เรียนโปรแกรมสอนเสริมภาคฤดูร้อนและว่า นักเรียนที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมสอนเสริมภาคฤดูร้อนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และนักเรียนที่ได้เรียนโปรแกรมสอนเสริมภาคฤดูร้อนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แพนนี่ บริทตัน คอลลอฟฟ์ และ จอห์น เอฟ เฟลด์ฮูเซน (Penny Britton Kolloff and John F. Feldhusen, 1994:53-57) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนเสริมที่มีต่อมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองและความคิดสร้างสรรค์ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ในโรงเรียนประถมศึกษาจำนวน 8 โรงเรียนในรัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา รวมทั้งหมด 420 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม กลุ่มละ 210 คน ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการสอนเสริม 3 รูปแบบ ได้แก่ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ขั้นพื้นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหา และการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับตัวเอง และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาซ โคแกน ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมและนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเสริมมีมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองไม่แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มทางภาษา และความคิด ริเริ่มทางด้านรูปภาพสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเสริม
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเสริม

ลอรา จีน กันเตอร์ เคลลี (Laura Jean Gunter Kelly, 1997:1191A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดโปรแกรมสอนเสริมที่ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 4 และเกรด 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมที่ใช้ในการสอนเสริมการอ่านและคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมสอนเสริม นักเรียนมีความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนและถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

ชาร์อน โจนส์ อัดัมส์ (Sharon Jones Adams, 1998:3762A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการจัดโปรแกรมเร่งรัดวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมเร่งรัดที่ใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถแยกแยะนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ 92.5%

## 2. งานวิจัยในประเทศ

สุนีย์ ศรีวันพิมพ์ ( 2533 : 110 – 113) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกความคิดสร้างสรรค์เป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์เป็นกลุ่ม กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกความคิดสร้างสรรค์เป็นรายบุคคล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นกลุ่มมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกเป็นรายบุคคลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533:153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบนี้มุ่งวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 3 องค์ประกอบ คือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิด จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ 7 ด้าน ดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหา
- 2) ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 4) ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 5) ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบหรือวิธีการคิด
- 6) ความสามารถในการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นกรณีทั่วไป
- 7) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หรือเรขาคณิต หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือการจัดกระทำทางคณิตศาสตร์

ดิลก ดิลกานนท์ (2534 : 66 – 69) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์” ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โรงเรียน รวม 300 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 149 คน และกลุ่มควบคุม 151 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบฝึกทักษะเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ด้านการรับรู้ การอุปมา การโยงความสัมพันธ์ และด้านจินตนาการ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการคิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกทักษะการคิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วินัย สอนดี (2534 : 106 – 110) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบของวิลเลียมส์” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านลาดช้าง จังหวัดนครนายก จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแผนการสอนความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบของวิลเลียมส์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จินดา กิจพูนวงศ์ (2537 : 53 - 56) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกความคิดแบบอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลวัดศาลาลำดวน จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 90 คนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ฝึกโดยใช้แบบฝึกที่ใช้ความคิดหลายลักษณะในภาพ และผลผลิตที่กำหนดโดยที่ภาพประกอบด้วยภาพเรขาคณิต และภาพเหมือน กลุ่มที่ 2 ฝึกโดยใช้แบบฝึกที่ใช้ความคิดหลายลักษณะในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้โดยที่สัญลักษณ์ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ กลุ่มที่ 3 ฝึกโดยใช้แบบฝึกที่ใช้ความคิดหลายลักษณะในภาษา และผลผลิตที่กำหนดให้โดยที่ภาษาประกอบด้วยคำที่มีความหมายและ



ประโยค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ผลจากการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกที่ใช้ความคิดหลายลักษณะในภาษา และผลผลิตที่กำหนดให้โดยที่ภาษาประกอบด้วยคำที่มีความหมายและประโยค กับ นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกที่ใช้ความคิดหลายลักษณะในสัญลักษณ์ และผลผลิตที่กำหนดให้โดยที่สัญลักษณ์ ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษรและสัญลักษณ์ต่างๆ มีความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อุบลรัตน์ ธนรุจิวงศ์ (2538:52-54) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลของกิจกรรมการคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ในเด็กอายุ 5-6 ปี “ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 2 โรงเรียนอนุบาลวัดปรินายก จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมได้รับกิจกรรมการคิดอเนกนัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการคิดอเนกนัยมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ เพิ่มขึ้นกว่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. นักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการคิดอเนกนัยมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับกิจกรรมการคิดอเนกนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

นันทิพา กงวิไล (2540:50-53) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 “ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนเรื่องรูปสี่เหลี่ยม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประยูทธ สุวรรณศรี (2540:69-72) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลการใช้รูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ “ ตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ช่างกลอุตสาหกรรม ตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความคิดนอกกรอบ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษาที่ได้รับการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโนมีคะแนนความคิดนอกกรอบสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. นักศึกษาที่ได้รับการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศศิพันธ์ พัดสมร (2540:60-64) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 “ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนเจ้าพระยาวิทยาคม กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอนและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ และนักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของวิลเลียมส์ มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542 : 95 – 98) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู ” ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนสิริรัตนาร กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แผนการสอนเรื่องลำดับ เน้นการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าปกติที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการสอนเสริมทั้งต่างประเทศและในประเทศ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสามารถฝึกได้โดยการสอนเสริม และการฝึกความคิดสร้างสรรค์ในการสอนเสริมสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นได้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. ประชากรและตัวอย่างประชากร
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนเสริมนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง การจัดการเรียนการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ การฝึกคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หลักการสอน และเทคนิคการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง

2. ศึกษาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ค 011 และ ค 012 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน

3. ศึกษาตำราที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินผลการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)

4. ศึกษาการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของดอน สตีเฟน บาลกา (Don Stephen Balka, 1974:633-636,1975:98A) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

#### ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงคือ มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีมาก ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 4 ซึ่งได้แก่จังหวัด ภูเก็ต พังงา ระนอง กระบี่ และตรัง

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงให้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ ระดับผลการเรียน 3 และ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสภาราชินี อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งสาเหตุที่เลือกนักเรียนโรงเรียนสภาราชินี เป็นตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1. โรงเรียนสภาราชินีเป็นโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา อยู่ในเขตการศึกษา 4
2. โรงเรียนสภาราชินีเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงคือ อยู่ในระดับคะแนน 3 และ 4 มีจำนวน 82 คน
3. โรงเรียนสภาราชินีเป็นโรงเรียนที่ใช้หลักสูตรเดียวกับโรงเรียนอื่น ๆ ที่สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตการศึกษา 4 และคณะครูมีการประชุมร่วมกัน เพื่อจัดทำแผนการสอน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล
4. นักเรียนของโรงเรียนสภาราชินี มีกิจกรรมร่วมกันกับนักเรียนโรงเรียนอื่นๆ บ่อยๆ ในเขตการศึกษา 4

ในการเลือกตัวอย่างประชากร ผู้วิจัยได้นำรายชื่อของนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน 3 และ 4 ในวิชาคณิตศาสตร์ ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ซึ่งมีจำนวน 82 คน มาเรียงลำดับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากมากไปน้อยแล้วเลือกนักเรียน 40 คนแรก เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งจำแนกตามระดับผลการเรียนและเพศได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการทดลอง จำแนกตามระดับผลการเรียนและเพศ

ระดับผลการเรียน	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
ระดับ 3	4	10	14
ระดับ 4	9	17	26
รวม	13	27	40

## เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทำการทดลอง คือ แผนการสอนเสริมรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 และ ค 012 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และ ฟังก์ชัน โดยเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา จำนวน 12 คาบ เป็นแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. แบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอนเสริม โดยสอนทั้งหมด 12 คาบ ๆ ละ 50 นาที
  2. เขียนแผนการสอนรายคาบที่ใช้ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแผนการสอนประกอบด้วยหัวข้อดังนี้
    - 2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
    - 2.2 เนื้อหาสาระ
    - 2.3 สื่อการเรียนการสอน
    - 2.4 กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการฝึกความสามารถของนักเรียนในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกาทั้ง 6 ด้าน
    - 2.5 การวัดและการประเมินผล
    - 2.6 เอกสารฝึกหัดที่เน้นการฝึกความสามารถของนักเรียนในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกาในแต่ละด้าน
- โดยแผนการสอนแต่ละคาบมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

แผนการสอนคาบที่ 1 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตศาสตร์วิเคราะห์ ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการหาจุดแบ่งส่วนของเส้นตรง การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม และการพิจารณาชนิดของรูปสามเหลี่ยมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม โดยการตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนแยกแยะปัญหาเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมเป็นปัญหาย่อย ๆ ได้โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากโจทย์ที่กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 2 เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตศาสตร์วิเคราะห์ ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการพิจารณาชนิดของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้ความรู้เรื่องความชันและเส้นตรงในการ

พิจารณา ให้นักเรียนเขียนสมการเส้นตรงจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้อย่างไม่จำกัดจำนวน และฝึกให้นักเรียนคาดคะเนจากผลที่จะเกิดขึ้นจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเส้นตรงที่กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 3 เรื่อง วงกลม ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนนำหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับวงกลมไปใช้ในการพิจารณาโจทย์ที่กำหนดให้ และฝึกให้นักเรียนสร้างรูปแบบหรือชุดคำตอบเกี่ยวกับวงกลมได้ถูกต้องอย่างไม่จำกัดจำนวน

แผนการสอนคาบที่ 4 เรื่อง วงกลม ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการหาสมการและเส้นสัมผัสวงกลมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ จากนั้นฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับวงกลมและเส้นสัมผัสวงกลมด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ไปจากวิธีการเดิม และฝึกให้นักเรียนแยกแยะปัญหาเกี่ยวกับวงกลมและเส้นสัมผัสวงกลมเป็นปัญหาย่อย ๆ ได้โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากโจทย์ที่กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 5 เรื่อง วงรี ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับวงรี โดยพิจารณาจากโจทย์ที่กำหนดให้ และให้นักเรียนสร้างรูปแบบหรือชุดคำตอบเกี่ยวกับวงรีได้ถูกต้องโดยไม่จำกัดจำนวน

แผนการสอนคาบที่ 6 เรื่อง วงรี ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการหาสมการเส้นสัมผัสวงรี และสมการวงรีที่สัมผัสและมีจุดศูนย์กลางร่วมกับวงกลม จากนั้นฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับวงรีด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ไปจากวิธีการเดิม และฝึกให้นักเรียนแยกแยะปัญหาเกี่ยวกับวงรีเป็นปัญหาย่อย ๆ ได้โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากสิ่งทีโจทย์กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 7 เรื่อง ความหมายของฟังก์ชัน ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ไปจากวิธีการเดิม จากนั้นฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการพิจารณาหาโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันที่กำหนดให้ และการจัดประเภทของฟังก์ชันที่กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 8 เรื่อง ความหมายของฟังก์ชัน ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปเกี่ยวกับฟังก์ชันจาก A ไป B และการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับฟังก์ชันจาก A ไป B

แผนการสอนคาบที่ 9 เรื่อง ฟังก์ชันคอมโพสิท ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในการพิจารณาฟังก์ชันที่กำหนดให้ว่าสามารถหาฟังก์ชันคอมโพสิทได้หรือไม่ จากนั้นให้นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันคอมโพสิท โดยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง

แผนการสอนคาบที่ 10 เรื่อง ฟังก์ชันคอมโพสิท ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปเกี่ยวกับฟังก์ชันคอมโพสิทที่กำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันคอมโพสิท โดยการแยกแยะปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง และให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับฟังก์ชันคอมโพสิทที่กำหนดให้

แผนการสอนคาบที่ 11-12 เรื่อง พีชคณิตของฟังก์ชัน ดำเนินการสอนเสริมเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา โดยการฝึกให้นักเรียนวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับพีชคณิตของฟังก์ชันจากฟังก์ชันที่กำหนดให้ จากนั้นฝึกให้นักเรียนแยกแยะปัญหาเกี่ยวกับพีชคณิตที่กำหนดให้เป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยใช้กฎเกณฑ์เกี่ยวกับฟังก์ชันมาพิจารณา และฝึกให้นักเรียนค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปเกี่ยวกับการหาพีชคณิตของฟังก์ชัน

ในการสอนเสริมบางคาบมีการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อฝึกคิดตามแบบของบาลกาได้มากกว่า 1 ด้าน ซึ่งการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดตามแบบของบาลกาเป็นรายคาบ ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 2 แสดงเนื้อหาที่ใช้ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อฝึกคิดตามแบบของบาลกา

คาบที่	เนื้อหา	การฝึกคิดตามแบบของบาลกา
1-2	ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์	ด้านที่ 1, 2, 4, 5 และ 6
3-4	วงกลม	ด้านที่ 1, 2, 3, 5 และ 6
5-6	วงรี	ด้านที่ 1, 2, 3, และ 6
7-8	ความหมายของฟังก์ชัน	ด้านที่ 1, 3 และ 5
9-10	ฟังก์ชันคอมโพสิท	ด้านที่ 1, 3, 5 และ 6
11-12	พีชคณิตของฟังก์ชัน	ด้านที่ 1, 2, 4 และ 5

3. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 12 แผนการสอน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการฝึกคิดตามความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกาทั้ง 6 ด้าน แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อทดลองใช้ ผลการตรวจพิจารณาของอาจารย์ที่ปรึกษา พบว่า แผนการสอนแต่ละแผนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่ใช้ในการสอนเสริม และมีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

3.1 ในการเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ ควรระบุการฝึกคิดตามความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกาให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้สอนเสริม

3.2 ในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน ควรระบุว่าจะเน้นให้นักเรียนฝึกคิดตามแบบของบาลกาด้านใดบ้าง

3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการสอนบางแผนการสอนมีมาก จึงควรนำเสนอโดยใช้แผ่นใส เพื่อความเหมาะสมกับเวลาและง่ายแก่การทำความเข้าใจของนักเรียน

3.4 ในเอกสารฝึกหัด ควรเขียนวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกัน

4. ผู้วิจัยนำแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้กับตัวอย่างประชากร (ดูในภาคผนวก ก )

## เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ วงกลม วงรี ความหมายของฟังก์ชัน ฟังก์ชันคอมโพสิท และพีชคณิตของฟังก์ชัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยมีข้อสอบจำนวน 80 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ข้อสอบนี้มุ่งวัดพฤติกรรมในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ 4 ระดับ คือระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งข้อสอบแต่ละข้อประกอบด้วยข้อคำถาม และคำตอบ 4 ตัวเลือก นักเรียนแต่ละคนจะต้องเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียวตามลักษณะข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าตอบถูก ให้ข้อละ 1 คะแนน

ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

1.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

1.4 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และพิจารณาข้อคำถามและตัวเลือกว่าตรงกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการวัดจริงหรือไม่ แล้วนำแบบทดสอบนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่าข้อสอบทั้งหมดมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตร แต่ควรมีข้อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1.4.1 ควรปรับปรุงข้อสอบที่มีตัวเลขยุ่งยากในการคิดคำนวณ ให้เป็นตัวเลขที่ง่าย เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ กล่าวคือ

ข้อความจากโจทย์ “กำหนดให้  $A(-6,-3)$  ,  $B(10,-7)$  ,  $C(2,9)$  และ  $D(-6,5)$  เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม ABCD โดยมี P , Q , R และ S เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน AB , BC , CD และ DA ตามลำดับ รูปสี่เหลี่ยม PQRS มีความยาวเส้นรอบรูปเท่าใด” ซึ่งคำตอบคือ  $20 + 2\sqrt{52}$  หน่วย

ควรแก้ไขเป็น “กำหนดให้  $A(6,9)$  ,  $B(-2,-11)$  ,  $C(6,-11)$  และ  $D(-26,-1)$  เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม ABCD...” ซึ่งมีคำตอบเป็น 44 หน่วย

1.4.2 ควรปรับปรุงข้อสอบที่โจทย์คำถามมีความซับซ้อน และยากจนเกินไป ให้มีความซับซ้อนน้อยลง เพื่อให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กล่าวคือ

ข้อความจากโจทย์ “สะพานข้ามแม่น้ำแห่งหนึ่งโค้งเป็นรูปครึ่งวงรี ณ จุดหนึ่งบนสะพาน เมื่อลากเส้นตั้งลงที่พื้นน้ำจุดที่สัมผัสพื้นน้ำเป็นจุดโฟกัส ซึ่งห่างจากฝั่งเป็นระยะทาง 7 เมตร ถ้าแม่น้ำกว้าง 7 เมตร จุดสูงสุดบนสะพานแห่งนี้สูงกี่เมตร”

ควรแก้ไขเป็น “สะพานข้ามแม่น้ำแห่งหนึ่งโค้งเป็นรูปครึ่งวงรี ดังรูป เมื่อลากเส้นตั้งจากจุดหนึ่งบนสะพานลงมาที่พื้นน้ำ ณ จุดโฟกัสของวงรี จะได้ว่า จุดโฟกัสนั้น ห่างจากฝั่งข้างเดียวกันเป็นระยะทาง 7 เมตร ถ้าแม่น้ำกว้าง 70 เมตร จุดสูงสุดบนสะพานแห่งนี้สูงจากพื้นน้ำเท่าใด”

1.4.3 ควรปรับปรุงรูปแบบของการใช้คำถามในโจทย์ให้เป็นในแนวเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าจะเขียนคำถามไว้ท้ายประโยค ควรจะเขียนให้เหมือนกันทุกข้อ เช่น

ข้อความจากโจทย์ “ข้อใดเป็นสมการของวงรีที่มีจุดยอดอยู่ที่  $(-4,0)$  และ  $(4,0)$  และวงรีผ่านจุด  $(1,-3)$  ”

ควรแก้ไขเป็น “สมการวงรีที่มีจุดยอดที่จุด  $(-4,0)$  และ  $(4,0)$  ผ่านจุด  $(-1,3)$  คือข้อใด”

1.4.4 มีข้อสอบบางข้อให้ปรับปรุงข้อความให้ชัดเจน เช่น

ข้อความจากโจทย์ “ สมการในข้อใดเป็นสมการวงกลมที่ล้อมรอบรูปสามเหลี่ยมที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรง  $L_1 : x+y = 4$  ,  $L_2 : 2x+y = 10$  และ  $L_3 : 3x+y = 14$  ”

ควรแก้ไขเป็น “ สมการวงกลมที่ล้อมรอบรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านทั้งสามเป็นสมการเส้นตรง  $x+y = 4$  ,  $2x+y = 10$  และ  $3x+y = 14$  คือข้อใด ”

ข้อความจากโจทย์ “ กราฟของสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่  $(6,3)$  และรัศมี  $2\sqrt{2}$  หน่วย พิกัดของจุดบนเส้นรอบวงคือข้อใด ”

ควรแก้ไขเป็น “พิกัดของจุดบนเส้นรอบวงของวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด  $(6,3)$  และความยาวรัศมีเป็น  $2\sqrt{2}$  หน่วย คือข้อใด ”

1.4.5 ควรปรับปรุงข้อสอบที่มีตัวเลือกที่เป็นตัวลวงให้มีความหมาย ใกล้เคียงกับตัวลวงอื่น กล่าวคือ

ข้อความจากโจทย์ “ กำหนดให้  $A = [3, \infty)$  และ  $B = [-6, \infty)$  โดยที่  $f(x) = \sqrt{x-3} - 6$  ข้อใดไม่เป็นจริง ”

ก.  $f$  เป็นฟังก์ชันจาก  $A$  ไป  $B$

ข.  $f$  เป็นฟังก์ชันจาก  $A$  ไปทั่วถึง  $B$

- ค.  $f$  เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก  $A$  ไป  $B$   
 ง.  $f$  ไม่เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก  $A$  ไปทั่วถึง  $B$   
 ควรแก้ไขตัวเลือก ค และ ง เป็น  
 ค.  $f$  เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก  $A$  ไป  $R$   
 ง.  $f$  เป็นฟังก์ชันหนึ่งต่อหนึ่งจาก  $A$  ไปทั่วถึง  $B$

1.5 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ดังที่กล่าวข้างต้น แล้วนำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง คือมีระดับผลการเรียน 3 และ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร แล้วนำคะแนนจากการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความเที่ยงของแบบทดสอบ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยแบบทดสอบจะต้องให้มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.6 ขึ้นไป
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.2 – 0.8
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.2 ขึ้นไป

ซึ่งจากการทดลองใช้เครื่องมือได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.5.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 80 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ จำนวน 80 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.738
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.16 – 0.95
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า -0.13 – 0.66

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 52 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำไปทดสอบใหม่เป็นครั้งที่ 2

1.5.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 52 ข้อที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนวิเชียรมาตุ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 84 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.814
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.18 – 0.84
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.09 – 0.68

ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 46 ข้อ ผู้วิจัย จึงคัดเลือกข้อสอบที่ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกจุดประสงค์ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ไว้จำนวน 40 ข้อ เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการทดลองใช้ครั้งที่ 3 ต่อไป (ดูรายละเอียดตารางวิเคราะห์ หลักสูตรในภาคผนวก ค )

1.5.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 76 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของ แบบทดสอบได้ผลดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.852
ค่าความยากง่าย	มีค่า	0.34 - 0.52
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.21 - 0.74

(ดูรายละเอียดผลการคำนวณค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกในภาคผนวก ค)

1.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จำนวน 40 ข้อ ผู้วิจัยทำการสลับข้อใหม่ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ที่มีจำนวน 40 ข้อเช่นเดิม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยคะแนนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ คิดเป็นคะแนนดิบตั้งแต่ 34 คะแนนขึ้นไป (ดูรายละเอียด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาคผนวก ค )

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอนในการ สร้างดังนี้

2.1 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ไฮเปอร์โบลา ชนิดของฟังก์ชัน อินเวอร์สฟังก์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ไม่ซ้ำกับเรื่องที่ใช้ในการสอนเสริม โดยแบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 18 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

2.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ สร้างไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข

2.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (ดูรายนาม ของผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก) พิจารณาตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบ แล้วนำมาปรับปรุง

แก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า แบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

### 2.3.1 ควรแก้ไขปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ ดังนี้

ข้อความจากโจทย์ “จากกราฟ ตาราง และสมการที่กำหนดให้”

ควรแก้ไขเป็น “จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้”

ข้อความจากโจทย์ “เขียนคำตอบเท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้”

ควรแก้ไขเป็น “เขียนคำตอบให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้”

2.3.2 ข้อสอบบางข้อมีข้อความถามย่อย ๆ มากเกินไป ควรปรับปรุงให้มีจำนวนน้อยลง เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ เช่น

ข้อความจากโจทย์ “ให้นักเรียนพิจารณาสมการที่กำหนดให้แต่ละคู่ว่า ลักษณะของกราฟเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร เขียนคำตอบให้มากที่สุดเท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้” โดยข้อสอบมีสมการให้นักเรียนพิจารณาทั้งหมด 8 คู่

ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้ตัดออก เหลือเพียง 5 คู่

2.3.3 ควรปรับปรุงแก้ไขข้อความให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามให้ตรงกับความต้องการ กล่าวคือ

ข้อความจากโจทย์ “จากการทดสอบการวัดอุณหภูมิของสารเคมีทั้ง 4 ชนิด ทุก ๆ ชั่วโมง เมื่อเติมสารเคมีชนิดหนึ่งลงไปผลการทดลองดังตาราง...

จากตารางข้างต้นถ้าวัดอุณหภูมิต่อไปเรื่อย ๆ สารเคมีทั้ง 4 ชนิดจะเป็นอย่างไร”

ควรแก้ไขเป็น “.... จากตารางข้างต้น ถ้าวัดอุณหภูมิต่อไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิของสารเคมีทั้ง 4 ชนิดจะเป็นอย่างไร และ ณ ชั่วโมงที่ 8 อุณหภูมิของสารเคมีทั้ง 4 ชนิดจะเป็นเท่าไร”

### 2.3.4 ข้อสอบที่เป็นกราฟ ควรเขียนกราฟให้ชัดเจน

2.4 ผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบสอบความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ เน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบในปริมาณที่มาก ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลายทาง และความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ (E. Paul Torrance, 1969: 45-52) ซึ่งแนวทางในการตรวจให้คะแนนมีดังนี้ คือ

ก. คะแนนความคล่องในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดยพิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ตอบถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบแต่ละข้อ โดยให้คำตอบละ 1 คะแนน แต่ถ้าตอบซ้ำหรือเหมือนเดิมจะไม่ให้คะแนนอีก

ข. คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด ผู้วิจัยเป็นผู้ให้คะแนนโดย

พิจารณาจากจำนวนกลุ่มของคำตอบหรือทิศทางของคำตอบกล่าวคือ นำคำตอบทั้งหมดที่ให้คะแนนความคล่องไปแล้ว มาจัดเป็นกลุ่มคำตอบที่เป็นทิศทางเดียวกัน หรือความหมายอย่างเดียวกัน เมื่อจัดกลุ่มคำตอบเรียบร้อยแล้ว ให้นับจำนวนกลุ่มคำตอบ โดยให้คะแนนกลุ่มคำตอบละ 1 คะแนน

ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มคำตอบที่จัดไว้เรียบร้อยแล้ว ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มคำตอบขึ้นใหม่อีกตามความจำเป็น จนกว่าจะครบตามคำตอบ

ค. คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น โดยใช้เกณฑ์การตอบซ้ำ ดังนี้

คำตอบซ้ำกัน	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ดังนั้นการให้คะแนนความคิดริเริ่ม จึงต้องใช้วิธีนับความถี่ของคำตอบ แล้วจึงนำความถี่นั้นมาเทียบกับเกณฑ์ข้างต้นแล้วจึงให้คะแนน

เมื่อได้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยนำเกณฑ์เหล่านี้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาพร้อมกับแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วย ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่า แนวทางการให้คะแนนความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นนั้นใช้ได้

2.5 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง คือระดับผลการเรียน 3 และ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด และนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาความเที่ยงของแบบทดสอบ ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ซึ่งแบบทดสอบจะต้องให้มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ต่อไปนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.6 ขึ้นไป
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.2 – 0.8
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.2 ขึ้นไป

ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

2.5.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 18 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนโรงเรียนอำมาตย์พานิชนุกูล อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 80 คน เพื่อทดสอบความชัดเจน ความถูกต้องของ ข้อคำถาม ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ได้ผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.604
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.15 – 0.65
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.30 – 0.91

แบบทดสอบชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.654
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.22 – 0.53
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.37 – 0.97

ได้จำนวนข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดชุดละ 13 ข้อ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการใช้ภาษาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 ต่อไป

2.5.2 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ชุด ๆ ละ 13 ข้อ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนวิเชียรมาตุ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 84 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ได้ผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.678
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.29 – 0.67
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.27 – 0.91

แบบทดสอบชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.743
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.20 – 0.55
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.40 – 1.00



ได้จำนวนข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ และชุดที่ 2 จำนวน 11 ข้อ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อสอบให้ครอบคลุมความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ให้ได้ข้อสอบจำนวน 2 ชุด ชุดละ 10 ข้อ เพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 3 ต่อไป ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ชุด มุ่งวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### ชุดที่ 1 แบบทดสอบก่อนเรียน แบ่งเป็น

ข้อที่ 1-2 วัดความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ข้อที่ 3-4 วัดความสามารถในการสร้างรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 5 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ข้อที่ 6-7 วัดความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 8-9 วัดความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 10 วัดความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้

#### ชุดที่ 2 แบบทดสอบหลังเรียน แบ่งเป็น

ข้อที่ 1-2 วัดความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ข้อที่ 3-4 วัดความสามารถในการสร้างรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 5-6 วัดความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ข้อที่ 7 วัดความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 8-9 วัดความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่ 10 วัดความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้

(ดูรายละเอียดแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ในภาคผนวก ค )

2.5.3 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ชุดๆ ละ 10 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดตรัง ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 76 คน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ได้ผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.742
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.37 – 0.58
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.55 – 0.85

แบบทดสอบชุดที่ 2

ค่าความเที่ยง	มีค่า 0.840
ค่าความยากง่าย	มีค่า 0.40 – 0.60
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า 0.62 – 0.89

(ดูรายละเอียดผลการคำนวณค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกในภาคผนวก ค )

2.6 แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้วิจัยใช้แบบทดสอบชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จำนวน 10 ข้อ

**การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตจากภาคศึกษามัธยมศึกษา ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อขออนุญาตจากฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสภาราชนี จังหวัดตรัง
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรก่อนการทดลองสอนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดก่อนการทดลอง โดยใช้เวลาในการทดสอบชุดละ 90 นาที
3. ผู้วิจัยทำการสอนเสริมนอกเหนือเวลาเรียนปกติ และคาบที่จัดให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองตามแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 คาบๆ ละ 50 นาที โดยดำเนินการสอนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ๆ ละ 3 คาบ ตั้งแต่วันที่ 26 มกราคม–18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2543
5. หลังจากสอนเสริมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดหลังการทดลอง โดยใช้เวลาในการทดสอบชุดละ 90 นาที
6. ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจ และบันทึกคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS For Windows version 7.5 โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าร้อยละของมัชฌิมเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่เรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 85
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทดสอบค่าที (t-test)
3. คำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าร้อยละของมัชฌิมเลขคณิต และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่เรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา
4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกาโดยวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตจากการทดสอบค่าที (t-test)

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

1.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method) คือ

$$K - R_{20} : r_n = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum p_i q_i}{s_i^2} \right]$$

เมื่อ  $r_n$  แทนความเที่ยงของแบบวัด

$k$  แทนจำนวนข้อของแบบวัด

$p$  แทนสัดส่วนของผู้ตอบถูก

$q$  แทนสัดส่วนของผู้ตอบผิด

$s_i^2$  แทนความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

(Robert L. Ebel, 1965:318-319)

1.2 หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

$$P = \frac{R_u + R_l}{T}$$

$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{T}{2}}$$

เมื่อ P แทนค่าความยาก  
 r แทนค่าอำนาจจำแนก  
 $R_u$  แทนจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $R_l$  แทนจำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ  
 T แทนจำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มทดลอง  
 (Norman E. Gronlund, 1981: 258-259)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

2.1 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ลี เจ ครอนบาค (Lee J. 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 กรวรรณสุต, 2538:47)

2.2 การหาค่าความยากและอำนาจจำแนกรายข้อแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้สูตรของ ดี อาร์ วิทเนย์ และ ดี แอล ซาเบอร์ (D. R. Whitney and D. L. Sabers)

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

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

เมื่อ  $S_h$  แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง

$S_l$  แทน ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$  แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$X_{\min}$  แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

$n_t$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

$n_h$  แทนจำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน ,2538:147-148)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง " ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4
- ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 5
- ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 6
- ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 7

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 85

ตารางที่ 3 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจำนวน 40 คน หลังการทดลอง เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 85

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์	34.70	2.14	86.75

จากตารางที่ 2 พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองได้เท่ากับ 86.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และร้อยละของจำนวนนักเรียน 40 คน หลังการทดลอง

	คะแนนที่ได้	ร้อยละของ คะแนนที่ได้	จำนวนนักเรียน	ร้อยละของ จำนวนนักเรียน
ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 85	39	97.5	1	2.5
	38	95.0	2	5.0
	37	92.5	6	15.0
	36	90.0	6	15.0
	35	87.5	7	17.5
	34	85.0	6	15.0
รวม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85		28	70
ไม่ผ่าน เกณฑ์ ร้อยละ 85	33	82.5	7	17.5
	32	80.0	2	5.0
	31	77.5	1	2.5
	30	75.0	2	5.0
รวม	ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85		12	30

จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ ซึ่งคิดจากคะแนนดิบตั้งแต่ 34 ขึ้นไป มีจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด



**ตอนที่ 2** ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง

ตารางที่ 5 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และค่าทีในการทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 40 คน ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	23.33	2.60	
หลังการทดลอง	34.70	2.14	29.975*

\*p<0.05

จากตารางที่ 4 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง จากค่าที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตอนที่ 3** ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
หลังการทดลอง

ตารางที่ 6 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ( $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ ) ของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้าน ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม ของนักเรียนจำนวน 40 คน หลังการทดลอง

องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$
ความคล่องในการคิด	102.60	34.03	57.09
ความยืดหยุ่นในการคิด	36.50	9.32	56.15
ความคิดริเริ่ม	37.83	13.03	49.78
ความคิดสร้างสรรค์ รวมทุกองค์ประกอบ	171.53	49.84	57.40

จากตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้าน ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มของนักเรียนหลังการทดลอง พบว่า นักเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในด้านความคล่องในการคิดสูงที่สุด รองลงมาคือด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่มตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์รวมทุกองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 57.40

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์  
ของนักเรียน จำนวน 40 คน ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ตารางที่ 7 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของความสามารถ  
ในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นใน  
การคิด และความคิดริเริ่ม และค่า  $t$  ในการทดสอบความแตกต่างของความสามารถ  
ในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านของนักเรียน จำนวน 40 คน ก่อน  
การทดลองและหลังการทดลอง

องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์	การทดสอบ	$\bar{X}$	S.D.	t
ความคล่องในการคิด	ก่อนการทดลอง	57.23	34.03	10.021*
	หลังการทดลอง	102.60	18.51	
ความยืดหยุ่นในการคิด	ก่อนการทดลอง	19.35	6.59	13.501*
	หลังการทดลอง	36.50	9.32	
ความคิดริเริ่ม	ก่อนการทดลอง	16.00	6.06	12.322*
	หลังการทดลอง	37.83	13.03	
ความคิดสร้างสรรค์ รวมทุกองค์ประกอบ	ก่อนการทดลอง	93.33	29.35	12.138*
	หลังการทดลอง	171.53	49.84	

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากค่าที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ รวมทุกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จากการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ก่อนและหลังการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีและดีมาก ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตการศึกษา 4 ซึ่งได้แก่ จังหวัดภูเก็ต พังงา ธารนอง กระบี่ และตรัง ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง คือ ระดับผลการเรียน 3 และ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนสมภาราชินี อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อย แล้วเลือกนักเรียน 40 คนแรกเป็นกลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนเสริมที่เน้นการฝึกคิดตามความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้านของบาลา ซึ่งได้แก่

1. ความสามารถในการวางแผนหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่
4. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อย ๆ ที่เจาะจงได้

ซึ่งแผนการสอนดังกล่าวมีจำนวน 12 คาบ ผู้วิจัยนำไปใช้ในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.852 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.34 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.21 – 0.74
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ครอบคลุมการวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง พาราโบลา ไฮเพอร์โบลา ชนิดของฟังก์ชัน อินเวอร์สฟังก์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ซึ่งแบบทดสอบนี้มีจำนวน 2 ชุด ๆ ละ 10 ข้อ โดยชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน และชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบหลังเรียน โดยชุดที่ 1 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.742 ความยากง่ายระหว่าง 0.37 – 0.58 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.55 – 0.85 ชุดที่ 2 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.840 ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.40–0.60 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.62 – 0.89

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยก่อนสอนผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดก่อนการทดลอง แล้วทำการสอนเสริมนักเรียนตามแผนการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการสอนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และ

แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดหลังการทดลอง โดยใช้ เวลาในการทดสอบชุดละ 90 นาที แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณค่ามัชฌิม เลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา โดยใช้ การทดสอบที (t-test) และทดสอบความแตกต่างของความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนเสริมการฝึกคิดทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา โดยใช้ การทดสอบที (t-test)

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

### อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ที่ได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 85 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะ การสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาในหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ให้ลึกซึ้งและกว้างกว่าการเรียนปกติ จึงสามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน

เนื้อหาที่เรียนเสริมเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในด้านการคิดคณิตศาสตร์ในระดับสูง และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนปกติ ดังที่ ยูพิน พิพิธกุล (2539:294-295) กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มักจะได้คะแนนสูง มีความจำยอดเยี่ยม มักจะเรียนได้เร็ว เมื่อเขาได้รับแรงกระตุ้นจากครู นักเรียนมีความสนใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง มีความอยากรู้อยากเห็น มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน รู้จักเปรียบเทียบ แยกแยะ สังเกตรูปแบบและหาข้อสรุปได้ และการจัดโปรแกรมสอนเสริมให้กับนักเรียนเก่งจะช่วยให้ นักเรียนเรียนเก่งยิ่งขึ้น จากลักษณะดังกล่าวนี้เอง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูงผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าการสอนเสริมการฝึกคิดตามแบบของบาลาสามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นได้ กล่าวคือ การฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลา โดยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน สามารถทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เดวิด เซลดอน บัค (David Seldon Buck, 1994:2981A) ซึ่งทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมสอนเสริมในภาคฤดูร้อนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนโปรแกรมการสอนเสริมภาคฤดูร้อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และจากงานวิจัยของ ลอรา จีน กันเตอร์ เคลลี (Laura Jean Gunter Kelly, 1997:1191A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลของการจัดโปรแกรมสอนเสริมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า หลังจากเสร็จสิ้นโปรแกรมสอนเสริม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น และมีความคล่องในการคิดทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนและการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้

3. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการฝึกคิดตามแบบของบาลาในการ

สอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าการสอนเสริมการฝึกคิดตามแบบของบาลกาสามารถพัฒนาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ จะเห็นได้ว่าการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแบบของบาลกา โดยการสร้างสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ด้าน นั้น เน้นการฝึกให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในด้านความคล่องในการคิด มีความคิดยืดหยุ่น และมีความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายและเกิดความรู้ใหม่ ดังที่โรเบิร์ต เจ สเติร์นเบิร์ก และ ลินดา เอ โอ ฮารา (Robert J. Sternberg and Linda A. O'Hara, 1999:396-400) กล่าวไว้สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมักจะมีความคิดสร้างสรรค์สูง และความคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกฝนเพิ่มเติมได้ในห้องเรียน โดยการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกคิดหลากหลาย และปรับปรุงแนวความคิดไปสู่กรณีทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พี ซี แคทียา และ การ์พาล สิงห์ จาเรียล (P. C. Katiyar and Garpal Singh Jarial ,1985:219-220) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียนพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับเข้าร่วมโปรแกรมเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มสูงกว่า นักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ จูน เคนส์ โอเวอร์ตัน (June Caines Overtan,1993:467A) ซึ่งได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการคิด สามารถพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการจัดการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนทุกระดับชั้น และควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกาให้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ใช้เหตุผล และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น
2. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการฝึกคิดแบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น
3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นการฝึกคิดตามแบบของบาลกา ให้กับนักเรียนกลุ่มอื่นที่ไม่ใช่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรมวิชาการ,กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย.พุทธศักราช 2524** (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์การศาสนา, 2533
- คณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ,สำนักงาน. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ.2540-2544**. สำนักนายกรัฐมนตรี, 2540.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. **แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542**. สำนักนายกรัฐมนตรี , 2542.
- จินดา กิจพูนวงศ์. **ผลของการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3** .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,2537.
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. **การจัดการศึกษาสำหรับเด็กสามารถพิเศษ.กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.,2529**.
- ดิลก ดิลกานนท์ . **การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,2534.
- นันทิภา กงวิไล. **ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ “รูปสี่เหลี่ยม” ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัฒนาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2540.
- ประคอง กรวรรณสุด. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- ประยुทธ สุวรรณศรี . **ผลการใช้รูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ**. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ปรุ้ง อินทมาตร์. **ผลการของการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3** . วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2538.

- ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : บพิธการพิมพ์, 2539.
- ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2530.
- รุ่ง แก้วแดง. ปฏิวัติการศึกษาไทย. กรุงเทพมหานคร : บริษัทมติชน จำกัด(มหาชน) , 2541.
- วัชรีย์ บุรณสิงห์. วิธีการสอนเพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-15 .มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2539.
- วินัย สอนดี. การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบของวิลเลียมส์.วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2534.
- วิภาพร มาพบสุข. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2542.
- ศศิพันธ์ พัดสมร. ผลของการฝึกคิดเป็นกลุ่มตามแนวคิดของ วิลเลียมส์ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กรุงเทพมหานคร. . วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2540.
- สาคร บุญดาว. การสอนคณิตศาสตร์เพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล. ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 12-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2539.
- สิริพร ทิพย์คง. การศึกษาความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ [กรุงเทพฯ]:โครงการวิจัยและพัฒนาความสมรรถภาพวิสัยของครู โดยใช้สมรรถฐาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536.
- สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542.
- สุนีย์ ศรีวันพิมพ์. ผลของการฝึกความคิดสร้างสรรค์เป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.
- สุภาวดี ตั้งบุปผา. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
- อุบลรัตน์ ธนรุจิวงศ์. ผลของกิจกรรมการคิดอเนกนัยที่มีต่อการพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ในเด็กอายุ 5- 6 ปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

## ภาษาอังกฤษ

- Adam , Sharon Jones. Persistence of academically talented adolescents in an accelerated mathematics program : A discriminate. **Dissertation Abstracts International** 59(1999) : 3762-A
- Albano , Charles. The Effects of An Experimental Training Program on The Creative Thinking Abilities of Adults. **Dissertation Abstracts International** 48 (1987) : 869.
- Anastasi, Anne . **Psychological Testing**. 5<sup>th</sup> ed. Macmillan Publishing Co.,Inc. New York,1982.
- Anastasi, Anne . **Psychological Testing**. 7<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River, N.J. : Prentice-hall,c1997.
- Anderson, Ronald D. and Others. **Developing Children's Thinking through Science**. Inglewood Clifts, New Jersey : Prentice Half Inc. , 1970.
- Anold, Peter J. **Education, movement and curriculum** . Basinstoke: Taylor&Francis (Printers) LtDs.,1988.
- Balka , Don Stephen. **The Development of an Instrument to Measure Creative Ability in Mathematics**. **Dissertation Abstracts International**, 1975:98-A.
- Balka , Don Stephen. " Using Research in Teaching: Creative Ability in Mathematics" in **The Arithmetic Teacher**.21 (7) : 633-636; November , 1974.
- Boostrom, Robert. **Developing Creative & Critical Thinking**. National Textbook Company. New York,1993.
- Buck , David Seldon. The Effects of Summer Enrichment Program on Mathematically Bright Students (gifted). **Dissertation Abstracts International** 58(1994) : 2981-A.
- Burns , Deborah E. **Thinking Skill Planing Guide** . Mimeograped ,1995.
- Busse . Thomas V. and Manfield, Richard S. Theories of the Creative Process : A Review and a Perspective. **Journal of Creative Behavior** 14 (Second Quarter 1980):96.
- Callahan, Carolyn M. **The Assessment of Creativity in Calangelo, Nicholas., and Davis, Garry A. Handbook of Gifted Education** pp.219-235. Boston: Allyn and Bacon,1991.

- Candler, Ann C. and Orthers. Peer Tutoring As a Strategy Individualizing Instruction .  
Education 100(Spring 1980): 380-383.
- Clendening , Corinne P. **Creating Programs for the Gifted : A Guide for Teacher,  
Librarians and Students.** P.R. Bowker Company, New York and London,1980.
- Colangelo, Nicholas and Davis ,Garry A. **Handbook of Gifted Education .** Boston: Allyn  
and Bacon , Massachusetts,1991.
- Cooney, Thomas J. and others. **Mathematics, Pedagogy, and Secondary Teacher  
Education,** NH: Heinemann,1999.
- Davis, Garry A. **A Teaching Creative Thinking** in Colangelo, Nicholas and Davis ,  
Garry A. **Handbook of Gifted Education .** Boston: Allyn and Bacon,  
Massachusetts ,1991.
- Davis, Garry A. and Rimm,Sylvia B. **Education of the gifted and talented.** 3<sup>rd</sup> ed. Allyn  
and Bacon , London ,1994.
- De Bono , Edward. **Lateral thinking : A textbook of Creativity.** Penguin Books,1982.
- De Bono , Edward. **Lateral thinking for management.** Penguin Books,1984.
- Derrington, Mary Lynne. Enrichment in the Mathematics and Science Curriculum in  
the Primary Grades. **School Science and Mathematics** 93(January 1993): 1-4
- Ebel, Robert L. **Essentials of Education Measurement.** Engwood Cliffs, N.J. : Prentice-  
Hall,1965.
- Feldhusen, John F. ,S.M. Moon and P.J. Rifner. **Educating The Gifted and Talented,**  
**Education Perspective** 26 (1&2),1989.
- Feldman, David Henry. **The Development of Creativity.** in Sternberg , Robert J.  
**Handbook of Creativity .**pp 169-186. Cambridge University Press,1999.
- Furman, Anton. **Teacher and Pupil Characteristics in The Perception of the Creativity of  
Classroom Climate.** **Journal of Creative Behavior** 32(Fourth Quarter 1998):  
258-277.
- Gallagher , Jame J. and Gallagher , Shelagh A. **Teaching the gifted Child** 4<sup>th</sup> ed.  
Boston A Division of Paramount, 1994.
- Geary , David C. **Children's Mathematical Development :Research and Practical  
Applications.** 2<sup>nd</sup> ed. American Psychological Association, Washington  
,DC.,1996.

- Geiger , Rebecca. Personality Characteristics of highly academically talented adolescents : Variations with verbal on Mathematical ability. **Dissertation Abstracts International** 53 (1993) :2298-A .
- Guilford ,Joy Paul. **Personality**. New York: McGraw-Hill,1959.
- Guilford ,Joy Paul. **The nature of human Intelligence**. New York : McGraw-Hill , 1967.
- Guilford ,Joy Paul. Some Changes in the structure of intellect model. **Education and Psychological Measurement** 48(1988):1-4.
- Goor, Amos and Rapoport Tarmar. Enhancing Creativity in an informal Educational Framework **Journal of Educational Psychology** 69 (1997) :636-643.
- Gronlund, Norman E. **Measurement and Education in Teaching**. New York : Macmillan Publishing Co.Inc.,1981.
- Hallahan, Daniel P. and James M. Kauffman. **Exceptional Children : Introduction to Special Education** .4<sup>th</sup> ed. Prentice-Hall International Editions.,1991.
- Hallman,Ralph J. **Techniques of Creative Teaching**. In Davis, Garry A. and Scott, Joseph A. **Training Creative Thinking**. New York : McGraw-Holt, Rinehart and Winston,Inc.,1971.
- Haylock, Derek W. Mathematical Creativity in Schoolchildren. **Journal of Creative Behavior** 21 (First Quarter 1987): 48-59.
- Heid , M. Kathleen. Characteristics and Special Needs of The Gifted Student in Mathematics. **Mathematics Teacher** 76(April 1983) : 221-226.
- Hopkins, Kenneth D. and Stanley, Julian C. **Educational and Psychological Measurement and Evaluation**. 6<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall,1981.
- Jarial , Gurpal Singh. An Experiment in the Training of Nonverbal Creativity. **The Journal of creative Behavior** 15 (First Quarter 1981) : 72.
- Johnson, Dana T. **Comprehensive Curriculum for Gifted Learner**. 2<sup>rd</sup> ed. Massachusetts,1988.
- Kolloff , Penny Britton and Felhusen ,John F. The effect of Enrichment on Self-Concept and creative Thinking . **Gifted Child Quarterly** 28 (Spring 1994) : 53-57.
- Khatena , Joseph. **Gifted : Challenge and Response for Education**. F.E. Peacock Publishers Inc. Itasca , Illinois , 1992.

- Katiyar , P.C. and Jarial, Garpal Singh. Training Programs for Developing Creativity in School Children. *The Journal of creative Behavior*. 19 (Third Quarter 1985) : 219-220.
- Kelly , Laura Jean Gunter. The effects of in-class tutoring on the achievement of at risk elementary students. *Dissertation Abstracts International* 58(1997) : 1191-A.
- Krulik, Stephen and Rudnick, Jesse A. **Innovative Tasks to Improve Critical and Creative-Thinking Skills** in Stiff ,Lee V. and Curcio, Frances R. *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12*,1999.
- Lynn , Mumford D. Comparison of cognitive and affective outcomes of gifted and talented science program for students of highly intelligence achieving at different levels. *Dissertation Abstracts International* , 52(1991) : 2106-A.
- Lumsdaine, Edward and Lumsdaine ,Monika .**Creative Problem Solving : Thinking Skills For A Changing World**. McGraw-Hill. New York,1995.
- Lewis,James M. Analysis of the tutoring Variable in Individualized Instruction. *Educational Technology*. (march 1979):41-44.
- Lewis,James M. **How to Tutor in an Open Learning Scheme**. Create Britain : Council for Educational Technology,1981.
- Marland , Sidney P. **Education of The Gifted and Talented** . Washing D.C. U.S. office of Education,1972.
- McIntosh , Jerry A. **Perspectives on Secondary Mathematics Education**. Prentice-Hall Inc, Englewood Clifts ,New Jersey,1971.
- Morgan, Candia. **Writing Mathematically : The Discourse of Investigation**. Biddles Ltd. in Great Britain London , 1998.
- Munzert , Alfied W. **Test Your I.Q.** 2<sup>rd</sup> ed .New York , 1991.
- Newman , Jane Lumpkin. The effects of The Talents Unlimited Model on Students Creative Productivity. *Dissertation Abstracts International*,(1991) :3525-A
- Orton , Anthony. **Learning Mathematics : Issues,Theory and Classroom Practice** . London : Cassell Education , 1987.
- Osborn, Alex F. **Creative Imagination** . New York : Charles Serbners Sons,1963.

- Overton , June Caines. An investigation of the effects of Thinking skills instruction on academic achievement and development of critical and creative thinking skills of second -, fourth- and sixth- grade students. **Dissertation Abstracts International** ,55(1994) : 467-A.
- Piirto , Jane. **Talented Children and Adults : Their Development and Education** . New York , 1994.
- Rawlinson, Geoffrey J. **Creative Thinking and Brainstorming** . Great Britain by Biddles Limited, Guilford and King's Lynn. 1988.
- Renzulli , J.S. **Learning Styled Inventory Mansfield Center, CT** : Creative Learning Press. 1978b.
- Schiever, Shirley W. and Maker C. Jane. **Enrichment and Acceleration : An Overview and Directions in Colangelo , Nicholas and Davis , Garry A. Handbook of Gifted Education** .pp 99-110. Boston: Allyn and Bacon, 1991.
- Sisk, Dorothy. **Creative teaching of the gifted**. McGraw-Hill Book Company. New York, 1987.
- Sternberg , Robert J. **Beyond IQ. : A Triarchic Theory of Human Intelligence**. New York : Cambridge University Press, 1985.
- Sternberg , Robert J. and Williams , Wendy M. **How to Develop Student Creativity** . Alexandria ,VA , USA. ,1996.
- Sternberg , Robert J. **Handbook of Creativity** . Cambridge University Press, 1999.
- Sternberg , Robert J. and O'Hara , Linda A. **Creativity and Intelligence**. In Sternberg , Robert J. **Handbook of Creativity** . Cambridge University Press, 1999.
- Suchman ,J. Richard. **The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry**. 128; June, 1962.
- Torrance , E. Paul. **Guiding Creative Talent**. Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi, 1969.
- Torrance , E. Paul. **Creative Learning and Teaching**. New York: Mead and Company, 1972.
- Torrance , E. Paul . **Encouraging Creativity in the Classroom**. 4<sup>th</sup> ed. Iowa, Wm C. Brown Company Publisher, 1973.

Tuli , Mulkh Raj. Mathematical Creativity : It's Relationship to Aptitude for Achievement in and Attitude Towards Mathematics Among Boys. *The Journal of Creative Behavior*. 19(Third Quarter 1987) : 224-226

Treffinger, Danaid J. Research on creativity . *Gifted Child Quarterly* 30 (1986) : 15-19.

Vantassel-Baska , Joyce . *Comprehensive Curriculum for Gifted Learners*. 2<sup>nd</sup> ed. Massachusetts ,1998.

Wallach and Kogen. *Modes of thinking in young children*. New York: Halt, Rinehart, & winston, 1965.

Wallach and Kogen. "New look at Creativity intelligence Distinction in Creativity". Penjuin Education, 1973.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
  1. อาจารย์สุพัตรา ผาติวิสันต์      นักวิชาการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอน  
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  2. อาจารย์พรทิพย์พา ปัญจะพรสุข      หัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ  
สวนกุหลาบ ปทุมธานี
  3. ดร.วรรณวิภา สุทธิเกียรติ      อาจารย์ประจำวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนสามเสน  
วิทยาลัย
  
2. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์  
ทางคณิตศาสตร์
  1. รองศาสตราจารย์ ดร. พิชากร แปลงประสพโชค      อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร
  2. รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่      อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร
  3. รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตน์      อาจารย์ภาควิชาการวัดผลและการวิจัย  
การศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร
  4. ดร. สมเดช บุญประจักษ์      อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์  
สถาบันราชภัฏพระนคร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข  
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง  
ตัวอย่างแผนการสอน คาบเรียนที่ 1 และคาบเรียนที่ 2



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แผนการสอนคาบที่ 1

วิชา คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น

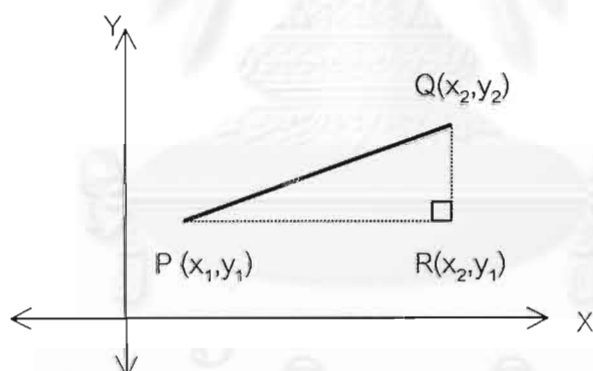
จำนวน 1 คาบ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการหาจุดแบ่งส่วนของเส้นตรง การหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม และการพิจารณาชนิดของรูปสามเหลี่ยมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
2. นักเรียนสามารถค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ยากหายไปที่เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม โดยการตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้
3. นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาเกี่ยวกับรูปหลายเหลี่ยมเป็นปัญหาย่อย ๆ ได้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติจากโจทย์ที่กำหนดให้ได้

### เนื้อหาสาระ

#### ระยะระหว่างจุด 2 จุด



$$|PQ|^2 = |PR|^2 + |RQ|^2$$

$$|PQ|^2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาระยะระหว่างจุด 2 จุดต่อไปนี้

- 1) (3,4) และ (-2,1)
- 2) (2,7) และ (3,5)
- 3) (0,0) และ (9,3)
- 4) (-11,4) และ (8,-2)

วิธีทำ

- 1) ระยะระหว่างจุด (3,4) และ (-2,1) คือ

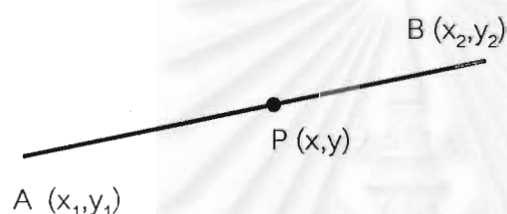
$$\sqrt{(-2-3)^2 + (1-4)^2} = \sqrt{25+9} = \sqrt{34}$$

- 2) ระยะระหว่างจุด (2,7) และ (3,5) คือ
- $\sqrt{(2-3)^2 + (7-5)^2} = \sqrt{5}$

- 3) ระยะระหว่างจุด (0,0) และ (9,3) คือ
- $\sqrt{(0-3)^2 + (0-4)^2} = \sqrt{25} = 5$

- 4) ระยะระหว่างจุด (-11,4) และ (8,-2) คือ

$$\sqrt{(8+11)^2 + (-2-4)^2} = \sqrt{361+36} = \sqrt{397}$$

จุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด

ให้ A  $(x_1, y_1)$  และ B  $(x_2, y_2)$  เป็นจุดปลายของส่วนของเส้นตรง AB จุด P  $(x, y)$  เป็นจุดกึ่งกลาง

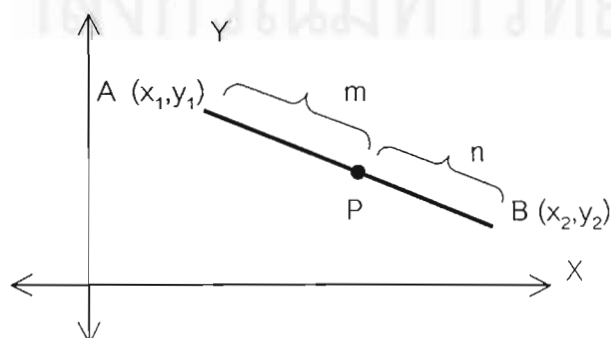
ดังนั้น จุด P  $(x, y)$  คือ  $\left(\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}\right)$

ตัวอย่างที่ 2

- จุดกึ่งกลางระหว่างจุด (3,6) กับ (5,12) คือจุด  $\left(\frac{3+5}{2}, \frac{6+12}{2}\right) = (4,9)$
- จุดกึ่งกลางระหว่างจุด (4,7) กับ (8,7) คือจุด  $\left(\frac{4+8}{2}, \frac{7+7}{2}\right) = (6,7)$

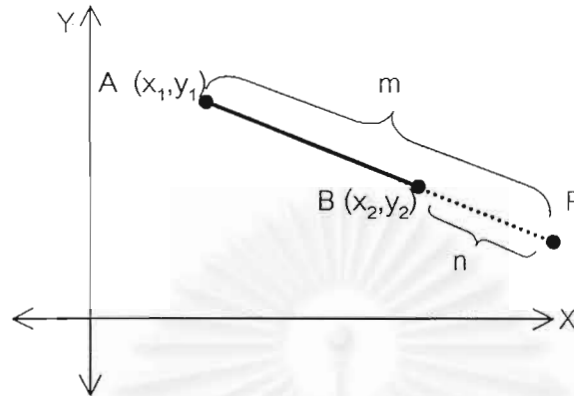
จุดแบ่งของส่วนของเส้นตรงออกเป็นอัตราส่วน m : n

1. จุดแบ่งภายใน



ให้  $A(x_1, y_1)$  และ  $B(x_2, y_2)$  เป็นจุดปลายของส่วนของเส้นตรง  $AB$  ที่มีจุด  $P$  เป็นจุดแบ่งภายในทำให้  $|AP| : |PB| = m : n$  แล้วจุด  $P$  คือ  $\left( \frac{mx_2 + nx_1}{m+n}, \frac{my_2 + ny_1}{m+n} \right)$

## 2. จุดแบ่งภายนอก



ให้  $A(x_1, y_1)$  และ  $B(x_2, y_2)$  เป็นจุดปลายของส่วนของเส้นตรง  $AB$  ที่มีจุด  $P$  เป็นจุดแบ่งภายนอกทำให้  $|AP| : |PB| = m : n$  แล้วจุด  $P$  คือ  $\left( \frac{mx_2 - nx_1}{m-n}, \frac{my_2 - ny_1}{m-n} \right)$

ตัวอย่างที่ 3 ให้  $C(x, y)$  เป็นจุดซึ่งแบ่งส่วนของเส้นตรงที่มีจุดปลายของเส้นตรงที่มีจุดปลายที่  $P(3, 7)$  กับ  $Q(-3, 4)$  ออกเป็นอัตราส่วน  $2:1$  จงหาจุด  $C$

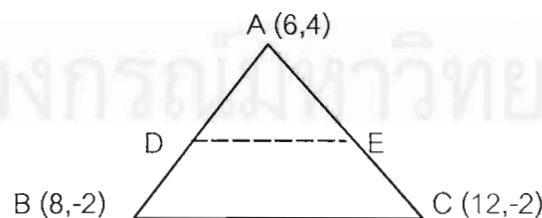
วิธีทำ ให้  $m = 2$  ,  $n = 1$

$$\begin{aligned} \text{จุด } C(x, y) &= \left( \frac{2(-3) + 1(3)}{2+1}, \frac{2(4) + 1(7)}{2+1} \right) = \left( \frac{-3}{3}, \frac{15}{3} \right) \\ &= (-1, 5) \end{aligned}$$

ความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม

ตัวอย่างที่ 4 กำหนดจุด  $A(6, 4)$  ,  $B(8, -2)$  และ  $C(12, -2)$  เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม ให้  $D$  และ  $E$  เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน  $AB$  และ  $AC$  ตามลำดับ จงแสดงว่า  $DE = \frac{1}{2}BC$

วิธีทำ



พิกัดของจุด  $D$  คือ  $(7, 3)$

พิกัดของจุด  $E$  คือ  $(9, 3)$

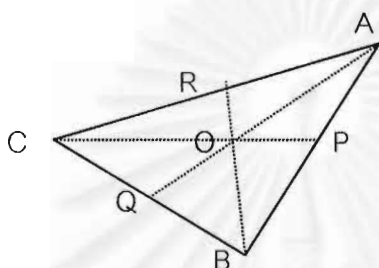
$$\text{ระยะห่างระหว่างจุด D และ จุด E} = \sqrt{(7-9)^2 + (3-3)^2} = 2$$

$$\text{ระยะห่างระหว่างจุด B และ จุด C} = \sqrt{(8-12)^2 + (-2-2)^2} = 4$$

$$\text{ดังนั้น } DE = \frac{1}{2}BC$$

ตัวอย่างที่ 5 กำหนดให้จุด  $A(3,6)$  ,  $B(1,2)$  และ  $C(-3,-4)$  เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม โดยมีจุด  $P$  ,  $Q$  และ จุด  $R$  เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน  $AB$  ,  $BC$  และ ด้าน  $CA$  ตามลำดับ และให้ จุด  $O$  เป็นจุดตัดของเส้นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยม  $AO$  ยาวเท่าไรเมื่อเทียบกับ  $AQ$

วิธีทำ



หาพิกัดของ  $P$  ,  $Q$  และ  $R$

จะได้ว่า พิกัดของจุด  $P$  คือ  $(2,4)$  จุด  $Q$  คือ  $(-1,3)$  และจุด  $R$  คือ  $(0,5)$

ความชันของเส้นตรงที่เชื่อมจุด  $P(2,4)$  และจุด  $C(-3,4)$  คือ  $m = \frac{4-4}{-3-2} = 0$

ความชันของเส้นตรงที่เชื่อมจุด  $R(0,5)$  และจุด  $B(1,2)$  คือ  $m = \frac{2-5}{1-0} = -3$

สมการเส้นตรง  $PC$  คือ  $y = 4$

สมการเส้นตรง  $RB$  คือ  $y - 5 = -3(x - 0)$

$$y - 5 = -3x$$

แทนค่า  $y = 4$  จะได้ว่า  $x = \frac{1}{3}$

ดังนั้น พิกัดของจุด  $O$  คือ  $(\frac{1}{3}, 4)$

ความยาวของเส้นตรง  $AQ = \sqrt{(3 - (-1))^2 + (6 - 3)^2} = 5$

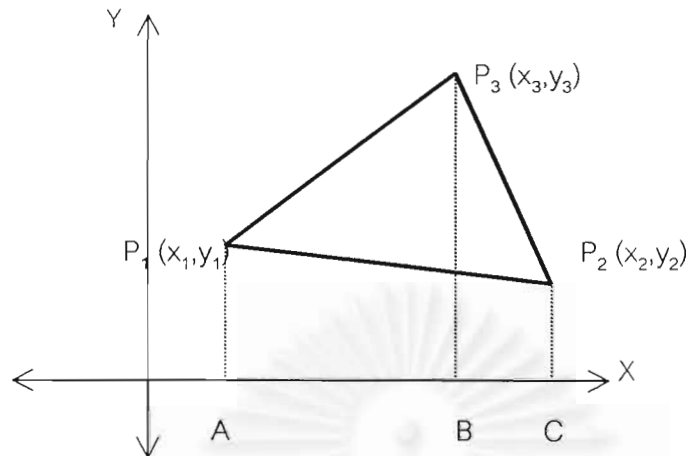
ความยาวของเส้นตรง  $AO = \sqrt{(3 - (\frac{1}{3}))^2 + (6 - 4)^2} = \frac{10}{3}$

นั่นคือ  $AO = \frac{2}{3}AQ$



## การหาพื้นที่รูปหลายเหลี่ยม

### การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม



ตามหลักการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม โดยการสร้างให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูป จะพบว่า

$$\text{พื้นที่ } \triangle P_1P_2P_3 = \square P_1ABP_3 + \square P_3BCP_2 - \square P_1ACP_2$$

แต่รูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

$$\text{ซึ่งการพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times (\text{ผลบวกของด้านคู่ขนาน} \times \text{ความสูง})$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ } \triangle P_1P_2P_3 &= \frac{1}{2}(y_3 + y_1)(x_3 - x_1) + \frac{1}{2}(y_3 + y_2)(x_2 + x_3) - \frac{1}{2}(y_1 + y_2)(x_2 - x_1) \\ &= \frac{1}{2}(x_3y_1 - x_2y_1 + x_1y_2 - x_3y_2 + x_2y_3 - x_1y_3) \\ \text{หรือ} &= \frac{1}{2}[(x_3y_1 + x_1y_2 + x_2y_3) - (x_2y_1 + x_3y_2 + x_1y_3)] \end{aligned}$$

จากวิธีข้างต้น นักเรียนสามารถสร้างเป็นหลักการได้ดังนี้

การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมใด ๆ เมื่อโจทย์กำหนดจุดยอดทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมให้ โดยใช้ความรู้ของ determinant จะได้กฎทั่วไปดังนี้

1. นำจุดยอดของรูปเหลี่ยมมาเขียนเรียงในแนวตั้งในทิศทวนเข็มนาฬิกา
2. ปิดท้ายด้วยจุดแรก
3. พื้นที่ของรูปเหลี่ยมจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลบวกของผลคูณทแยงมุมลงลบด้วยผลบวกของผลคูณทแยงมุมขึ้น

$$\begin{aligned} \text{จากรูป พื้นที่ของสามเหลี่ยม } ABC &= \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ x_3 & y_3 \\ x_1 & y_1 \end{vmatrix} \\ &= \frac{1}{2} |(x_1y_2+x_2y_3+x_3y_1)-(x_1y_3+x_3y_2+x_2y_1)| \end{aligned}$$

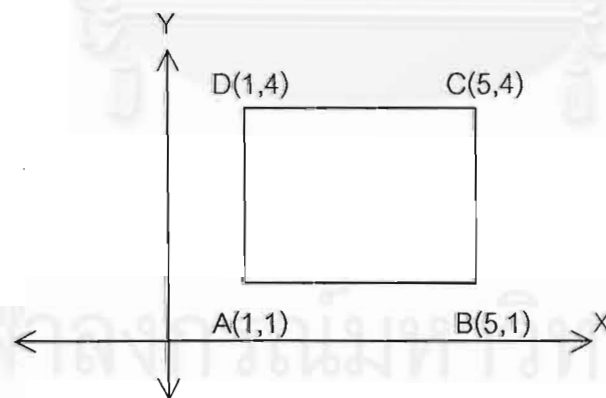
ตัวอย่างที่ 6 จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดอยู่ที่ A (1,2) , B(5,7) และ C (4,9)

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม } ABC &= \frac{1}{2} \begin{vmatrix} 1 & 2 \\ 5 & 7 \\ 4 & 9 \\ 1 & 2 \end{vmatrix} \\ &= \frac{1}{2} |(7 + 45 + 8) - (10 + 28 + 9)| \\ &= 13 \end{aligned}$$

การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม

ตัวอย่างที่ 7 จากรูปจงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD



วิธีทำ

จากรูป พบว่า ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีด้าน AD ยาว 3 หน่วย

และด้าน AB ยาว 4 หน่วย

ดังนั้น สี่เหลี่ยม ABCD มีพื้นที่ เท่ากับ 12 หน่วย

ถ้าหลักการเช่นเดียวกับการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม จะได้ว่า

$$\begin{aligned}\text{พื้นที่ } \square ABCD &= \frac{1}{2} [(1 - 20 + 20 + 1) - (5 + 5 + 4 + 4)] \\ &= \frac{1}{2} \times 24 = 12 \text{ ตารางหน่วย}\end{aligned}$$

การพิจารณารูปสามเหลี่ยม

ตัวอย่างที่ 8 รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งมีจุด (4,6) , (-2,-2) และ (6,8) เป็นจุดยอดของสามเหลี่ยม สามเหลี่ยมรูปนี้เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่

วิธีทำ ให้ A(4,6) , B (-2,-2) และ C (6,8)

$$\begin{aligned}AB &= \sqrt{(4+2)^2 + (6+2)^2} \\ &= \sqrt{36+64}\end{aligned}$$

$$AB = 10$$

$$BC = \sqrt{(-2-6)^2 + (-2-8)^2} = \sqrt{164}$$

$$CA = \sqrt{(6-4)^2 + (8-6)^2} = \sqrt{8}$$

สามเหลี่ยมรูปนี้ ตามพิกัดจุดยอดที่กำหนดไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพราะไม่มีด้านยาวสองด้านเท่ากัน

ตัวอย่างที่ 9 ถ้าจุดกึ่งกลางด้านทั้งสามของสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็น (-1,1) , (4,-1) และ (-2,5) จงหาพิกัดของจุดยอดทั้งสามของสามเหลี่ยมรูปนี้

วิธีทำ

1. ให้พิกัดของจุดยอดทั้งสามของสามเหลี่ยมเป็น A ( $x_1, y_1$ ) , B ( $x_2, y_2$ ) และ C ( $x_3, y_3$ )

2. ให้ (-1,1) เป็นจุดกึ่งกลาง AB

$$\therefore \frac{x_1 + x_2}{2} = -1 \quad ; \quad x_1 + x_2 = -2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{y_1 + y_2}{2} = 1 \quad ; \quad y_1 + y_2 = 2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

3. ให้ (4,-1) เป็นจุดกึ่งกลาง BC

$$x_2 + x_3 = 8 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$y_2 + y_3 = -2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

4. ให้ (-2,-5) เป็นจุดกึ่งกลาง CA

$$x_3 + x_1 = -4 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$y_3 + y_1 = -10 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$(6) - (3) ;$$

$$x_1 - x_3 = -10$$

$$(7) + (5) ;$$

$$2x_1 = -14$$

$$x_1 = -7$$

5. จากสมการ (1) และ (5) จะได้  $x_2 = 5$  ,  $x_3 = 8$

$$(2) - (4) ;$$

$$y_1 - y_3 = 4$$

$$(8) + (6) ;$$

$$2y_1 = -6$$

$$y_1 = -3$$

6. จากสมการ (2) และ (3) จะได้  $y_2 = 5$  ,  $y_3 = -7$

7. พิกัดของจุดทั้งสามคือ  $(-7,3)$  ,  $(5,5)$  และ  $(3,-7)$

### โจทย์การบ้าน (จงแสดงวิธีทำ)

- กำหนดให้ A  $(-1,2)$  , B  $(3,-4)$  และ C  $(5,6)$  จงหาว่า ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมแบบใด และมีพื้นที่เป็นเท่าไร
- กำหนด A  $(-4,2)$  , B  $(2,5)$  , C  $(8,6)$  และ D  $(7,1)$  เป็นจุดยอดของสี่เหลี่ยม ABCD อัตราส่วนของพื้นที่สามเหลี่ยม BCD ต่อพื้นที่สี่เหลี่ยม ABCD มีค่าเท่าไร
- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีจุดปลายของเส้นทแยงมุมเส้นหนึ่งคือ P  $(-1,-2)$  และ R  $(2,-6)$  รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนี้มีพื้นที่เท่าไร

### สื่อการเรียนการสอน

- ไม้บรรทัด
- เอกสารฝึกหัด
- โจทย์การบ้าน

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูทบทวนเรื่องระยะระหว่างจุด 2 จุดบนเส้นจำนวนที่แทนด้วยจำนวนจริง a และ b

ซึ่งเท่ากับ  $|a - b|$  โดยใช้การถามตอบ แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบ เช่น

- ระยะระหว่างจุดที่แทน 2 และจุดที่แทน 10 เท่ากับ  $|10 - 2| = 8$
- ระยะระหว่างจุดที่แทน -10 และจุดที่แทน 5 เท่ากับ  $|-5 - (-10)| = 15$
- ระยะระหว่างจุดที่แทน -15 และจุดที่แทน -5 เท่ากับ  $|-5 - (-15)| = 10$

## 2. ขั้นสอน

2.1 ครูกำหนดจุด 2 จุด คือ จุด P และ จุด Q ตามตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนหาระยะระหว่างจุดทั้ง 2 จุด แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติม จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันสรุปการหาระยะระหว่างจุด  $P(x_1, y_1)$  และ จุด  $Q(x_2, y_2)$  ได้ดังนี้  $|PQ|^2 = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

2.2 ครูกำหนดจุด 2 จุดคือจุด A  $(x_1, y_1)$  และ B  $(x_2, y_2)$  และให้หาจุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด แล้วให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติม ดังตัวอย่างที่ 2 พร้อมทั้งสรุปวิธีการหา จุดกึ่งกลางระหว่างจุด 2 จุด

ให้ จุด P  $(x, y)$  เป็นจุดกึ่งกลางของจุด A และ B

$$\text{ดังนั้น จุด P } (x, y) \text{ คือ } \left( \frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2} \right)$$

2.3 ครูกำหนดจุดปลายส่วนของเส้นตรง แล้วให้นักเรียนร่วมกันหาจุดแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นอัตราส่วน  $m:n$  แล้วให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเพิ่มเติม ดังตัวอย่างที่ 3 จนได้ข้อสรุปหลักการหาจุดแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นอัตราส่วน  $m:n$

2.4 ครูให้นักเรียนเขียนรูปสามเหลี่ยม 1 รูป แล้วให้นักเรียนลากส่วนของเส้นตรงเชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านสองด้านของสามเหลี่ยม และวัดความยาวด้านนั้น นำมาเปรียบเทียบกับความยาวด้านที่สาม จากนั้นให้นักเรียนเปรียบเทียบผลที่ได้กับเพื่อนในชั้น จนได้ข้อสรุปว่า ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุดกึ่งกลางของด้านสองด้านของสามเหลี่ยมใด ๆ จะมีความยาวเป็น ครึ่งหนึ่งของด้านที่สาม โดยครูยกตัวอย่างที่ 4 ประกอบ

2.5 ครูให้นักเรียนเขียนรูปสามเหลี่ยม และลากเส้นมัธยฐานทั้งสามของสามเหลี่ยม แล้วให้นักเรียนวัดระยะห่างจากจุดยอดของสามเหลี่ยมไปยังจุดตัดของเส้นมัธยฐานทั้งสามเส้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเส้นมัธยฐานเส้นนั้น จนได้ข้อสรุปดังตัวอย่างที่ 5

2.6 ครูกำหนดจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมให้นักเรียนหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม แล้วร่วมกันอภิปรายวิธีการหาคำตอบ โดยครูใช้การถาม-ตอบ จนได้เป็นหลักการหาพื้นที่ของสามเหลี่ยมเมื่อโจทย์กำหนดจุดยอดของสามเหลี่ยมให้

2.7 ครูยกตัวอย่างการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมตามตัวอย่างที่ 6 เมื่อโจทย์กำหนดจุดกึ่งกลางของรูปสามเหลี่ยมให้ โดยใช้หลักการเดิมเปรียบเทียบกับหลักการที่สร้างขึ้นใหม่

2.8 ครูกำหนดจุด 4 จุดซึ่งเป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม และให้หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ ตามตัวอย่างที่ 7 แล้วให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาว่าสามารถใช้หลักการเดียวกับการหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมได้หรือไม่

2.9 ครูยกตัวอย่างจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมตามตัวอย่างที่ 8 แล้วให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าสามเหลี่ยมนี้เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่ เพราะเหตุใด

2.10 ครูแจกเอกสารฝึกหัดที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่าสามารถหาคำตอบได้หรือไม่ พร้อมทั้งตรวจสอบวิธีการคิด เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม โดยพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2.11 ครูยกตัวอย่างที่ 9 ให้นักเรียนพิจารณาว่ามีขั้นตอนในการคิดหาคำตอบได้อย่างไรบ้าง เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถแยกแยะปัญหาโจทย์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม เป็นปัญหาย่อย ๆ ในการคิดหาคำตอบ

2.12 ครูแจกเอกสารฝึกหัดที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โดยการแยกแยะออกเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วแสดงขั้นตอนในการคิดหาคำตอบ

### 3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเกี่ยวกับหลักการหาหาจุดแบ่งส่วนของเส้นตรงออกเป็นอัตราส่วน  $m : n$  การหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม และหลักการพิจารณาชนิดของรูปสามเหลี่ยมจากเงื่อนไขที่กำหนดให้

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีตรวจสอบว่าจุดยอดของรูปสามเหลี่ยมที่โจทย์กำหนดให้เป็นสามเหลี่ยมแบบใด

3.3 ครูให้นักเรียนสรุปว่าการแก้ปัญหาใด ๆ วิธีการหนึ่งนั้นต้องแยกแยะออกเป็นปัญหาย่อย ๆ โดยดูจากกฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติที่โจทย์กำหนด

3.4 ครูให้นักเรียนทำโจทย์การบ้าน

### การวัดและการประเมินผล

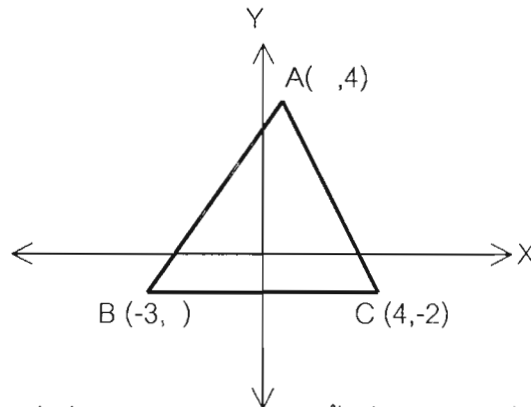
การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน	1. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง
2. ทำเอกสารฝึกหัดที่ 1	2. นักเรียนทำเอกสารฝึกหัดที่ 1 ถูกต้องทุกคน
3. ทำเอกสารฝึกหัดที่ 2	3. นักเรียนทำเอกสารฝึกหัดที่ 2 ถูกต้อง 98%
4. ทำโจทย์การบ้าน	4. นักเรียนทำโจทย์การบ้านได้ถูกต้องทุกคน
5. สังเกตจากการสรุป	5. นักเรียนสรุปเกี่ยวกับการแบ่งส่วนของเส้นตรง การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมและรูปหลายเหลี่ยมได้ถูกต้อง

### เอกสารฝึกหัดที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกให้นักเรียนค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ โดยการตรวจสอบวิธีการคิด)

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำ

1. กำหนดให้ A, B และ C เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม โดยมี BC ขนานกับแกน X



จากรูป สิ่งที่กำหนดให้สามารถหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด ถ้าหาพื้นที่ได้ ABC จะมีพื้นที่เป็นเท่าไร

.....

.....

.....

.....

2. กำหนดจุด A (-3,-6) , B (5,6) และ C (1,2) เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม จงหาว่า ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมแบบใด

.....

.....

.....

.....

3. กำหนดจุด A (2,-2) , B (-3,1) และ C (1,6) เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....



## เอกสารฝึกหัดที่ 2

วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกให้นักเรียนสามารถหาคำตอบจากโจทย์ที่กำหนดให้ โดยการแยกแยะ  
ปัญหาเป็นปัญหาย่อย ๆ

คำสั่ง จงแสดงวิธีทำ

- กำหนด  $A(-4,3)$  ,  $B(4,5)$  ,  $C(8,11)$  และ  $D(-8,7)$  เป็นจุดยอดของสี่เหลี่ยม ABCD  
P , Q , R และ S เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน AB , BC , CD และ DA ตามลำดับ จงหาผลบวก  
ของความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม PQRS

ขั้นตอนการคิด

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

วิธีทำ

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- กำหนดให้ ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว ซึ่งมี AB เป็นฐาน ถ้าพิกัดของจุด A , B และ C เป็น  
 $(-4,2)$  ,  $(4,-6)$  และ  $(x,5)$  สามเหลี่ยม ABC มีพื้นที่เท่าไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## แผนการสอนคาบที่ 2

วิชา คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2

เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

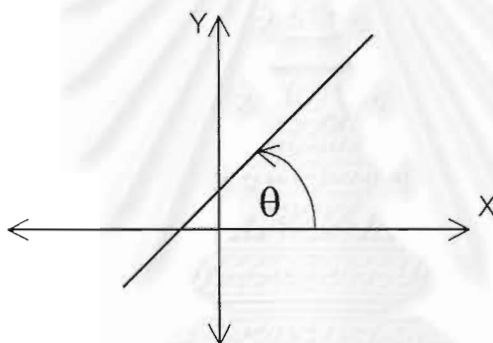
จำนวน 1 คาบ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวางหลักการหรือกฎเกณฑ์เกี่ยวกับการพิจารณาชนิดของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ความรู้เรื่องความชันและเส้นตรงในการพิจารณา
2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเส้นตรงจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. นักเรียนสามารถคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเส้นตรงที่กำหนดให้ได้

### เนื้อหาสาระ

#### ความชันของเส้นตรง (Slope of Straight Lines)



เมื่อลากส่วนของเส้นตรงตัดกับแกน X โดยทำมุมกับแกน X เป็น  $\theta$

ค่า tangent ของมุม  $\theta$  เรียกว่า ความชัน (Slope) ของเส้นตรง เขียนแทนด้วย  $m$   
การพิจารณาความชันของเส้นตรง

1. เส้นตรงที่ขนานกับแกน X ;  $m = 0$
2. เส้นตรงที่ขนานกับแกน Y หรือทำมุมฉากกับแกน X ;  $m$  หาค่าไม่ได้ (infinite)
3. เส้นตรงที่ทำมุมแหลมกับแกน X ;  $m > 0$
4. เส้นตรงที่ทำมุมป้านกับแกน X ;  $m < 0$
5. เส้นตรงที่ขนานกันมีความชันเท่ากัน ;  $m_1 = m_2$
6. เส้นตรงที่ตั้งฉากกัน ผลคูณความชันเท่ากับ  $-1$  ;  $m_1 m_2 = -1$

บทนิยาม ให้  $L$  เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด  $P_1(x_1, y_1)$  และ  $P_2(x_2, y_2)$  โดยที่  $x_1 \neq x_2$  ,  $m$  เป็นความชันของเส้นตรง  $L$  ก็ต่อเมื่อ

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

ตัวอย่างที่ 1 กำหนดจุด P (2,1) จงหาสมการเส้นตรงที่มีความชันเป็น  $0$ ,  $\frac{1}{2}$  และ  $-3$  พร้อมทั้งเขียนกราฟ และบอกลักษณะของเส้นตรงที่ได้

วิธีทำ

$$1) \quad y - 1 = 0(x - 2) = 0$$

$$y = 1$$

เป็นเส้นตรงที่ขนานกับแกน X

$$2) \quad y - 1 = \frac{1}{2}(x - 2)$$

$$2y - 2 = x - 2$$

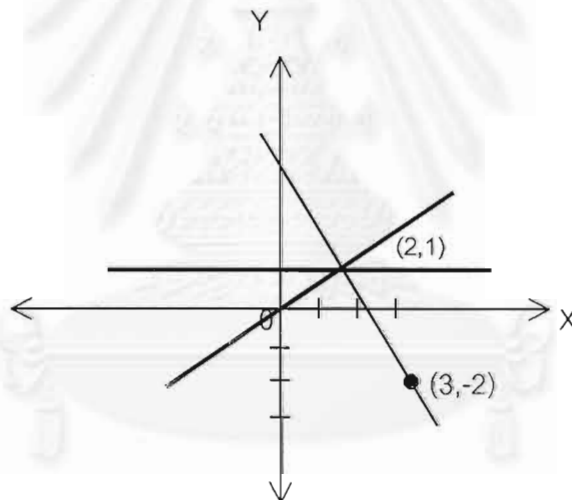
$$x - 2y = 0$$

เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิด

$$3) \quad y - 1 = -3(x - 2)$$

$$3x + y - 7 = 0$$

เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุด (3, -2)



การพิจารณาลักษณะของกราฟเส้นตรงจากสมการในรูปทั่วไปของเส้นตรง

เมื่อ A, B และ C เป็นค่าคงตัว โดยที่ A และ B ไม่เป็นศูนย์พร้อมกัน

สมการ  $Ax + By + C = 0$  มีกราฟต่าง ๆ ดังนี้

$$1) \quad \text{เมื่อ } A = 0 \text{ และ } B \neq 0 \text{ จะได้ } y = -\frac{C}{B} \text{ มีกราฟเป็นเส้นตรงขนานกับแกน X}$$

$$2) \quad \text{เมื่อ } A \neq 0 \text{ และ } B = 0 \text{ จะได้ } x = -\frac{C}{A} \text{ มีกราฟเป็นเส้นตรงขนานกับแกน Y}$$

$$3) \quad \text{เมื่อ } A \neq 0 \text{ และ } B \neq 0 \text{ จะได้ } y = -\frac{A}{B}x - \frac{C}{B} \text{ มีกราฟเป็นเส้นตรงที่มีความชัน}$$

$$\text{เท่ากับ } -\frac{A}{B} \text{ และผ่านจุด } (0, -\frac{C}{B})$$

4) ถ้า  $C = 0$  จะได้  $y = -\frac{A}{B}x$  เป็นเส้นตรงผ่านจุด  $(0,0)$

### ความรู้เกี่ยวกับสมการเส้นตรง

1. ถ้าเส้นตรงผ่านจุด  $(x_1, y_1)$  และมีความชันเท่ากับ  $m$

จะได้สมการเส้นตรง คือ  $y - y_1 = m(x - x_1)$

2. ถ้าเส้นตรงผ่านจุด  $(x_1, y_1)$  และ  $(x_2, y_2)$

สมการเส้นตรง คือ  $\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

3. ถ้าเส้นตรง  $L_1$  เป็นเส้นตรงมีสมการ  $y = m_1x + c_1$

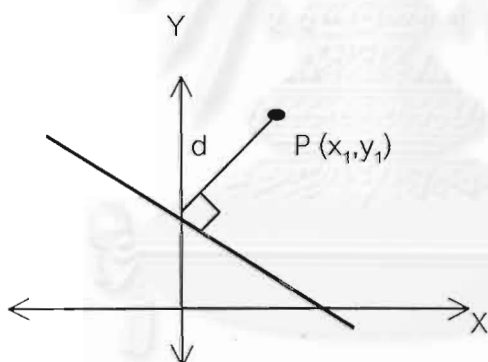
และ  $L_2$  เป็นเส้นตรงมีสมการ  $y = m_2x + c_2$

ดังนั้น  $L_1$  จะตั้งฉากกับ  $L_2$  เมื่อ  $m_1 m_2 = -1$

และ  $L_1$  จะขนานกับ  $L_2$  เมื่อ  $m_1 = m_2$

4. ระยะทางตั้งฉากจากจุด  $(x_1, y_1)$  มายังเส้นตรง การ  $Ax + By + C = 0$  ซึ่งเป็นสมการ

เส้นตรง คือ  $d = \frac{|Ax + By + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$



5. ระยะระหว่างเส้นขนาน  $L_1 : Ax + By + C_1 = 0$  กับ  $L_2 : Ax + By + C_2 = 0$

เท่ากับ  $\frac{|C_2 - C_1|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$

ตัวอย่างที่ 2 จงหาสมการเส้นตรงผ่านจุด  $(2, -1)$  และ

ก. มีความชันเท่ากับ 2

ข. ผ่านจุด  $(3, 4)$

ค. ขนานกับเส้นตรง  $2x - 3y + 4 = 0$

ง. เขียนสมการเส้นตรงให้ผ่านจุด  $(2, -1)$  โดยไม่มีเงื่อนไขเลย (เขียน 3 สมการเป็นอย่างน้อย)

วิธีทำ ก. สมการเส้นตรง  $y+1 = 2(x-2)$

$$y+1 = 2x-4$$

$$2x-y = 5$$

ข. สมการเส้นตรงผ่านจุด (2,-1) และ (3,4)

$$\frac{y+1}{x-2-2} = \frac{4+1}{3-2}$$

$$y+1 = 5(x-2)$$

$$5x - y = 11$$

ค. จากสมการ  $2x - 3y + 4 = 0$

$$y = \frac{2}{3}x + \frac{4}{3}$$

ดังนั้น เส้นตรงที่กำหนดมีความชัน  $\frac{2}{3}$

$$\text{สมการที่ต้องการ } y+1 = \frac{2}{3}(x-2)$$

$$3y+3 = 2x-y$$

$$2x - 3y = 7$$

ง. สมการเส้นตรงที่ผ่านจุด (2,-1) เช่น

$$1. \quad 3x - y - 7 = 0$$

$$2. \quad x - 2y - 4 = 0$$

$$3. \quad 3x - 4y - 10 = 0$$

ตัวอย่างที่ 3 สามเหลี่ยม ABC มีพิกัดของจุดยอดทั้งสามเป็น A(3,4), B(-2,-1) และ C(4,1)

สามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่

วิธีทำ

หลักการ หาความชันของด้านทั้งสาม ถ้าด้านคู่ใดผลคูณของความชันเท่ากับ -1 แสดงว่าสองด้านนั้นตั้งฉากกัน

$$m \text{ ของ } AB = \frac{4+1}{3+2} = 1$$

$$m \text{ ของ } BC = \frac{-1-1}{-2-4} = \frac{1}{3}$$

$$m \text{ ของ } CA = \frac{1-4}{4-3} = -3$$

m ของ BC คูณกับ m ของ CA เท่ากับ -1

ดังนั้น BC ตั้งฉากกับ CA ณ จุด C

นั่นคือ ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก

ตัวอย่างที่ 4 กำหนดให้ A (-4,2) , B (4,-6) และ C (7,5) เป็นจุดยอดของรูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมแบบใด

วิธีทำ

ก. พิจารณาโดยใช้หลักการของความชัน จะได้ว่า

$$\text{ส่วนของเส้นตรง AB มีความชัน เท่ากับ } m_1 = \frac{-6-2}{4-(-4)} = -1$$

$$\text{ส่วนของเส้นตรง BC มีความชัน เท่ากับ } m_2 = \frac{5-(-6)}{7-4} = \frac{11}{3}$$

$$\text{ส่วนของเส้นตรง CA มีความชัน เท่ากับ } m_3 = \frac{2-5}{7-(-4)} = -\frac{3}{11}$$

ดังนั้น ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก เพราะ มีส่วนของเส้นตรง BC ตั้งฉากกับ ส่วนของเส้นตรง CA

ข. พิจารณาโดยการหาระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด ได้ดังนี้

$$\text{ด้าน AB มีความยาวเท่ากับ } \sqrt{(4+4)^2 + (-6-2)^2} = 10$$

$$\text{ด้าน BC มีความยาวเท่ากับ } \sqrt{(7-4)^2 + (5-6)^2} = \sqrt{130}$$

$$\text{ด้าน CA มีความยาวเท่ากับ } \sqrt{(-4-7)^2 + (2-5)^2} = \sqrt{130}$$

ดังนั้น ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เพราะมีด้าน BC ยาวเท่ากับด้าน CA นั่นคือ สามเหลี่ยม ABC เป็นทั้งสามเหลี่ยมมุมฉาก และสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ตัวอย่างที่ 5 กำหนดพิกัด (2,3) ,(4,1) , (8,2) และ (6,4) เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานหรือไม่

วิธีทำ

หลักการ หาความชันของพิกัดแต่ละคู่ แล้วพิจารณาจากความชันว่าเท่ากัน 2 คู่หรือไม่

ก. จุด (2,3) และ จุด (4,1)

$$m = \frac{3-1}{2-4} = -1$$

ข. จุด (6,4) และ จุด (8,2)

$$m = \frac{4-2}{6-8} = -1$$

ค. จุด (2,3) และ จุด (6,4)

$$m = \frac{3-4}{2-6} = \frac{1}{4}$$

ง. จุด (1,4) และ จุด (2,8)

$$m = \frac{1 - 2}{4 - 8} = \frac{1}{4}$$

ได้ความชันเท่ากับ 2 คู่ แสดงว่าเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ตัวอย่างที่ 6 กำหนดให้ราคาเช่ารถยนต์จากบริษัท A วันละ 600 บาท และบวกเพิ่มอีกทุก ๆ กิโลเมตร กิโลเมตรละ 8 บาท ส่วนบริษัท B คิดค่าเช่าเป็น 800 บาทต่อวัน และเพิ่มอีกทุก ๆ กิโลเมตร กิโลเมตรละ 6 บาท จากสิ่งที่กำหนดให้ สามารถบอกอะไรนักเรียนได้บ้าง ราคาเช่ารถของ 2 บริษัทมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร และนักเรียนจะตัดสินใจเลือกเช่ารถของบริษัทใด เพราะเหตุใด

วิธีทำ จากโจทย์สามารถเขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ดังนี้

ให้  $C_1(m)$  เป็นค่าเช่าที่ต้องจ่ายทั้งหมดของบริษัท A ที่เดินทางได้  $m$  กิโลเมตร

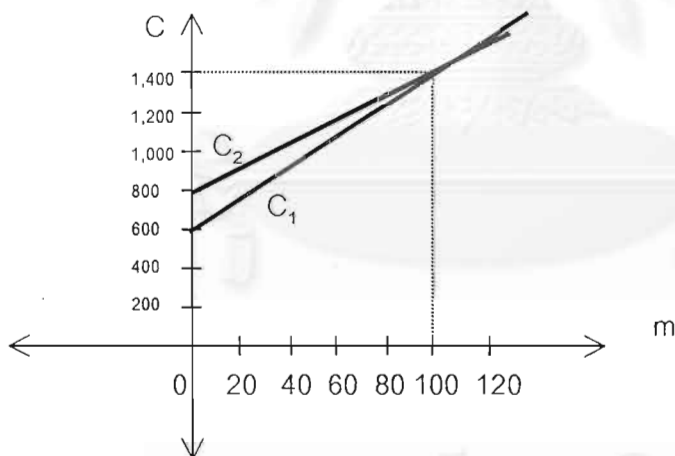
$C_2(m)$  เป็นค่าเช่าที่ต้องจ่ายทั้งหมดของบริษัท B ที่เดินทางได้  $m$  กิโลเมตร

$$C_1(m) = 8m + 600 \quad \text{----- (1)}$$

$$C_2(m) = 6m + 800 \quad \text{----- (2)}$$

จากสมการ (1) และ (2) แก้สมการได้ว่า  $m = 100$

หรือ พิจารณาจากการเขียนกราฟจะได้ว่า



จากกราฟจะเห็นได้ว่า ที่ระยะทาง 100 กิโลเมตร ราคาที่เช่ารถจะเท่ากัน แสดงว่าหากต้องการเดินทางเกิน 100 กิโลเมตร ควรเลือกเช่ารถยนต์ของบริษัท B

ต้องการเดินทางไม่เกิน 100 กิโลเมตร ควรเลือกเช่ารถยนต์ของบริษัท A

ตัวอย่างที่ 7 บริษัทขายเครื่องคอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่ง กำหนดให้มูลค่าของคอมพิวเตอร์เป็น  $y$  บาท หลังจากการใช้ไปแล้ว  $x$  ปี อยู่ในรูปสมการ  $y = 68,000 - 8000x$  นักเรียนคิดว่าถ้าซื้อคอมพิวเตอร์ของบริษัทนี้ไปใช้ มูลค่าของคอมพิวเตอร์จะเป็นเท่าไร หลังจากที่ใช้ไประยะเวลาที่แตกต่างกัน

วิธีทำ                   มูลค่าของคอมพิวเตอร์จะลดลงเรื่อยๆ หลังจากที่ใช้ไปแล้วตามระยะเวลา ดังนี้

ก. แทนค่า  $x = 0$  จะได้ว่า  $y = 68,000 - 8,000(0) = 68,000$

มูลค่าเริ่มแรกของคอมพิวเตอร์เท่ากับ 68,000 บาท

ข. แทนค่า  $x = 3$  จะได้ว่า  $y = 68,000 - 8,000(3) = 44,000$

หลังจากใช้ไปแล้ว 3 ปี คอมพิวเตอร์มีมูลค่าเพียง 44,000 บาท

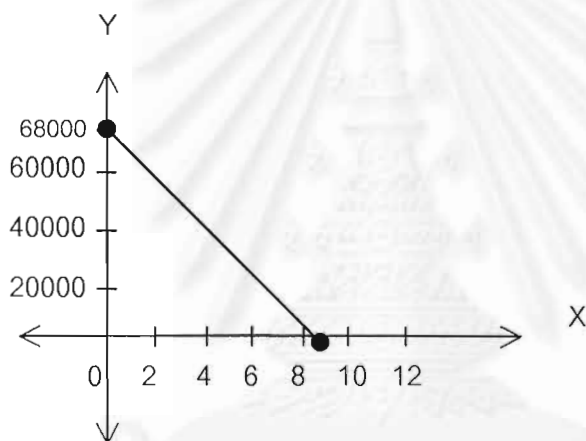
ค. แทนค่า  $x = 8$  จะได้ว่า  $y = 68,000 - 8,000(8) = 4,000$

หลังจากใช้ไปแล้ว 8 ปี คอมพิวเตอร์มีมูลค่าเพียง 4,000 บาท

ง. แทนค่า  $x = 9$  จะได้ว่า  $y = 68,000 - 8,000(9) = -4,000$

แสดงว่า บริษัทไม่รับคืนหลังจากที่ใช้ไปแล้ว เกิน 8 ปี

สามารถแสดงด้วยกราฟเส้นตรงได้ดังนี้



### โจทย์การบ้าน

#### 1. จงแสดงวิธีทำ

ก. เส้นตรงที่มีระยะตัดแกน X เป็น  $-2$  และระยะตัดแกน Y เป็น  $3$  จะตั้งฉากกับเส้นตรง  $2x + 3y + 15 = 0$  หรือไม่เพราะเหตุใด

ข. จงหาระยะห่างระหว่างเส้นคู่ขนาน  $3x + 4y - 36 = 0$  กับ  $6x + 8y + 2 = 0$

ค. กำหนดให้ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุด P  $(-15, -1)$  กับจุด Q  $(3, -0.5)$  มีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลมที่มีสมการเป็น  $2x^2 + 2y^2 + 8x - 4y + 1 = 0$  จงหาโพรงฉากชั้นบนบนแกน X ของส่วนของเส้นตรง PQ

ง. ความยาวของส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมจุด P  $(5, 2)$  กับจุดกึ่งกลางระหว่าง A  $(-1, -2)$  และ B  $(-3, 4)$  เท่ากับเท่าไร

2. กำหนดให้  $N$  เป็นเส้นตรง  $2x + 3y - 8 = 0$  ตัดแกน  $X$  ที่จุด  $A$   
 $M$  เป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุด  $(1,3)$  และ  $(2,-3)$   
 $L$  เป็นเส้นตรงที่ลากผ่านจุด  $A$  และตั้งฉากกับเส้นตรง  $M$
- ก. ระยะตัดแกน  $X$  ของเส้นตรง  $L$  มีค่าเท่าไร  
 ข. ความชันของเส้นตรง  $L$  มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่าความชันของเส้นตรง  $M$  เท่าไร  
 ค. จงหาสมการเส้นตรง  $L$   
 ง. จงหาระยะตัดแกน  $Y$  ของเส้นตรง  $L$

### สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารฝึกหัด
2. โจทย์การบ้าน

### กิจกรรมการเรียนการสอน

#### 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนสูตรการหาระยะระหว่างจุด 2 จุด โดยใช้การถามตอบ กล่าวคือ การหาความชันระหว่างจุด  $P_1(x_1, y_1)$  และจุด  $P_2(x_2, y_2)$  เมื่อ  $x_1 \neq x_2$  โดยใช้สูตร  $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$  เช่น  $P_1(3, -5)$  และจุด  $P_2(-1, 3)$  มีความชันเท่ากับ  $\frac{3 - (-5)}{-1 - 3} = \frac{8}{-4} = -2$

1.2 ครูทบทวนลักษณะของเส้นตรงที่มีความชันที่แตกต่างกัน โดยให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงลักษณะของกราฟเส้นตรงบนกระดาน

#### 2. ขั้นสอน

2.1 ครูยกตัวอย่างสมการเส้นตรง แล้วให้นักเรียนหาความชัน พร้อมทั้งเขียนกราฟอย่างคร่าว ๆ เช่นสมการ  $4x + 2y = 5$  มีความชันเท่ากับ  $2$  เป็นกราฟของสมการเส้นตรงที่ทำมุมแหลมกับแกน  $X$

2.2 ครูกำหนดจุด 1 จุดตามตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนเขียนสมการเส้นตรงที่มีความชันที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งเขียนกราฟ

2.3 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสมการเส้นตรง แล้วให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของกราฟเส้นตรง โดยเปรียบเทียบกับสมการเส้นตรงในรูปสมการทั่วไปของเส้นตรง

2.4 ครูกำหนดจุด 1 จุดให้นักเรียนเขียนสมการเส้นตรง เมื่อกำหนดความชัน จุดอีกหนึ่งจุด และเส้นตรงที่ขนานกันมาให้ พร้อมทั้งเขียนกราฟ ดังตัวอย่างที่ 2



2.5 ครูแจกเอกสารฝึกหัดที่ 1 ให้นักเรียนเขียนสมการเส้นตรงหลาย ๆ สมการเท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้ เมื่อกำหนดจุดให้ 1 จุด , ความชัน , เส้นขนาน หรือเส้นตั้งฉากให้

2.6 ครูกำหนดจุดยอดของสามเหลี่ยมรูปหนึ่งตามตัวอย่างที่ 3 แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าเป็นสามเหลี่ยมมุมฉากหรือไม่ แล้วให้นักเรียนนำเสนอหลักการพิจารณา

2.7 ครูกำหนดจุดยอดของสามเหลี่ยมรูปหนึ่งตามตัวอย่างที่ 4 แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าเป็นสามเหลี่ยมแบบใด ซึ่งนักเรียนสามารถมีวิธีการคิดที่แตกต่างกัน โดยครูให้นักเรียนนำเสนอหลักการคิดทีละคน

2.8 ครูกำหนดจุด 4 จุดตามตัวอย่างที่ 5 แล้วให้ร่วมนักเรียนพิจารณาว่าเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนานหรือไม่ โดยครูใช้การถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนฝึกใช้หลักการในพิจารณาคำตอบ

2.9 ครูยกตัวอย่างการให้บริการเช่ารถยนต์ของ 2 บริษัทตามตัวอย่างที่ 6 แล้วให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนว่าราคาเช่ารถของทั้งสองบริษัทมีความแตกต่างกันอย่างไร สิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีส่วนช่วยในการตัดสินใจที่จะเช่ารถของบริษัทใด โดยใช้เหตุและผลในการพิจารณา

2.10 ครูยกตัวอย่างสมการของมูลค่าของเครื่องคอมพิวเตอร์หลังจากที่ใช้ไปแล้ว  $x$  ปี แล้วให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามดังตัวอย่างที่ 7 เพื่อให้นักเรียนสามารถคาดคะเนผลที่เกิดขึ้น โดยใช้ความรู้เรื่องสมการเส้นตรง และการเขียนกราฟเส้นตรงในการพิจารณาคำตอบ

2.11 ครูแจกเอกสารฝึกหัดที่ 2 ให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนดให้

### 3. ขั้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุป ดังนี้

1. ลักษณะของกราฟเส้นตรงโดยการพิจารณาสมการในรูปทั่วไปของสมการเส้นตรง

2. หลักการสร้างสมการเส้นตรงเมื่อกำหนดสิ่งต่อไปนี้ให้

- กำหนดจุดให้ 1 จุด
- กำหนดความชันของเส้นตรงให้
- กำหนดสมการของเส้นตรงที่ขนานกัน
- กำหนดสมการของเส้นตรงที่ตั้งฉากกัน

3. การคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่โจทย์กำหนด โดยการพิจารณาจากสมการเส้นตรง หรือจากการเขียนกราฟเส้นตรง

3.2 ครูให้นักเรียนสรุปว่าการที่โจทย์กำหนดเงื่อนไขใด ๆ มา เราสามารถสร้างสมการเส้นตรงได้จากเงื่อนไขนั้น โดยพิจารณาจากหลักการ แล้วนักเรียนสามารถพลิกแพลงสร้างได้หลาย ๆ สมการ

3.3 ครูให้นักเรียนทำโจทย์การบ้าน

#### การวัดและการประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน	1. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้อง
2. ทำเอกสารฝึกหัดที่ 1	2. นักเรียนทำเอกสารฝึกหัดที่ 1 ถูกต้องทุกคน
3. ทำเอกสารฝึกหัดที่ 2	3. นักเรียนทำเอกสารฝึกหัดที่ 2 ถูกต้อง 92%
4. ทำโจทย์การบ้าน	4. นักเรียนทำโจทย์การบ้านได้ถูกต้องทุกคน
5. สังเกตจากการสรุป	5. นักเรียนสรุปเกี่ยวกับความชัน เส้นตรง และสมการเส้นตรงได้ถูกต้อง

## เอกสารฝึกหัดที่ 1

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกเขียนสมการเส้นตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยไม่จำกัดจำนวน

คำสั่ง จงเขียนสมการเส้นตรงตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. จงเขียนสมการเส้นตรงที่ผ่านจุด  $(3, -2)$  เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสมการเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ  $-\frac{2}{3}$  เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงเขียนสมการเส้นตรงที่ขนานกับสมการ  $3x - 4y + 5 = 0$  เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงเขียนสมการเส้นตรงที่ตั้งฉากกับสมการ  $3x + 4y - 10 = 0$  เท่าที่นักเรียนสามารถจะเขียนได้

.....

.....

.....

.....






**ภาคผนวก ค**

**เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด				
	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม
1. เรขาคณิตวิเคราะห์เบื้องต้น	-	1 (ข้อ 4)	2 (ข้อ 1,5)	2 (ข้อ 2,3)	5
2. วงกลม	-	4 (ข้อ 6,8-10)	-	4 (ข้อ 7,11-13)	8
3. วงรี	-	3 (ข้อ 14-16)	4 (ข้อ 17,18, 20, 21)	1 (ข้อ 19)	8
4. ความหมายของฟังก์ชัน	-	5 (ข้อ 22-24, 26-27)	3 (ข้อ 25, 28-29)	-	8
5. ฟังก์ชันคอมโพสิท	-	1 (ข้อ 30)	3 (ข้อ 31-32)	2 (ข้อ 34-35)	6
6. พีชคณิตของฟังก์ชัน	-	1 (ข้อ 36)	2 (ข้อ 37-38)	2 (ข้อ 39-40)	5
รวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด		15	14	11	40

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง( $R_H$ ) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ( $R_L$ ) ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	$R_H$	$R_L$	P	r
1	36	19	0.47	0.45
2	35	19	0.46	0.42
3	36	24	0.47	0.32
4	36	24	0.47	0.31
5	26	2	0.34	0.63
6	38	23	0.50	0.39
7	36	21	0.47	0.39
8	38	14	0.50	0.63
9	34	21	0.45	0.34
10	33	14	0.43	0.50
11	37	21	0.49	0.42
12	37	11	0.49	0.68
13	27	5	0.36	0.57
14	34	18	0.45	0.42
15	36	15	0.47	0.55
16	29	13	0.38	0.42
17	38	26	0.50	0.31
18	36	14	0.47	0.58
19	31	17	0.41	0.37
20	32	19	0.42	0.34
21	26	2	0.34	0.63
22	32	22	0.42	0.26
23	38	23	0.50	0.39
24	38	15	0.50	0.61



ข้อที่	$R_H$	$R_L$	P	r
25	32	13	0.42	0.50
26	35	14	0.46	0.55
27	31	3	0.41	0.74
28	32	19	0.42	0.34
29	27	7	0.36	0.52
30	29	11	0.38	0.47
31	32	24	0.42	0.21
32	31	19	0.41	0.31
33	33	22	0.43	0.29
34	27	9	0.36	0.47
35	28	7	0.37	0.55
36	34	21	0.44	0.34
37	35	13	0.46	0.57
38	35	15	0.46	0.52
39	32	17	0.42	0.39
40	33	17	0.43	0.42

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย และฟังก์ชัน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ใช้เวลาทำ 90 นาที
2. ข้อสอบแต่ละข้อเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้นักเรียนเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว และทำเครื่องหมาย  $\times$  ลงในช่อง  ให้ตรงกับข้อนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบ
3. ถ้านักเรียนจะเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเดิม ดังตัวอย่าง การเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ก เป็นข้อ ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	<del>✗</del>			$\times$

4. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายหรือข้อความใด ๆ ลงในข้อสอบ และคืนข้อสอบเมื่อสอบเสร็จ
5. ถ้ามีปัญหาใด ๆ ให้สอบถามผู้คุมสอบ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. กำหนดให้ A (6,9) , B (-2,-1) , C (6,-11) และ D(-26,-1) เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยม ABCD โดยมี P , Q , R และ S เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน AB,BC,CD และ DA ตามลำดับ รูปสี่เหลี่ยม PQRS มีความยาวเส้นรอบรูปเท่าใด

- ก. 33 หน่วย
- ข. 40 หน่วย
- ค. 44 หน่วย
- ง. 52 หน่วย

2. เส้นตรง  $L_1$  ความชันเท่ากับ  $\frac{1}{4}$  ผ่านจุด  $(5, \frac{7}{8})$  และตั้งฉากกับเส้นตรง  $L_2$  ที่ผ่านจุด  $(-2,13)$  ผลบวกของระยะตัดแกน X กับระยะตัดแกน Y ของเส้นตรง  $L_2$  มีค่าเท่าใด

- ก. 5.75 หน่วย
- ข. 6.25 หน่วย
- ค. 7.25 หน่วย
- ง. 7.50 หน่วย

3. สมการเส้นตรงที่ผ่านจุด  $(-6,1)$  และตั้งฉากกับเส้นตรง  $2x-3y+15=0$  คือข้อใด

- ก.  $2x-3y+16=0$
- ข.  $3x+2y+20=0$
- ค.  $2x+3y+20=0$
- ง.  $3x+2y+16=0$

4. เส้นตรง L มีสมการเป็น  $3x+4y-5=0$  อยู่ห่างจากจุด  $P(-8,11)$  เป็นระยะเท่าใด

- ก. 2.5 หน่วย
- ข. 2.7 หน่วย
- ค. 2.9 หน่วย
- ง. 3.0 หน่วย

5. ด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD มีสมการเป็น  $x+y-5=0$  ,  $x+y-10=0$   $x-4y+10=0$  และ  $x-4y=0$  รูปสี่เหลี่ยมนี้มีพื้นที่เท่าใด

- ก. 5 ตารางหน่วย
- ข. 10 ตารางหน่วย
- ค. 20 ตารางหน่วย
- ง. 25 ตารางหน่วย

6. ความสัมพันธ์  $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 + 6x - 10y - 14 = 0\}$  มีจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีคือข้อใด

- ก. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (3,-5) , รัศมี 16 หน่วย
- ข. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (3,-5) , รัศมี 48 หน่วย
- ค. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (-3,5) , รัศมี  $2\sqrt{3}$  หน่วย
- ง. จุดศูนย์กลางอยู่ที่ (-3,5) , รัศมี  $4\sqrt{3}$  หน่วย

7. ความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลม มีจุดศูนย์กลางที่จุด (4,-7) และวงกลมสัมผัสแกน Y คือข้อใด

- ก.  $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 4x + 7y - 49 = 0\}$
- ข.  $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 + 4x - 7y + 49 = 0\}$
- ค.  $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 - 8x + 14y + 49 = 0\}$
- ง.  $\{(x, y) \in R \times R \mid x^2 + y^2 + 8x + 14y - 49 = 0\}$

8. สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (-3,5) และรัศมียาว  $4\sqrt{3}$  หน่วย คือข้อใด


- ก.  $x^2 + y^2 + 6x - 10y - 14 = 0$
- ข.  $x^2 + y^2 - 6x - 9y + 25 = 0$
- ค.  $x^2 + y^2 + 10x - 6y - 48 = 0$
- ง.  $x^2 + y^2 - 10x - 9y - 48 = 0$

9. สมการวงกลมที่มีจุดปลายของรัศมีที่จุด (-5,2) และ (6,7) คือข้อใด

- ก.  $(x-5)^2 + (y+2)^2 = 146$
- ข.  $(x+5)^2 + (y+2)^2 = \sqrt{146}$
- ค.  $x^2 + y^2 + 10x - 4y - 117 = 0$
- ง.  $x^2 + y^2 - 10x - 4y + 117 = 0$

10. สมการวงกลมที่ผ่านจุด A (5,3) และ B (3,-1) มีจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง  $x + y - 5 = 0$  คือข้อใด

- ก.  $x^2 + y^2 - 8x + 5 = 0$
- ข.  $x^2 + y^2 - 2y - 12 = 0$
- ค.  $x^2 + y^2 + 8x - 2y + 5 = 0$
- ง.  $x^2 + y^2 - 8x - 2y + 12 = 0$



ตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย พังก์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	P	r
1	0.37	0.55
2	0.46	0.67
3	0.48	0.85
4	0.58	0.60
5	0.44	0.67
6	0.44	0.72
7	0.51	0.64
8	0.57	0.72
9	0.48	0.69
10	0.39	0.78

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์

### ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดก่อนการทดลอง

#### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ มีทั้งหมด 6 ด้าน คือ

1.1 ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1.2 ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลก

ใหม่

1.4 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

1.5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไป โดยการตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

1.6 ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาย่อย ๆ ได้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือคุณสมบัติทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

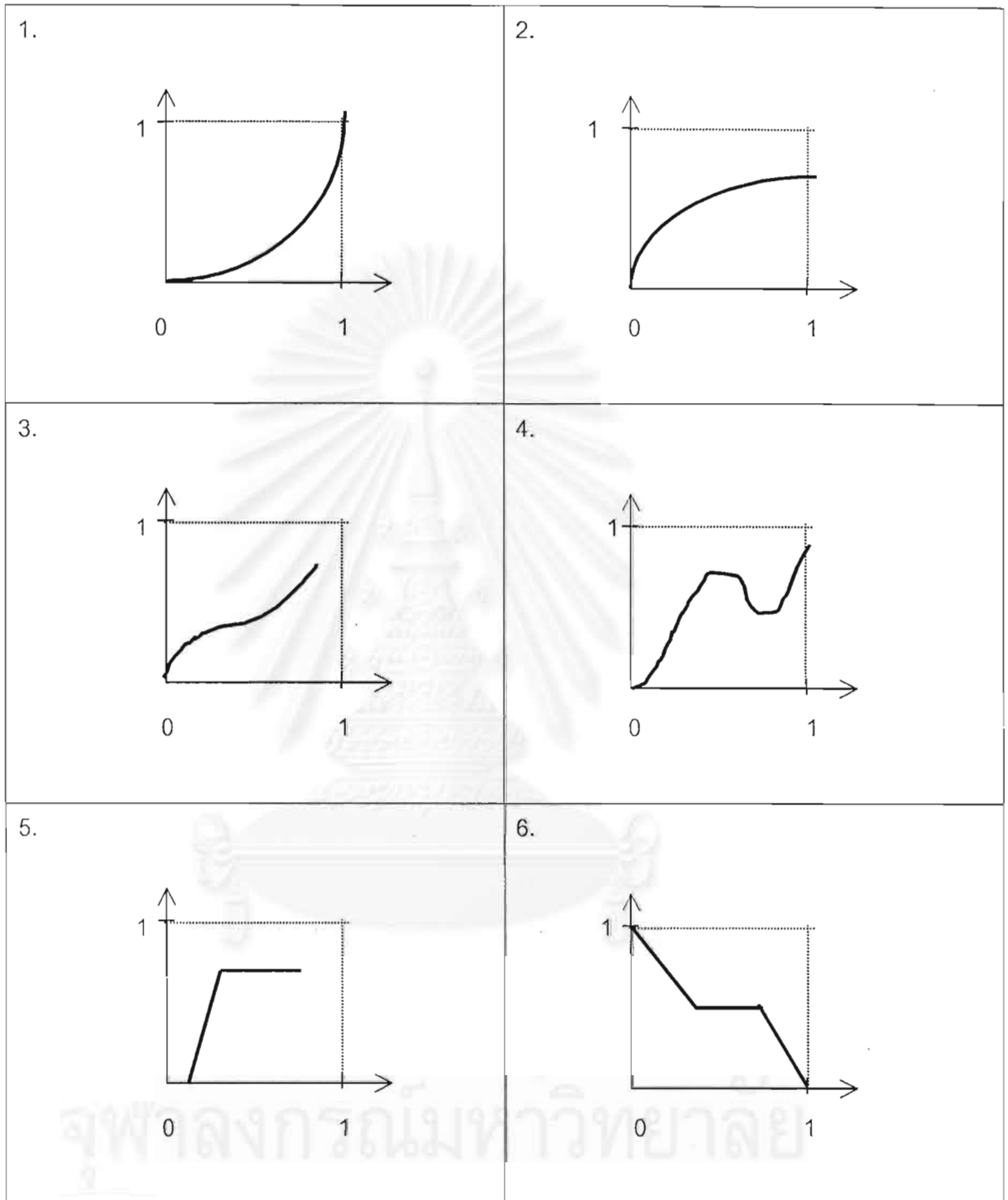
2. แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่เน้นให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้

3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ในเวลา 90 นาที

4. ถ้ากระดาษคำตอบไม่พอนักเรียนขอเพิ่มเติมได้อีก

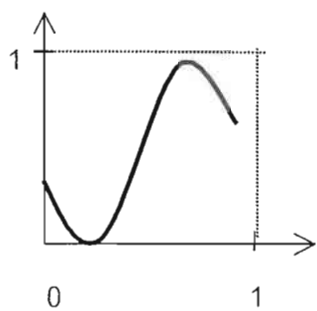
ชื่อ ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

1. กราฟต่อไปนี้ เป็นกราฟที่มีโดเมนอยู่ในช่วง  $[0,1]$

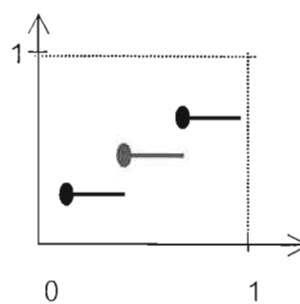




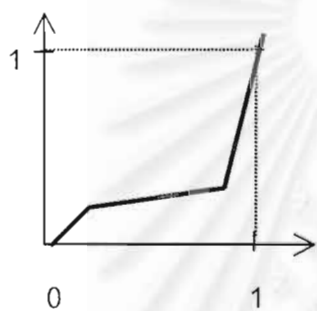
7.



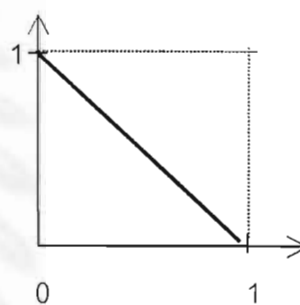
8.



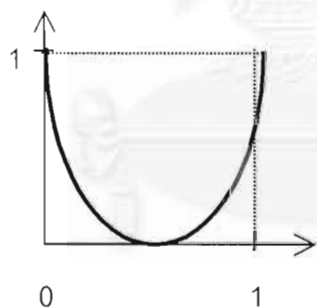
9.



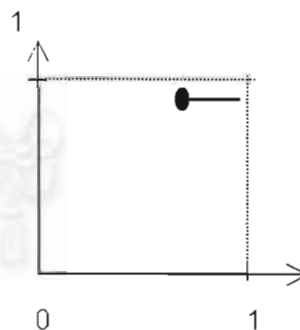
10.



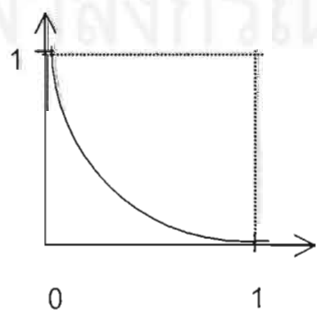
11.



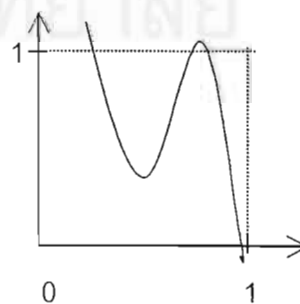
12.



13.



14.



จากกราฟข้างต้น นักเรียนสามารถจัดได้ที่ประเภท ได้แก่ข้อใดบ้าง และแต่ละประเภทมี  
ลักษณะร่วมกันอย่างไรบ้าง (บางข้ออาจจะมีลักษณะร่วมกันได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบวัด

ความสามารถในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ภาคตัดกรวย พังค์ชัน และฟังก์ชันตรีโกณมิติ ชุดที่ 2 จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	P	r
1	0.46	0.71
2	0.49	0.77
3	0.57	0.66
4	0.49	0.70
5	0.60	0.75
6	0.40	0.62
7	0.42	0.84
8	0.49	0.89
9	0.42	0.71
10	0.41	0.82

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์

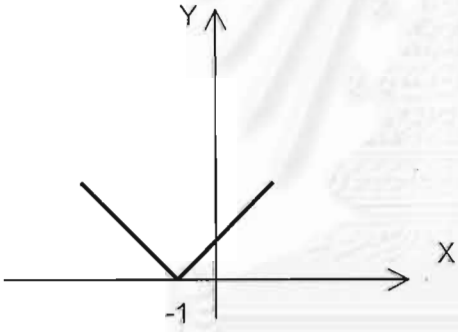
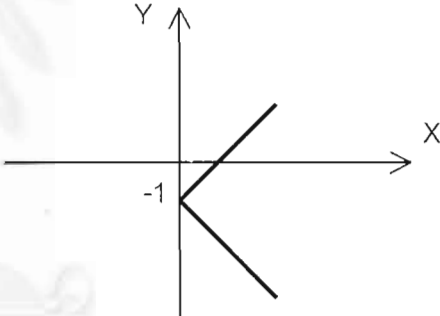
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดหลังการทดลอง

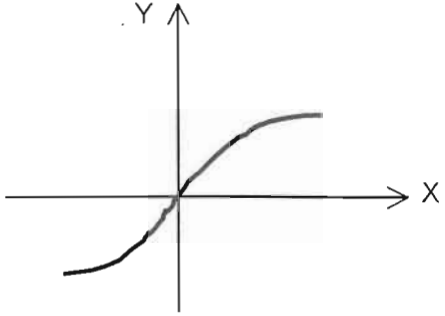
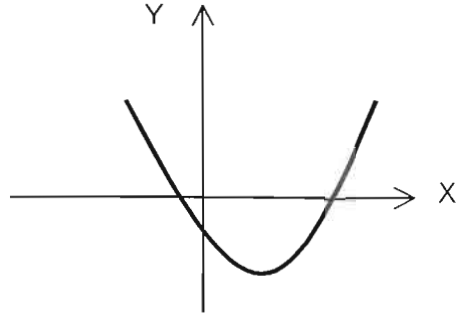
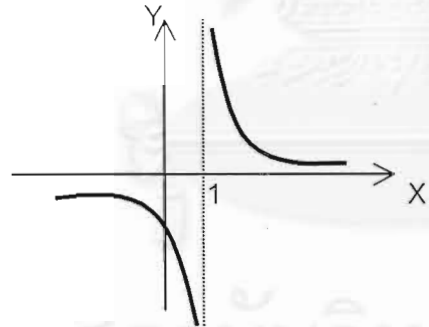
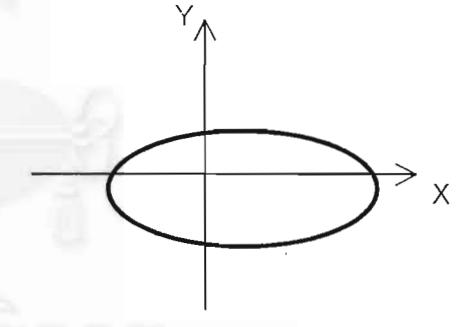
**คำชี้แจง** แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ เป็นแบบทดสอบที่เน้นให้นักเรียนเขียนคำตอบได้อย่างอิสระ เท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้

ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ในเวลา 90 นาที

1. จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ในข้อ 1-16 นักเรียนสามารถจัดความสัมพันธ์ได้เป็นกี่ประเภท แต่แต่ละประเภทใช้เกณฑ์อะไรในการจัด

(นักเรียนสามารถตอบเกณฑ์ในการจัดแบ่งได้เท่าที่นักเรียนสามารถจะจัดได้ โดยแต่ละข้อ อาจจะมีเกณฑ์ร่วมกันในการแบ่งก็ได้)

<p>1.</p> 	<p>2.</p> 																								
<p>3. สมการ <math>16x^2 + 9y^2 - 18y + 8 = 0</math></p>	<p>4. สมการ <math>f(x) = x^3</math></p>																								
<p>5.</p> <table border="1" data-bbox="363 1547 794 1671"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>-1</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	X	-2	-1	0	1	2	Y	-1	-1	1	1	3	<p>6.</p> <table border="1" data-bbox="959 1547 1401 1671"> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>-3</td> <td>-4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	X	-2	-1	0	1	3	y	5	0	-3	-4	0
X	-2	-1	0	1	2																				
Y	-1	-1	1	1	3																				
X	-2	-1	0	1	3																				
y	5	0	-3	-4	0																				

<p>7.</p> 	<p>8.</p> 																								
<p>9.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>X</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td><math>-\frac{1}{2}</math></td> </tr> </table>	X	-2	-1	1	2	4	Y	1	2	-2	-1	$-\frac{1}{2}$	<p>10.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>x</td> <td>-3</td> <td>-2</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>y</td> <td>-27</td> <td>-8</td> <td>-1</td> <td>1</td> <td>8</td> </tr> </table>	x	-3	-2	-1	1	2	y	-27	-8	-1	1	8
X	-2	-1	1	2	4																				
Y	1	2	-2	-1	$-\frac{1}{2}$																				
x	-3	-2	-1	1	2																				
y	-27	-8	-1	1	8																				
<p>11.</p> $f(x) = \begin{cases} 5 & \text{เมื่อ } 0 \leq x < 1 \\ 4 & \text{เมื่อ } 1 \leq x < 2 \\ 3 & \text{เมื่อ } 2 \leq x < 3 \\ 2 & \text{เมื่อ } 3 \leq x < 4 \\ 1 & \text{เมื่อ } x \leq 4 \end{cases}$	<p>12.</p> $h(x) = x^3 - 3x^2 - x + 3$																								
<p>13.</p> 	<p>14.</p> 																								
<p>15.</p> $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y^2 + 2y - 8x + 9 = 0\}$	<p>16.</p> $f(x) =  x + 2  + 1$																								

1. แบ่งได้.....ประเภท

ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. แบ่งได้.....ประเภท

ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

3. ....

.....

.....

.....

4. ....

.....

.....

.....

5. ....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....

.....

.....



## ประวัติผู้เขียน

นางสาวปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร เกิดเมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2516 ที่อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาวิชาครุศาสตร์ โพรแกรมศึกษาศาสตร์ วิชาโท เคมี จากสถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช เมื่อปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2541 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนบ้านบางพระ อำเภอวังวิเศษ จังหวัดตรัง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย