

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์  
และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน



นาย ไพบุลย์ สุทธิ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา

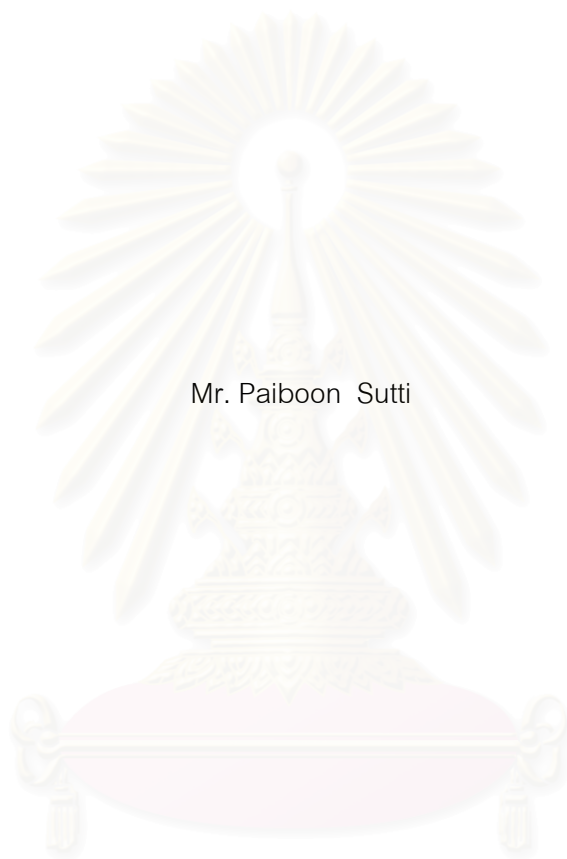
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-130-376-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE  
STUDENTS BETWEEN GROUPS TRAINING MENTAL COMPETENCY  
VIA COMPUTER AND VIA PAPER-PENCIL



Mr. Pailboon Sutti

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Secondary Education

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-130-376-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่ม  
ที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน

โดย

นายไพบูลย์ สุทธิ

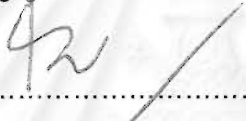
สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์


อาจารย์ที่ปรึกษา

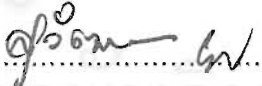
รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา อุทัยรัตน์

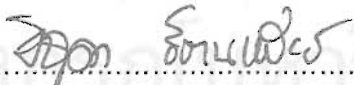
คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ สิ้นลารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา อุทัยรัตน์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชชุดา รัตนเพียร)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. อัมพร ม้าคอง)

นายไพบูรณ์ สุทธิ : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน (A COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE STUDENTS BETWEEN GROUPS TRAINING MENTAL COMPETENCY VIA COMPUTER AND VIA PAPER-PENCIL) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา อุทัยรัตน์, 150 หน้า. ISBN 974-130-376-9.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน

กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นแบบฝึกแบบเขียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง มีค่าความเที่ยง 0.75 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ภาควิชา มัธยมศึกษา

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2543

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 418 37573 27 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEY WORD : MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT / MENTAL COMPETENCY

PAIBOON SUTTI : A COMPARISON OF MATHEMATICS LEARNING  
ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA ONE STUDENTS BETWEEN  
GROUPS TRAINING MENTAL COMPETENCY VIA COMPUTER AND VIA  
PAPER-PENCIL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUWATTANA UTAIRAT,  
150 pp. ISBN 974-130-376-9

The purpose of this research was to compare the mathematics learning achievement of mathayom sukسا one students between groups training mental competency via computer and via paper – pencil.

The subjects of this study were 70 mathayom sukسا one students in 2000 academic year of Wat Noinoppakun School in Bangkok Metropolis. They were divided into two experimental groups with mental competency training by computer assisted instruction and by paper – pencil. The research instruments were the mental competency training exercises, computer assisted-instruction (CAI) and paper – pencil and the mathematics learning achievement test with the reliability of 0.75 . The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation and t – test.

The results of this study showed that :

The mathematics learning achievement of mathayom sukسا one students between groups training mental competency via computer and via paper – pencil was not different at the 0.05 level of significance .

ภาควิชา มัธยมศึกษา

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2544

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ในการให้คำปรึกษา ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของการวิจัย ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิชุดา รัตนเพียร และ อาจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริยาราม และนักเรียนโรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดสอบหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยเป็นอย่างดี อีกทั้งบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนในการวิจัยบางส่วน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งคุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ร่วมสร้างสรรค์จนเกิดความสำเร็จในครั้งนี้

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ไพบุลย์ สุทธิ

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ

### บทที่

1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	7
สมมติฐานของการวิจัย .....	8
ขอบเขตของการวิจัย .....	8
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย .....	9
คำจำกัดความของการวิจัย .....	9
2 วรรณคดีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	12
สมรรถภาพทางสมอง .....	13
ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง .....	13
ลักษณะของสมรรถภาพทางสมอง .....	15
แนวความคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง .....	16
แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองที่ใช้เป็นกรอบทฤษฎีสำหรับการวิจัย....	28
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	30
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	30
ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	32
ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	35
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกหัด (Drill and Practice) .....	38
หลักในการสร้างแบบฝึก .....	42

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ .....	46
งานวิจัยต่างประเทศ .....	46
งานวิจัยในประเทศ .....	48
งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....	51
งานวิจัยต่างประเทศ .....	51
งานวิจัยในประเทศ .....	52
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	55
การศึกษาค้นคว้า .....	55
ประชากรและตัวอย่างประชากร .....	55
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	59
วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	71
สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	71
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	74
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	76
สรุปผลการวิจัย .....	78
อภิปรายผลการวิจัย .....	78
ข้อเสนอแนะ .....	82
รายการอ้างอิง .....	83



## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก .....	91
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ .....	92
ภาคผนวก ข ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย .....	94
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย .....	100
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	116
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	123
ประวัติผู้เขียน .....	152

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ.....	39
2 โครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ.....	66



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ยอมรับกันว่ากลไกในการพัฒนาคนที่มีประสิทธิภาพที่สุด คือการศึกษา เนื่องจากการศึกษาทำให้คนมีการพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ การศึกษาที่ว่ามีได้จำกัดรูปแบบ อยู่แต่เพียงการศึกษาในระบบ แต่หมายรวมไปถึงการศึกษานอกระบบ และการศึกษาตาม อรรถศาสตร์ที่มนุษย์จะพึงเฝ้าหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ได้ตลอดเวลาทุกโอกาสตลอดชีวิตอีกด้วย อย่างไรก็ตามเท่าที่ผ่านมา เป็นที่น่าสังเกตว่าการจัดการศึกษาของประเทศไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด ยังตอบสนองและเอื้อต่อการพัฒนาประเทศได้ไม่ค่อยสมบูรณ์นัก การจัดการศึกษามักจะเน้นจัด ตามศักยภาพ ความพร้อม หรือความถนัดของหน่วยงานผู้จัดการศึกษา ซึ่งไม่สามารถจะสร้าง ความมั่นใจได้ว่า ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับจะเหมาะสมกับการประกอบอาชีพ สภาพ ทางเศรษฐกิจและการดำรงชีวิตในสังคมที่ผู้จบการศึกษาจะต้องไปเผชิญ หากจะจัดการศึกษาให้ เชื่อมโยง สอดคล้องและเอื้อต่อการประกอบอาชีพ การดำรงชีวิตของผู้เรียน และการพัฒนา ประเทศ ก็จำเป็นจะต้องเชื่อมโยงแนวโน้มการพัฒนาประเทศ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตมา เป็นแนวทางในการจัดการศึกษา ทั้งนี้เพราะโดยแท้จริงแล้ว มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ท่ามกลางระบบ ต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งประกอบด้วยระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมืองการปกครอง โครงสร้าง จำนวนประชากร สุขภาพพลานามัย สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นต้น โดยมนุษย์เป็นทั้งผู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาและผู้ใช้ประโยชน์นั้น

นับตั้งแต่ประเทศไทยได้มีแผนพัฒนาประเทศอย่างมีระบบฉบับแรก ซึ่งเริ่มต้นเมื่อ พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา จนถึงช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 กล่าวได้ว่าในช่วงที่ผ่านมาเป็นการมุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อความเจริญทางเศรษฐกิจเป็นสำคัญ การพัฒนา คนก็มุ่งเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2541:1) อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแนวทางการพัฒนาดังกล่าวจะยังมีความจำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ ของประเทศต่อไป แต่การพัฒนาคนจะต้องให้ความสำคัญทั้งในฐานะความเป็นเอกัตบุคคล และในฐานะเป็นสมาชิกของสังคม ซึ่งปัจจุบันอยู่ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544) ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาคนเป็นพิเศษ โดยใช้ตัวจักรที่

สำคัญคือ “การปฏิรูปการศึกษา” เพื่อให้การจัดการศึกษาเป็นกลไกในการพัฒนามนุษย์ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สุขอันยั่งยืนของมนุษย์ และเอื้อต่อการพัฒนาประเทศ จำเป็นที่จะต้องพัฒนามนุษย์ให้เป็นไปในลักษณะที่พึงปรารถนาของสังคม และคุณลักษณะที่พึงปรารถนาตัวเองที่จะเป็นแนวในการจัดการศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาประเทศให้เป็นสังคมที่พึงประสงค์ต่อไป อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าคุณลักษณะของคนที่เป็นที่ปรารถนาของสังคมจะประกอบไปด้วยหลายประการ แต่ในแง่ของความสามารถทางวิชาการหรือความเป็นเลิศในศาสตร์แขนงต่างๆ ก็ยังยอมรับว่ามีความจำเป็นอันดับแรกของสังคมที่เต็มไปด้วยการแข่งขันในปัจจุบัน ศาสตร์แขนงต่างๆ เหล่านี้ก็ยังมีคุณลักษณะเฉพาะตัวและมีความจำเป็นแตกต่างกันไปด้วย

เป็นที่ยอมรับกันว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานอีกวิชาหนึ่งที่มีความจำเป็นมาก เพราะเป็นพื้นฐานของการศึกษาของศาสตร์อีกหลายๆ ศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ พานิชศาสตร์ ฯลฯ ซึ่งศาสตร์ต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ ดังที่ ยูจีน พิพิทกุล ( 2530 : 1 ) ได้กล่าวว่า “ คณิตศาสตร์เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ก็ล้วนอาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น มนุษย์นำความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวันอยู่ตลอดเวลา ” ซึ่งสอดคล้องกับ ปานทอง กุลนาถศิริ (2543 : 4) กล่าวว่าไว้ว่า

ประเทศจะพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ ก็ต่อเมื่อประเทศนั้นได้พัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์แล้วเป็นอย่างดี กล่าวคือ ประเทศใดมีพลเมืองที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่ดี และแข็งแกร่ง หรือมีศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Power) ย่อมได้เปรียบหรือจะสามารถพัฒนาให้เป็นผู้ที่มีศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ และศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีอีกต่อไปได้ ดังนั้นในการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงจำเป็นต้องพัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์ก่อน เพราะความรู้ทางคณิตศาสตร์จะเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญและจำเป็น และเป็นเครื่องมือที่มนุษย์จะได้นำไปใช้ในการพัฒนาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้าต่อไป ประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงให้ความสำคัญต่อการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก

นอกจากนั้นแล้วคณิตศาสตร์ ยังเป็นพื้นฐานสำหรับงานวิจัยทุกประเภท ดังที่ ก่อ สวัสดิพานิชย์ ( 2525 : 5 ) ได้กล่าวไว้โดยสรุปไว้ว่า “นักวิชาการได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ ไปใช้ในงานวิจัย และการประเมินผลทางวิชาการสาขาต่าง ๆ คณิตศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานในการ คิดของคนปัจจุบัน” ซึ่งสอดคล้องกับ สุวัฒนา อุทัยรัตน์ ( 2531 : คำนำ ) กล่าวว่า “วิชาหนึ่ง เป็นที่ยอมรับว่า เป็นรากฐานและเป็นแกนสำคัญ ของความเจริญก้าวหน้าก็คือ วิชาคณิตศาสตร์”

ถึงแม้คณิตศาสตร์ จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญและถูกบรรจุเข้าไปในหลักสูตร การศึกษาทุกระดับ แต่การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร อันจะเห็นได้จากการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2540:9-11) ได้ประเมินคุณภาพทางการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2538 ระดับประเทศ พบว่าสมรรถนะความสามารถด้านความรู้และความคิดของนักเรียนใน ความสามารถทางคณิตศาสตร์ การคิดและการแก้ปัญหา มีคะแนนต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนน เต็ม คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 33.65 และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.87 ตามลำดับ และ ความสามารถด้านความรู้และความคิดของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่อยู่ในระดับที่ต้อง ปรับปรุงมีจำนวนมากถึง ร้อยละ 47.33 ในขณะที่มีนักเรียนที่มีความสามารถด้านความรู้และ ความคิดในวิชาคณิตศาสตร์ การคิดและการแก้ปัญหา ในระดับที่ดีมีจำนวนน้อยมากคิดเป็นร้อย ละ 10.37 และร้อยละ 8.18 ตามลำดับเท่านั้น ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนการ สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประเทศนั้นยังมีปัญหาต่าง ๆ มากมายที่จำเป็นจะต้องได้รับการ ปรับปรุงและแก้ไขอย่างต่อเนื่อง

จากคุณภาพการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ยังเป็นที่ไม่น่าพอใจ สาเหตุ สำคัญประการหนึ่งก็คือ เกิดจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบัน ครูผู้สอนมุ่งสอน เนื้อหามากเกินไป ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาในด้านกระบวนการคิด การวิเคราะห์ ซึ่งโดย ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์แล้ว เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด และการวิเคราะห์หาเหตุผล แต่ ครูผู้สอนยังมุ่งสอนเนื้อหา ไม่สามารถใช้เทคนิค และวิธีการสอนที่เหมาะสม ให้ผู้เรียนได้เกิด ความคิด และนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ ดังนั้นครูผู้สอนต้องพยายามสอน หรือปลูกฝังการคิดอย่าง มีเหตุผลควบคู่ไปกับการให้ความรู้เนื้อหาวิชา จึงจะช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการตามเป้าหมายของ การศึกษา ดังที่ เฟรดเดอริกเซน ( Fredericksen, 1984 : 363 ) ให้ทัศนะซึ่งสามารถสรุปว่า การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพนั้นโรงเรียนทั้งสายสามัญและสายอาชีวศตวรรษมุ่งเน้นการสอนหรือ

ปลูกฝังทักษะการคิด ( Thinking skills ) ให้มากขึ้นกว่าเท่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ที่เน้นเฉพาะการสอนตัวเนื้อหาวิชา ( Content knowledge )

การสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชา โดยละเลยการปลูกฝังทักษะกระบวนการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น ถึงแม้ว่าผู้เรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงในระดับใดก็ตาม แต่ลักษณะการคิดของผู้เรียน ก็จะเป็นการคิดตามกฎเกณฑ์ ภายใต้คำจำกัดความ หรือภายใต้ขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนมาเท่านั้น และเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้ว ผู้เรียนจะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับ หรือมีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ซึ่งแตกต่างไปจากที่ตนได้พบในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพ ซึ่งต้องใช้ความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากที่ได้รับจากโรงเรียนโดยสิ้นเชิงนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในด้านการคิด การใช้เหตุผล เพื่อทำการประยุกต์ความรู้ที่ตนมีอยู่ให้เข้ากับงานที่ตนต้องปฏิบัติ ด้วยสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักการศึกษาทั้งหลาย ต่างมีทัศนะตรงกันว่า การจัดการศึกษานั้น ทางโรงเรียนควรสอนหรือปลูกฝัง ทักษะการคิดให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับทัศนะของ บลูม และคณะ ( Bloom et. al., 1971:173 ) ได้ให้ความสำคัญของการคิดและการพัฒนาการคิดว่าเป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการศึกษา

เมอเรย์ และ ลูดวิก ( Murray and Ludwig 1982 : 279 – 281 ) ได้กล่าวถึงเกี่ยวกับการคิด ( Cognition ) และสมรรถภาพทางสมอง ( Mental ability) โดยสรุปได้ว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง โดยสมรรถภาพสมองเป็นศักยภาพ ของพลังสมองที่มีอยู่ภายในตัวแต่ละบุคคล และการคิดเป็นทักษะเชิงปฏิบัติของบุคคล ที่เกิดจากการใช้สมรรถภาพสมองร่วมกับประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ และฝึกฝน จะเห็นได้ว่าการคิดเป็นกระบวนการทางสมอง ทั้งในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมรรถภาพสมอง ในการที่จะรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ มาประมวลผลเบื้องต้นแล้วใช้กระบวนการคิดที่มีอยู่ หรือเคยได้รับการฝึกฝนมาประมวลสรุป เพื่อแสดงออกเป็นผลผลิตของการคิด และผลผลิตของการคิดนี้ จะเป็นเครื่องชี้บ่ง ถึงสมรรถภาพทางสมอง ในด้านความสามารถ ฉะนั้นกล่าวได้ว่า คนที่มีทักษะการคิดขั้นสูง จะต้องมีความสมรรถภาพทางสมองดี หรือผู้ที่มีสมรรถภาพทางสมองดี จะมีผลผลิตทางการคิดที่ดี ดังนั้นในการจัดการศึกษา เพื่อที่จะพัฒนาทักษะการคิดนั้นจะต้องพัฒนาหรือส่งเสริมสมรรถภาพสมองควบคู่กันไป การมุ่งพัฒนาทักษะการคิด โดยการสร้างทักษะของวิธีการคิดต่าง ๆ ที่นำมาฝึกทักษะนั้นก็คือ สมรรถภาพสมองหรือเชอว์ปัญญา ในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมอง ในการที่จะเลือกการตอบสนองต่อสิ่งเร้า

ที่เป็นปัญหานั้นเองซึ่งหมายความว่า นักการศึกษาที่มีความเชื่อว่าการพัฒนาทักษะการคิดนั้นสามารถกระทำได้โดยการฝึกทักษะการคิดหรือการฝึกสมรรถภาพสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไป เป็นสมรรถภาพที่ส่งผลต่อระดับพัฒนาการของการคิดเป็นอย่างมาก

เนื่องจากสมรรถภาพทางสมองมีอิทธิพลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ในด้านกระบวนการคิด สมรรถภาพทางสมองสามารถที่จะปลูกฝังและพัฒนาได้ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและพัฒนาการของเด็กในแต่ละวัย (กรมสามัญศึกษา, 2530:52) ดังที่ เชิดศักดิ์ โสวาสินธุ์ (2530 : 8) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า นักการศึกษาส่วนใหญ่ได้กล่าวถึงเทคนิคและวิธีการสอนเพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปสู่ระดับการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา ด้วยเหตุผลสองประการ คือ การคิดระดับนี้เป็นพื้นฐานที่จำเป็นที่สำคัญต่อการเรียนรู้หลักการทางวิชาการในสาขาวิชาต่างๆ ตลอดจนความเข้าใจในเหตุผลในชีวิตประจำวัน และประการที่สองมีรายงานวิจัยหลายฉบับที่ให้ข้อมูลยืนยันว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายระดับวิทยาลัย และผู้ที่อยู่ในวัยผู้ใหญ่มีจำนวนต่ำกว่าร้อยละ 50 ที่มีความสามารถทางการพัฒนาการคิดในระดับนี้อย่างสมบูรณ์ ทั้งๆ ที่การพัฒนาการคิดระดับการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยานี้ ควรจะเกิดอยู่ตั้งแต่วัย 12 ปีเป็นต้นมา ตามทฤษฎีพัฒนาการลำดับขั้นการคิดมนุษย์ ของ เพียเจท์ (Piaget, 1976 : 22) ซึ่งแสดงว่าพัฒนาการของการคิดจากระดับการคิดด้วยรูปธรรมมาเป็นระดับการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยานั้นเกิดได้ยาก และการจัดการศึกษาที่ผ่านมาไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

โดยสรุปกล่าวได้ว่า การคิดเป็นกระบวนการทางสมองทั้งในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมรรถภาพสมองในการที่รับรู้ข้อมูลต่าง ๆ มาประมวลผลเบื้องต้น แล้วใช้วิธีการคิดที่มีอยู่หรือเคยได้รับการฝึกฝนมาประมวลสรุปเพื่อแสดงออกมาเป็นผลของความคิด และผลจากการคิดที่แสดงออกมานี้จะเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางสมองในด้านความสามารถในการให้เหตุผล ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าคนที่มีความคิดดีจะต้องมีสมรรถภาพทางสมองดี หรือผู้ที่มีสมรรถภาพทางสมองดีจะมีผลของการคิดดี ดังนั้นในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาการคิดจะต้องมีการพัฒนาสมรรถภาพทางสมองด้วย

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ เป็นที่แพร่หลายในชื่อ CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer Assisted Instruction มีลักษณะเป็นบทเรียนหรือ บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับช่วยผู้สอนในการถ่ายทอดความรู้ เนื้อหาในบทเรียนจะถูกนำเสนอผู้เรียนแต่ละคนผ่านทางคอมพิวเตอร์ (วิชุดา รัตนเพียร, 2541:1) ทั้งนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้พร้อมทั้งเน้นให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ตามจุดประสงค์ที่วางไว้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI Lesson) ได้รับการยอมรับจากนักการศึกษาแล้วว่า มีข้อดีเป็นอย่างมากต่อการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนรู้เพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ข้อดีที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่ง สุกวี รอดโพธิ์ทอง และคณะ (2540 : 16-17) กล่าวโดยสรุปได้ว่า การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ทันที และผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างเต็มที่ เพราะเป็นการเรียนรายบุคคล ทำให้เป็นการปลูกฝังนิสัยความรับผิดชอบของผู้เรียนได้ด้วย อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการให้ผลป้อนกลับทันทีด้วยภาพ เสียง สี สีสันที่สวยงาม ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้นกับบทเรียน และที่สำคัญที่สุด ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามอัธยาศัยและความก้าวหน้าของตนเองได้ นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านที่ผู้สอนสามารถลดเวลาสอนในบทเรียนหนึ่ง ๆ ทำให้ผู้สอนมีเวลาในการเอาใจใส่ ดูแลการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถปรับปรุง แก้ไขบทเรียนได้ง่าย ทำให้สามารถปรับปรุงเนื้อหาและรายละเอียดของบทเรียนได้ตามต้องการ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI นั้นสามารถออกแบบได้หลายแบบด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นกับจุดประสงค์ที่ผู้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนได้กำหนดไว้

เอลิสซี่ และ ทรอลลิป (Alessi & Trollips, 1985) และวิชุดา รัตนเพียร (2541: 1-5) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะของการนำเสนอเนื้อหา ดังนี้

1. แบบสอนเนื้อหา (Tutorial)
2. แบบการฝึกหัด (Drill and Practice)
3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)
4. แบบเกมเพื่อการเรียน (Instructional Game)
5. แบบการทดสอบ (Test)



จากการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งผลล่าสุดเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้คะแนนผลสอบของผู้เรียนสูงขึ้น โดยมีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.30 หรือจากคะแนนระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 สูงขึ้นเป็น 62 อย่างไรก็ตามพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลจะน้อยลงเมื่อระยะเวลาการทดลองสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้น (เกิน 4 สัปดาห์) (Kulik and Kulik, 1991 อ้างถึงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง , 2540:3) นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาของกลุ่มทดลองที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนโดยวิธีธรรมดา โดยมีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.90 หรือ 0.9 เท่าของหน่วยเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (ระดับมาก) และมีผลการวิจัยในทำนองเดียวกันโดยมีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.60 (ระดับปานกลาง) เมื่อทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอนในระดับมัธยมศึกษา นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้นแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังช่วยให้ความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอนด้วยวิธีธรรมดา ทั้งในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา โดยมีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ย 0.59 หรือ 0.59 เท่าของหน่วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม (ระดับปานกลาง) และ 0.69 (ระดับปานกลาง) ตามลำดับ (จรรยา จิตรักษ์, 2539)

การวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนการสอน และการดำรงชีวิตในปัจจุบัน และการที่ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยเหตุที่ว่าเด็กในช่วงวัยนี้ มีอายุเริ่มเข้าสู่การคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา ซึ่งเป็นช่วงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญที่สุด เพราะการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา เป็นการพัฒนาการคิดในระดับที่สูงที่สุด ซึ่งตามทฤษฎีของ เพียเจท์ แล้ว คือนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยถ้าผลจากการฝึกทักษะการคิดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถ้ายังได้ผลเป็นที่ไม่พอใจก็ยังมีโอกาสที่จะแก้ไขให้สมบูรณ์ใหม่ได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และรูปแบบการฝึกสมรรถภาพทางสมองนั้นมีหลายวิธี โดยจะเห็นว่าการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประโยชน์มากมาย ทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอนดังที่กล่าวข้างต้น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นนวัตกรรมใหม่ ซึ่งมีจุดเด่นคือนักเรียนสามารถทำการฝึกได้ด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาเพื่อ

เป็นการเปรียบเทียบผลจากการฝึกระหว่างกลุ่มที่ฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน

### สมมติฐานการวิจัย

เอลิสซี่ และทรอลลิป (Alessi and Trollip, 1985 : 91) ได้กล่าวถึงการศึกษาผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะในด้านการเรียนการสอน โดยเปรียบเทียบกับสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้สมุดแบบฝึกหัด บัตรคำ หรือชุดการสอนที่ครูสร้างขึ้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยดังนี้ คือ

นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน

### ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร
2. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเฉพาะการเสริมการฝึกสมรรถภาพทางสมอง 2 ด้าน คือ ความสามารถทางด้านจำนวน และความสามารถทางด้านเหตุผล ซึ่งสมรรถภาพทางสมองทั้ง 2 ด้านนี้จัดว่าเป็นสมรรถภาพทางสมองที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี (Smith , 1964 : 15)

### 3. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ ลักษณะของการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีดังนี้ คือ ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ และได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน

3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

### ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากโรงเรียนที่ใช้เป็นสถานที่ในการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อจำกัดบางประการ คือ จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์มีไม่พอกับจำนวนนักเรียน ดังนั้นการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยดำเนินการฝึกโดยให้นักเรียนเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยวิธีการเรียนเป็นคู่แบบร่วมมือ

### ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มลบ ที่จะนำไปใช้สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 102) ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบดังกล่าว นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจะต้องเป็นนักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง จำนวนเต็มลบ ในวิชาคณิตศาสตร์ ค 102 ที่มีเนื้อหาตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาวิชานี้แล้ว และมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ดังกล่าว

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มลบ
2. การฝึกสมรรถภาพทางสมอง หมายถึง การส่งเสริมหรือการฝึกฝนทักษะการใช้ความสามารถทางสมองด้านที่เป็นองค์ประกอบทั่วไป (General factor : g – factor) ของแต่ละ

บุคคลเพื่อให้เกิดความเจริญงอกงามในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นพื้นฐานทั่วไป (General factor) 2 ด้าน ซึ่งได้แก่ ความสามารถทางด้านจำนวน และความสามารถทางด้านเหตุผล และทำการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ และแบบฝึกแบบเขียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ หมายถึง การส่งเสริมหรือการฝึกฝนทักษะการใช้ความสามารถทางสมองที่เป็นพื้นฐานทั่วไป (General factor) ให้มีความเจริญงอกงามทางด้านความคิด ในการฝึกผู้วิจัยใช้แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองเป็นแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกทักษะ ซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน (ซึ่งมีแบบฝึกจำนวน 5 ชุด) และแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล (ซึ่งมีแบบฝึกจำนวน 7 ชุด) การดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ ในแบบฝึกแต่ละชุดจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้รับการฝึกเข้าสู่บทเรียน ผู้เรียนพิมพ์ชื่อลงไป ศึกษา

จุดมุ่งหมายของแบบฝึกแต่ละชุด ตลอดจนศึกษาตัวอย่างของแบบฝึก โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที

ขั้นฝึก เป็นขั้นที่ผู้รับการฝึกดำเนินการทำแบบฝึก ซึ่งแบบฝึกแต่ละชุดจะใช้เวลาในการทำแบบฝึกประมาณ 15 นาที

ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้รับการฝึกประเมินผลการศึกษาแบบฝึก และออกจากบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( Computer – Assisted Instruction ) ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยตัวอักษร สัญลักษณ์ รูปภาพและสีสรร ซึ่งนำเสนอในรูปแบบของการเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรมออร์เทอร์แวร์ (Authorware Professional)

4. การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน หมายถึง การส่งเสริมหรือการฝึกฝนทักษะการใช้ความสามารถทางสมองที่เป็นพื้นฐานทั่วไป (General factor) ให้มีความเจริญงอกงามทางด้านความคิด โดยใช้แบบฝึกแบบเขียนที่สร้างขึ้น ซึ่งเนื้อหาที่นำมาใช้สร้างเป็นแบบฝึกเป็นเนื้อหาชุดเดียวกับแบบฝึกที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน ประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 5 ชุด และแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล ประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 7 ชุด การดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียนในแต่ละชุดจะมีขั้นตอนในการดำเนินการฝึกที่ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้ดำเนินการฝึกอธิบายจุดมุ่งหมายของแต่ละแบบฝึก วิธีการทำแบบฝึก ตลอดจนตัวอย่างของแบบฝึก จำนวน 1 ข้อ ให้ผู้ที่ได้รับการฝึกเข้าใจ โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที

ขั้นฝึก เป็นขั้นที่ผู้รับการฝึกดำเนินการทำแบบฝึก ซึ่งแบบฝึกแต่ละชุดจะใช้เวลาในการทำแบบฝึกประมาณ 10 นาที

ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้รับการฝึกร่วมกันอภิปรายเพื่อแสวงหาวิธีที่ดีที่สุดในการคิดหาคำตอบในแต่ละข้อ ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการกรุงเทพมหานคร



สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 2

### วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน” ผู้วิจัยได้ศึกษาดำรง เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วเสนอตามลำดับ ดังต่อไปนี้

#### สมรรถภาพทางสมอง

1. ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง
2. ลักษณะของสมรรถภาพทางสมอง
3. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง

แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองที่ใช้เป็นกรอบทฤษฎีสำหรับการวิจัย

#### คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. หลักการสร้างและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### หลักในการสร้างแบบฝึก

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

2. งานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยในประเทศ

## สมรรถภาพทางสมอง

### 1. ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้พยายามให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมองไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

ฮิลล์ ( Hills, 1982: 176-178) ได้สรุปความหมายของสมรรถภาพทางสมองออกเป็น 2 แนว คือ

1. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ความสามารถในการคิดหาเหตุผล
2. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่

อนาสตาซี (Anastasi, 1982: 367-368) ได้กล่าวถึง สมรรถภาพทางสมองว่าเป็นความสามารถพิเศษของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ ตามแนวคิดของเทอร์สโตน (Thurstone) ซึ่งพบว่า มี 7 ด้าน คือ ความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านการสังเกตพิจารณา และด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ

บิสวอร์ส (Biswas, 1971: 83) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมองว่าเป็นความสามารถในการปรับตัวในสถานการณ์ การตัดสินใจ ความเข้าใจ และความสามารถในการให้เหตุผล

กู๊ด (Good, 1959: 293) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง โดยสรุปได้ 3 แนว คือ

1. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพการณ์ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว และประสบผลสำเร็จ ตลอดจนมีความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์
2. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง สมรรถภาพในการรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

3. สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ระดับความสามารถ ซึ่งได้มาจากการทำแบบทดสอบเชาว์ปัญญา ระดับความสามารถที่ปรากฏออกมาให้เห็นนี้มีประโยชน์ในการทำนายผลสำเร็จในการเรียน และการประกอบอาชีพบางอาชีพ

แทรกซ์เลอร์ (Traxler, 1957: 53) ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมองว่าเป็นความสามารถในการเรียนรู้ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ของแต่ละบุคคล

สมรรถภาพทางสมอง (Mental competency) หรือเชาว์ปัญญา (Intelligence) หรือบางทีเรียกว่าความถนัด (ล้วน สายยศ, 2527:25) สำหรับนักการศึกษาในประเทศไทย ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง ดังนี้

ชวาล แพรัตนกุล (2513: 1) ได้ให้ความหมายดังนี้ สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง สมรรถวิสัย และทิศทางแห่งความองงามของสมอง หรือขีดความสามารถขั้นสูงสุดที่เขาได้รับการสอน การฝึก และประสบการณ์ที่เหมาะสม

วิเชียร เกตุสิงห์ (2517: 1-2) ได้ให้ความหมายโดยสรุป ดังนี้ สมรรถภาพทางสมอง หมายถึง ความสามารถอันเกิดจากประสบการณ์เก่า ๆ ที่ได้เรียนรู้มาในอดีตแล้ว กลายเป็นความสามารถอันใหม่

สุนีย์ ธีรดากร (2524: 89) ได้กล่าวถึง สมรรถภาพทางสมองโดยสรุป ดังนี้ สมรรถภาพทางสมอง เป็นความคิดหรือคำบรรยายลักษณะต่าง ๆ ซึ่งแสดงถึงระดับความสามารถทางพฤติกรรมทางสมองของบุคคลในด้านต่าง ๆ เช่น ในด้านการคิด การตัดสินใจ แก้ปัญหา การเรียนรู้ และการปรับตัวของบุคคลเมื่อเผชิญกับสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบเชาว์ปัญญา

จากการที่นักจิตวิทยา และนักการศึกษาที่ได้ให้ความหมายของสมรรถภาพทางสมอง หรือเชาว์ปัญญาไว้มากมายและหลากหลาย สามารถสรุปได้เป็น 3 แนว ดังนี้

สมรรถภาพทางสมอง หรือเชาว์ปัญญา คือ



1. ความสามารถในการจัดรูปแบบพฤติกรรมของตนเสียใหม่ เพื่อให้สามารถเข้ากับสภาพการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม
2. ความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล โดยสามารถนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ความสามารถในการคิดแบบนามธรรมของแต่ละบุคคล

## 2 . ลักษณะของสมรรถภาพทางสมอง

ฟลิชแมน และ บาร์ทเล็ต (Flishman and Bartlett, 1969: 349-380) ได้วิเคราะห์ผลการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถของมนุษย์ แล้วสรุปลักษณะที่สำคัญของความสามารถที่เรียกว่า สมรรถภาพทางสมอง หรือ เซาว์นปัญญาไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. สมรรถภาพทางสมองเป็นผลทางวุฒิภาวะและการเรียนรู้ ลำดับขั้นของพัฒนาการของความสามารถของแต่ละคนจะจำกัดสิ่งที่เขาเรียนรู้ได้ ฉะนั้น ความสามารถจึงพัฒนาไปในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุนับตั้งแต่เกิดจนกระทั่งถึงวัยรุ่น ตัวอย่างเช่น ในช่วงวัยเด็กตอนต้น พบว่า ความสามารถในการเรียนรู้ภาษา มีอัตราพัฒนาการเป็นไปรวดเร็วกว่าพัฒนาการของความสามารถทางการเข้าใจเหตุผลทางคณิตศาสตร์
2. สมรรถภาพทางสมองมีความคงทน และค่อนข้างจะเปลี่ยนแปลงยากในวัยผู้ใหญ่ เช่น ในวัยผู้ใหญ่ความคล่องในการใช้มือค่อนข้างคงที่แน่นอน และทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ยากขึ้น แต่การเสื่อมถอยมีมากขึ้น
3. สมรรถภาพทางสมองในขณะนั้นของแต่ละบุคคล มีผลต่ออัตราความเร็วในการเรียนรู้งานใหม่ของเขา ฉะนั้น นักเรียนที่มีความสามารถทางการใช้จินตนาการและเหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง จะเรียนรู้ฟิสิกส์ได้ดี และเร็วกว่าคนที่มีความสามารถด้านนี้อยู่ในระดับต่ำ โดยมีเงื่อนไขว่าตัวการทางแรงจูงใจ และตัวการอย่างอื่นอยู่ในระดับเดียวกัน
4. สมรรถภาพทางสมองด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว อาจจะถูกถ่ายโยงไปสู่การเรียนรู้งานเฉพาะด้านได้หลายอย่างกว่าความสามารถอีกอย่างหนึ่ง เช่น ความสามารถทางการคำนวณจะช่วยถ่ายโยงไปสู่การเรียนรู้งานใหม่ เฉพาะงานที่เกี่ยวกับการคำนวณเท่านั้น ในขณะที่ความสามารถทางมิติสัมพันธ์จะช่วยในการเรียนรู้งานใหม่ในขอบข่ายที่กว้างกว่า อันได้แก่ งานที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และวิชาการสาขาอื่นอีก

5. สมรรถภาพทางสมองเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อนมากกว่าทักษะ คำว่า “ทักษะ” (Skill) มักจะอ้างถึงเรื่องระดับของความสามารถเฉพาะของงานแต่ละอย่าง เช่น ทักษะทางการว่ายน้ำ ดำน้ำ การเล่นกีฬาเฉพาะอย่าง หรือการพิมพ์ดีด อย่างนี้เป็นต้น ซึ่งจะมีทักษะอยู่หลายระดับ การได้ทักษะการทำงานแต่ละอย่าง ผู้เรียนต้องเรียนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานนั้นเป็นลำดับต่อเนื่องกัน แล้วทำการฝึกฝนจนสามารถทำได้คล่องแคล่วและแม่นยำ

### 3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง

นักจิตวิทยาสนใจศึกษาค้นคว้า และวิจัยเกี่ยวกับความเฉลียวฉลาด ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ในลักษณะต่าง ๆ กันมานาน บ้างเรียกว่า สมรรถภาพทางสมอง หรือเชาวน์ปัญญา (Intelligence) บางกลุ่มเรียกว่า ความถนัด (ลัวิน สายยศ, 2527: 25) แต่การตอบคำถามที่ว่า “เชาวน์ปัญญา หรือสมรรถภาพทางสมอง คืออะไร” ไม่สามารถทำได้ง่าย ๆ ลักษณะทางเชาวน์ปัญญา เป็นหนึ่งในจำนวนลักษณะหลายลักษณะที่ยากแก่การเข้าใจ แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญามีอยู่หลายแนว ทั้งนี้เพราะความแตกต่างกันด้านการให้ความหมาย วิธีการศึกษา และจุดเน้นที่ศึกษาเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญานั้นเอง ชุมพร ยงกิตติกุล (2539: 8) ได้สรุปทฤษฎีของสมรรถภาพทางสมอง หรือเชาวน์ปัญญา เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้คือ

3.1 กลุ่มทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive developmental) เป็นทฤษฎีของกลุ่มนักจิตวิทยาที่ศึกษาเชาวน์ปัญญา ด้วยวิธีการเน้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการของสติปัญญา

3.2 กลุ่มทฤษฎีโครงสร้างของสมองหรือสติปัญญา หรือกลุ่มจิตมิติ (Psychometric approach) นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้จะเน้นการศึกษาองค์ประกอบสมรรถภาพทางสมอง หรือสติปัญญาว่ามีอะไรบ้าง องค์ประกอบแต่ละอย่างเป็นอย่างไร

3.3 กลุ่มกระบวนการประมวลข่าวสาร (Information processing) กลุ่มนี้จะเน้นการศึกษากระบวนการคิด และความเร็วในการคิดแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่

#### 3.1 กลุ่มทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่ได้รับการกล่าวถึงมากคือ ทฤษฎีของเพียเจท์ นักจิตวิทยาชาวสวิส และทฤษฎีของ เจโรม บรูเนอร์ (Jerome Bruner) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน

### 3.1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดของเพียเจต์

เพียเจต์เห็นว่าแม้ประสบการณ์จะเป็นปัจจัยสำคัญในการผลักดันพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา แต่ก็มีฐานมาจากทางชีวภาพผ่านกระบวนการของวุฒิภาวะที่ทำให้ร่างกายและสมองเติบโต ด้วยเหตุนี้เขาจึงเชื่อว่าทุกคนมีขั้นพัฒนาการและเป็นไปตามลำดับขั้นแบบเดียวกันไม่สับสน ซึ่งพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่เด็กมี ปฏิสัมพันธ์ (interaction) อย่างต่อเนื่องกับสิ่งแวดล้อมรอบข้างนับตั้งแต่แรกเกิดทีเดียว การมีปฏิสัมพันธ์นี้ทำให้มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง (adaptation) อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้เกิดภาวะสมดุลย์ (equilibrium) ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมภายนอกและกระบวนการคิดของคน

เพียเจต์สรุปว่าพันธุกรรม (heredity) อันเป็นตัวเชื่อมระหว่างปฏิภพของเด็กับสิ่งแวดล้อม เป็นตัวกำหนดโครงสร้างเชาวน์ปัญญา และเชื่อมโยงพฤติกรรมตอบสนองแบบอัตโนมัติของเด็ก เช่น ปฏิภพสะท้อนกับโครงสร้างทางร่างกาย เช่น ตา หลักการทำงานเกี่ยวข้องกับกระบวนการสองอย่างที่ไม่แปรเปลี่ยนไปตามตัวบุคคล คือ การจัดระบบความคิดภายในตัวบุคคล และการปรับตัว (mental organization and adaptation) กล่าวคือ ทุกคนดำเนินไปตามระบบอย่างเดียวกัน เพียเจต์เห็นว่าวุฒิภาวะ (maturation) ประสบการณ์ (experience) และสิ่งแวดล้อมทางสังคม (social environment) ไม่เพียงพอที่จะอธิบายการเจริญเติบโตทางปัญญา เพราะปัจจัยเหล่านี้โดด ๆ ไม่สามารถอธิบายลักษณะของพัฒนาการที่เกิดขึ้นเป็นลำดับได้ การเติบโตทางร่างกายเป็นสิ่งที่เป็นไปตามธรรมชาติ ปัจจัยด้านความสมดุล (equilibrium) เป็นปัจจัยพื้นฐานของพัฒนาการและสิ่งที่ขาดไม่ได้ เพื่อให้มีการทำงานอย่างผสมกลมกลืนกันของปัจจัยทั้งสามอย่างนี้ ภาวะสมดุลที่ต้องมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ซึ่งต้องอาศัยการปรับตัว (adaptation) การปรับตัวเป็นความต้องการสำหรับการเรียนรู้ของอินทรีย์ (organism) เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล การเรียนรู้ของเด็กจะต้องนำไปสู่ภาวะสมดุลที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไป พัฒนาการทางปัญหาก็เพิ่มมากขึ้น การปรับตัวทางความคิดมีกระบวนการที่สำคัญและจำเป็นสองอย่างที่เกิดขึ้นอยู่เสมอตราบที่คนยังมีชีวิตอยู่ กระบวนการนี้เกิดกับทุกคนและเป็นกระบวนการที่เกิดควบคู่กันไป กระบวนการทั้งสองคือ

1. กระบวนการดูดซึม (assimilation) เป็นกระบวนการปรับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้าสู่โครงสร้างความคิด (schema) หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ ฉะนั้นจึงเป็นการผสมผสานสิ่งที่ปรากฏในประสบการณ์ใหม่ ๆ เข้าสู่คลังความคิดเดิม

2. กระบวนการปรับขยาย (accommodation) เป็นการปรับขยาย โครงสร้างความคิดเดิมที่อยู่ให้รับเอาสิ่งใหม่เข้าไป ทำให้ความคิดขยายกว้างไกลขึ้นและเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จึงเป็นกระบวนการปรับทางด้านร่างกายหรือทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่

ความคิดความเข้าใจที่เกิดจากกระบวนการดูดซึมและกระบวนการปรับขยาย เรียกว่า โครงสร้างความคิด (Schema) โครงสร้างความคิดจะมีการปรุงแต่งอยู่เสมอ และผสมกลมกลืนกับการทำงานของกระบวนการปรับตัว ทั้งสองอย่างทำให้คนมีภาวะความสมดุล (equilibrium) ทางความคิดความเข้าใจอยู่เสมอ ถ้าหากขาดความสมดุล กระบวนการทั้งสองจะเกิดขึ้นจนมีภาวะสมดุล ภาวะสมดุลไม่ใช่สิ่งที่คงที่จะต้องเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ เพื่อเข้าสู่ขั้นพัฒนาการที่สูงขึ้นไปทั้งทางกายและทางใจ

กระบวนการของการปรับตัวทำให้พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีความเจริญเติบโตเป็นลำดับขั้น เรียกว่าขั้นพัฒนาการ (Stage) ลักษณะของขั้นพัฒนาการนี้จะต้องเป็นไปตามลำดับไม่สับสน มีความต่อเนื่องผสมผสานกันและพัฒนาการขั้นต้นเป็นรากฐานของพัฒนาการขั้นต่อไป เชาวน์ปัญญาตามแนวคิดของเพียเจท์เริ่มพัฒนาตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงขั้นสูงสุด ในช่วงวัยรุ่นอายุประมาณ 16 ปี การกำหนดอายุในแต่ละขั้นของพัฒนาการเป็นเพียงการประมาณอย่างคร่าว ๆ ไม่ใช่สิ่งตายตัว บุคคลแต่ละคนอาจพัฒนาไปได้เร็วหรือช้าต่างกัน แต่ทุกคนต้องพัฒนาผ่านลำดับขั้นเดียวกัน เพียเจท์แบ่งขั้นพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensori motor Stage) ตั้งแต่แรกเกิดถึงประมาณ 2 ขวบ
2. ขั้นปฏิบัติการก่อนการคิดด้วยรูปธรรม (preoperational stage) อายุประมาณ 2-7 ปี

เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น เรียนรู้สิ่งแวดล้อมรอบข้างที่นอกเหนือไปจากสิ่งที่ใช้ประสาทสัมผัส ในขั้นนี้การเรียนรู้ของเด็กเป็นไปอย่างรวดเร็ว ภาษาเป็นตัวกลางที่ช่วยให้เด็กสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ แต่เด็กในขั้นพัฒนาการนี้ยังไม่พัฒนาการคิดอย่างสมเหตุสมผล ยังยึดติดอยู่กับการรับรู้ มีข้อจำกัด 6 อย่างของการคิดของเด็กในขั้นนี้คือ

- 1) ยึดอยู่กับสิ่งที่ เป็นรูปธรรม ต้องเห็นหรือจับต้องได้ หรือต้องเชื่อมโยงกับสภาพปัจจุบันจึงจะเข้าใจได้
- 2) ไม่สามารถคิดย้อนกลับโดยการให้เหตุผล

- 3) ยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง โดยเข้าใจไปว่าคนอื่นรู้และเข้าใจในสิ่งที่เขารู้และในแง่มุมมองเดียวกันกับตัวเขาด้วย
- 4) มองปัญหาหรือสิ่งของ หรือเหตุการณ์ที่ละด้าน ไม่สามารถที่จะแก้ปัญหาโดยพิจารณาหลายด้านพร้อมกันได้
- 5) ตัดสินสิ่งต่าง ๆ ตามสภาพที่รับรู้หรือมองเห็น ขณะนั้นไม่ได้นึกถึงการกระทำที่นำมาสู่สภาพนั้น
- 6) เชื่อมโยงเหตุการณ์หรือสิ่งของโดยไม่ได้ใช้หลักเหตุผล

### 3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (concrete operational stage) อายุประมาณ 7-11 ปี

เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์และภาษา สร้างภาพในใจได้ การคิดจะมีลักษณะของการยึดตนเป็นศูนย์กลางน้อยลง สามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ เข้าใจหลักการคงอยู่ของสสารได้ว่า สสารหรือสิ่งของยังคงมีปริมาณเท่าเดิมแม้จะเปลี่ยนแปลงสภาพไปคิดย้อนกลับไปได้ สามารถจัดประเภทสิ่งของได้โดยยึดลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นหลัก เข้าใจความสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบ เช่น หนักกว่า ยาวกว่า

### 4. ขั้นการคิดอย่างมีวิจากรณญาณ (formal operations) อายุประมาณ 12 ปีขึ้นไป

เด็กที่มีพัฒนาการในขั้นนี้สามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ คิดอย่างสมเหตุผลในการแก้ปัญหา สามารถคิดแก้ปัญหาได้หลาย ๆ ทาง คิดแบบวิทยาศาสตร์ คือ รู้จักตั้งสมมติฐานหรือคาดการณ์ในอนาคตได้ แล้วหาข้อมูลมาทดสอบและลงความเห็นว่าสิ่งนั้นเป็นอย่างไร เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมและกฎเกณฑ์ที่ซับซ้อน รู้จักคิดด้วยการสร้างภาพในใจขึ้น สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นอกเหนือไปจากสิ่งปัจจุบัน มีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถคิดสร้างทฤษฎีและทดสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

#### 3.1.2 ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดของบรูเนอว์

บรูเนอว์เสนอทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียเจท์ (Piaget) แต่ก็มีส่วนแตกต่างกันที่สำคัญคือ บรูเนอว์ได้เน้นความสำคัญของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา สิ่งแวดล้อมที่บรูเนอว์กล่าวถึงเขาหมายความว่า เป็นวัฒนธรรม (culture) เป็นตัวกระตุ้นอัตราพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา

สำหรับปัญหาที่ไม่ได้เน้นความสำคัญของวัฒนธรรม บรูเนอร์ได้ย้ำถึงบทบาทของวัฒนธรรมว่ามีผลต่อความเจริญงอกงามทางปัญญาของบุคคลมาก เป็นตัวประกอบที่สำคัญในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตทางปัญญา แนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของ บรูเนอร์มีผลกระทบต่อ การปรับปรุงการเรียนการสอนในโรงเรียนมาก บรูเนอร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral curriculum) และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นพบด้วยตนเอง (discovery learning) บรูเนอร์เห็นว่าทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาจะมีประโยชน์น้อยมากถ้าหากว่าทฤษฎีเหล่านั้นไม่สามารถเชื่อมโยงกับการศึกษา

บรูเนอร์แบ่งขั้นพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาออกเป็น 3 ขั้น เขาให้แนวคิดที่ภาษาเป็นเครื่องมือที่เด็กได้จากวัฒนธรรมที่เขาเป็นสมาชิกอยู่ และภาษาจะช่วยให้เด็กขยายการใช้ความคิดของเขาออกไปได้อีกมาก ภาษาเป็นวิถีทางของการเกิดกระบวนการประมวลข้อมูล และทำให้แต่ละคนมีประสบการณ์ด้านสัญลักษณ์ ตามแนวคิดของบรูเนอร์ เด็กเติบโตขึ้นทางด้านเชาวน์ปัญญา และได้เรียนรู้เทคนิคที่ช่วยให้เขาสามารถแสดงออกถึงความคงที่และสม่ำเสมอของสิ่งต่าง ๆ ที่แวดล้อมตัวเขาอยู่ ขั้นพัฒนาการเชาวน์ปัญญามี 3 ขั้นดังนี้

**ขั้นที่ 1** การแสดงความรู้ความเข้าใจด้วยการกระทำ (enactive representation)

ขั้นนี้เกิดกับเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงประมาณ 3 ขวบ ในระยะนี้เด็กพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยยึดการกระทำของสิ่งนั้นเป็นจุดสำคัญ

**ขั้นที่ 2** การแสดงความรู้ความเข้าใจด้วยจินตภาพ (Ikonik representation)

พัฒนาการในระยะนี้จะอยู่ในราวอายุประมาณ 3 ขวบ ถึง 7 หรือ 8 ขวบ เด็กสามารถใช้จินตภาพในการคิดได้ สามารถเก็บภาพในใจไว้ในความจำได้ สามารถใช้ภาพในใจแทนการกระทำของสิ่งของได้

**ขั้นที่ 3** การแสดงความรู้ความเข้าใจด้วยการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic representation)

เริ่มประมาณอายุ 3 ขวบ เมื่อเด็กสามารถเริ่มใช้ภาษาได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ สัญลักษณ์มีความยืดหยุ่นมากกว่าการสร้างภาพในใจ ถ้อยคำไม่เพียงแต่ช่วยให้เด็กแสดงออกซึ่งความรู้ ความเข้าใจของเขาได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังช่วยให้เด็กได้จัดระบบระเบียบ เปลี่ยนแปลงรูปแบบหรือไตร่ตรองเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ได้ เด็ก

เริ่มคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์อย่างมีประสิทธิภาพในช่วงอายุประมาณ 7 หรือ 8 ปี การใช้สัญลักษณ์ทำให้สามารถคิดอย่างนามธรรมได้

แม้ว่ารูปแบบของการแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจทั้ง 3 วิธี ซึ่งเป็นการมองและการตอบสนองต่อสิ่งรอบข้าง จะพัฒนาตามลำดับของอายุ รูปแบบทั้งสามจะปรากฏความเมื่อเด็กมีอายุประมาณ 8 ปี รูปแบบทั้งสามนี้จะอยู่กับตัวตลอดชีวิต ทุกคนจะใช้รูปแบบทั้งสามนี้มากหรือน้อยบ้างขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล และในวัยผู้ใหญ่แสดงออกด้วยการใช้สัญลักษณ์มากกว่ารูปแบบอื่น แต่รูปแบบอื่นก็นำมาใช้เป็นครั้งคราว

### 3.1.3 บทสรุปทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจท์ และ บรูเนอร์

การวิเคราะห์พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจท์ ทำให้เขาแยกกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการคิดออกเป็น 2 อย่าง คือ การดูดซึมและการปรับโครงสร้างความคิด (assimilation and accomilation) ซึ่งคนเราจะใช้กระบวนการทั้งสองนี้ในการสร้างระบบการคิด (schemas) ด้วยการนำกระบวนการดังกล่าวทำให้บุคคลสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุมีผล และเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับโลกรอบข้างได้ (ชุมพร ประยูรจิตติกุล, 2539:35)

หลักเกณฑ์สำคัญในทฤษฎีของเพียเจท์คือ เด็กทุกคนพัฒนาเชาว์ปัญญาเป็นลำดับขั้น ซึ่งมีอยู่ 4 ขั้น ดังที่เพียเจท์ให้ชื่อว่าขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (sensori-motor stage) ขั้นก่อนปฏิบัติทางการคิดด้วยรูปธรรม (preoperational stage) ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (concrete operational stage) และขั้นการคิดอย่างเป็นแบบแผน (formal operational stage) เด็กสามารถเรียนรู้ได้ต่อเมื่อเนื้อหาวิชาหรือข้อความรู้ต่าง ๆ เสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเขา ในวัยผู้ใหญ่บุคคลจะดำเนินการขัดเกลาความสามารถในการคิดอย่างมีแบบแผน (formal operations) ไปเรื่อย ๆ โดยไม่เปลี่ยนแปลงรูปแบบดั้งเดิมของการคิด จนกระทั่งย่างเข้าสู่วัยชรา คนชราจำนวนมากมีความสามารถในการคิดอย่างมีแบบแผนน้อยลง เมื่อต้องเผชิญกับสิ่งที่ซับซ้อน และมีแนวโน้มว่าจะย้อนกลับมาใช้วิธีคิดแบบรูปธรรมอีก ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นให้เห็นได้อย่างน้อยที่สุดก็ในสภาพการทดสอบเชาว์ปัญญา

บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) เป็นผู้ที่มีความสำคัญมากในการเสนอทฤษฎีที่ช่วยให้เราเข้าใจเด็ก บรูเนอร์มีความคิดสอดคล้องกับเพียเจท์ในแง่ที่ว่าพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเด็กเป็นตามลำดับขั้น แต่ระดับขั้นที่บรูเนอร์เสนอแตกต่างไปจากของเพียเจท์ บรูเนอร์ใช้ชื่อลำดับขั้นทั้งสามว่า enactive, ikonik และ symbolic representations ความแตกต่าง

นอกเหนือจากนี้บรรณานุกรมถือว่าเด็กทุกวัยสามารถสอนทุกอย่างได้ ถ้าสิ่งที่นำมาสอนเสนอในรูปแบบที่เด็กสามารถเข้าใจได้ ฉะนั้นบรรณานุกรมจึงเสนอหลักสูตรที่เรียกว่าหลักสูตรแบบเกลียว (spiral curriculum) ซึ่งเป็นหลักสูตรที่เสนอให้สอนวิชาต่าง ๆ ได้ในทุกระดับชั้นเรียน เช่น ฟิสิกส์ อาจเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรระดับใดก็ได้ อาจเป็น ป.1, ป.5 และ ม.1 การสอนก็ให้เพิ่มความซับซ้อนขึ้นไปเรื่อย ๆ ตามลำดับชั้น นอกจากนี้บรรณานุกรมเสนอแนะว่าทฤษฎีการสอนทฤษฎีใดก็ตามควรสร้างจากพื้นฐานของลักษณะกว้าง ๆ 4 ประการ ที่เราอาจสรุปย่อ ๆ ได้คือ ลักษณะก่อนเข้าเรียนของผู้เรียน (Entry Characteristics) โครงสร้างของความรู้ (structure of knowledge) หรือเนื้อหาที่ต้องเรียน ลำดับชั้นของการเสนอความรู้ (sequence of presentation) หรือวิธีสอน และการให้รางวัลและลงโทษผู้เรียน (rewards and punishments)

จากทฤษฎีกลุ่มพัฒนาการทางสติปัญญาสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การเจริญเติบโตทางเขาวงกตปัญญามีลำดับขั้นที่แน่นอน โดยขั้นที่ 2 จะตามหลังขั้นที่ 1 เสมอ และตามมาด้วยขั้นที่ 3 ฯลฯ เด็กจะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบข้าง โดยเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม และจะไม่กลับลำดับกันเป็นอันขาด
2. ขั้นพัฒนาการแต่ละขั้นมีความแตกต่างกันทางด้านคุณภาพ เหมือนกับว่าบุคคลใช้กระบวนการที่ค่อนข้างแตกต่างกันในขั้นพัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาที่อยู่ในระดับต่างกัน
3. ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับพัฒนาการทางสติปัญญา แม้ว่าทุกคนจะพัฒนาผ่านลำดับขั้นเดียวกัน แต่การพัฒนาไปถึงแต่ละขั้นจะไม่ถึงที่อายุระดับเดียวกัน

### 3.2 กลุ่มทฤษฎีโครงสร้างของสมอง

กลุ่มนี้เริ่มที่บิเน็ต และ ไชมอน (Binet and Simon) ซึ่งทำการศึกษาในปี 1905 ประเทศฝรั่งเศส รวมทั้งกลุ่มของเทอร์แมน และคณะ ศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา ปี 1960 ทั้งสองกลุ่มเชื่อว่าสมรรถภาพทางสมองเป็นสมรรถภาพที่ใช้ทักษะการคิดต่าง ๆ ซึ่งบุคคลได้รับ และสะสมมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมาเข้ามาในชีวิตประจำวัน มาแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เขาเผชิญอยู่ และปัญหานั้นมีความซับซ้อน ในปี 1927 สเปียร์แมน (Spearman) ได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเป็นเครื่องมือในการอธิบายความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมอง ใช้คำว่าองค์ประกอบ (factor) แทนหน่วยของการวัดจิต



ลักษณะ (psychological trait) ของสมรรถภาพสมองนี้ และเสนอทัศนะเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองว่าประกอบด้วยองค์ประกอบทั่วไป ซึ่งเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และองค์ประกอบเฉพาะ เป็นความสามารถพิเศษของแต่ละคนในการคิดแก้ปัญหาของตนเอง และมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทั่วไปต่ำ

จากความก้าวหน้าทางวิธีการสถิติในเรื่องเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบ ทำให้แนวความคิดนี้ได้รับการพัฒนามากขึ้น เช่นในปี 1938 ทศนะของเธอร์สตัน เห็นว่า สมรรถภาพทางสมองที่เป็นพื้นฐาน หรือเป็นขั้นปฐมภูมิที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหานั้น มีประมาณ 7-12 องค์ประกอบ และองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบความเข้าใจทางภาษา ความคล่องแคล่วในการใช้คำ จำนวน มิติสัมพันธ์ ความคล่องแคล่วในการรับรู้และสังเกต การจำ และการใช้เหตุผล นอกจากนี้ เธอร์สตัน ยังกล่าวเกี่ยวกับการแก้ปัญหา บุคคลอาจไม่ได้ใช้ความสามารถที่เป็นขั้นปฐมภูมิเพียงองค์ประกอบเดียว อาจใช้หลายองค์ประกอบรวมกัน ซึ่งเรียกว่า สมรรถภาพขั้นทุติยภูมิ

ทัศนะเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมอง เป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับกันมาก และได้รับการพัฒนาแนวความคิดเป็นทัศนะใหม่ ในระยะใกล้เคียง ๆ นี้ ได้แก่ ทัศนะของกิลฟอร์ด ที่เสนอว่าสมรรถภาพสมองมีลักษณะเป็นมิติสามมิติที่มีความสัมพันธ์ผสมผสานกันเป็นความคิดหรือสติปัญญาของมนุษย์ มิติเหล่านี้ ได้แก่ มิติเนื้อหา เป็นลักษณะของข่าวสารข้อความจริงต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้รับ ในปี 1967 กิลฟอร์ดเสนอไว้ 4 ลักษณะ คือ ภาพที่เป็นรูปธรรม สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม และได้เพิ่มลักษณะเนื้อหาที่เป็นเสียงในปี 1977 มิติที่สอง เป็นมิติผลผลิตที่มีลักษณะแตกต่างกัน 6 ลักษณะ คือ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ซึ่งความสัมพันธ์ของมิติเนื้อหากับมิติผลผลิตที่ประสมประสานกันนี้ มีทั้งหมด 30 ลักษณะ และมิติที่สามเป็นมิติกระบวนการคิด เป็นกระบวนการของสมองที่ปฏิบัติการหรือตอบสนองกับข้อมูลทั้ง 30 ลักษณะที่กล่าวมาแล้ว ได้แก่ การรู้จัก และรับรู้ ความจำ การคิดแบบอเนกนัย การคิดแบบเอกนัย และการประเมินค่าจากความสัมพันธ์ของมิติทั้งสามมิติดังกล่าว องค์ประกอบของสมรรถภาพตามทัศนะของกิลฟอร์ด จึงมีทั้งหมด 150 องค์ประกอบ

นอกจากนี้ ยังมีทัศนะของนักจิตวิทยาอีกกลุ่มหนึ่ง ที่เห็นว่าในแต่ละองค์ประกอบใหญ่ มีองค์ประกอบย่อยที่ซับซ้อนเป็นลำดับขั้น ผู้เสนอทัศนะนี้ ได้แก่ เวอร์นอน (Vernon, 1974) สโนว์ (Snow, 1978) แต่ทัศนะของเวอร์นอนเป็นที่ยอมรับ และได้รับการกล่าวอ้างกันมาก เป็นทัศนะที่ว่า สมรรถภาพทางสมองมีองค์ประกอบทั่วไป (g-factor) อยู่เหนือสุด และแยกออกเป็นองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับการศึกษาและภาษา

และ องค์ประกอบเกี่ยวกับการปฏิบัติ ซึ่งเน้นหนักในเรื่องมิติสัมพันธ์และการใช้เครื่องกลต่าง ๆ ทั้งสององค์ประกอบสำคัญนี้ ยังแยกย่อยเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องอีก เรียกว่า องค์ประกอบรอง ซึ่งยังจำแนกออกเป็นองค์ประกอบเฉพาะสำหรับการแก้ปัญหาที่เป็นรายละเอียดของงาน และเวอร์นอนจัดให้เป็นลำดับสุดท้ายของสมรรถภาพทางสมอง

จากทฤษฎีของนักจิตวิทยาทั้งหมดในกลุ่มนี้จะเห็นว่า จุดเน้นคือ ใช้แบบสอบเป็นเครื่องมือในการวัดเพื่อวิเคราะห์สมรรถภาพทางสมอง หรือเชาวน์ปัญญา ซึ่งเมื่อสรุปสาระสำคัญของทฤษฎีเหล่านี้แล้ว สมรรถภาพทางสมองหรือเชาวน์ปัญญา อาจพิจารณาว่าเป็นส่วนประกอบรวมของ

1. ส่วนประกอบทั่วไป หรือ g-factor ที่สะท้อนออกมาในด้านความสามารถของการใช้เหตุผลและการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และความสามารถในการเรียนรู้
2. ส่วนประกอบย่อยสะท้อนถึงความสามารถของการเรียนในโรงเรียน และกลุ่มองค์ประกอบที่เฉพาะเจาะจงของความสามารถในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ หรือการคิดแบบต่าง ๆ (ชุมพร ยงกิตติกุล, 2540: 54)

### 3.3 ทฤษฎีตามแนวคิดด้านกระบวนการประมวลข่าวสาร

นักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถทางสมองของมนุษย์โดยใช้วิธีการทดลองในห้องปฏิบัติการได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ การจำ การรับรู้ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผล ในอดีตแทบจะไม่มี ความเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัยที่ศึกษาเชาวน์ปัญญาในแนวอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่ใช้วิธีการทางจิตมิติ นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้พยายามทำอย่างต่อเนื่อง และได้เสนอทฤษฎีเชาวน์ปัญญา คือ ศาสตราจารย์ Robert J. Sternberg นักจิตวิทยาชาวอเมริกันทำงานที่มหาวิทยาลัยเยล (Yale) ในที่นี้จะกล่าวถึงแนวคิดของสเติร์นเบิร์ก เกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา โดยให้ชื่อทฤษฎีว่า ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาสามเกลียว (Triarchic Theory)

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาสามเกลียว (Triarchic Theory) ของสเติร์นเบิร์ก เสนอว่า ส่วนประกอบของเชาวน์ปัญญามีสามส่วน เขาจึงอธิบายเป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี (sub-theories) ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยอันแรกเรียกว่า contextual subtheory เป็นความสามารถทางเชาวน์ปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล พฤติกรรมที่เฉลียวฉลาดในบริบทของสังคมเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

ก. การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมขณะนั้น

ข. การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกสูงสุดมากกว่าที่จะทำตามความเคยชินหรือตามนิสัยของตน

ค. การดัดแปลงสิ่งแวดล้อมขณะนั้น ให้เหมาะสมกับทักษะความสนใจและค่านิยมของตน

การดำเนินชีวิตประจำวันของบุคคลต้องปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมกับค่านิยม ความสนใจหรือความถนัดของตน คนเราอาจจะพยายามดัดแปลงสิ่งแวดล้อมเพื่อที่จะให้ตนเองประสบผลสำเร็จหรือเข้ากับสิ่งรอบข้างได้ ถ้าการดัดแปลงไม่เป็นผล ความพยายามอาจจะเปลี่ยนไปเป็นการเลือกสิ่งแวดล้อมใหม่ที่มีความเหมาะสมกว่าสิ่งแวดล้อมเดิม หรือมีทางเลือกอื่นกว่า คนอาจจะพยายามดัดแปลงสิ่งแวดล้อมเดิม ถ้าการเลือกสิ่งแวดล้อมใหม่ไม่เป็นผล สิ่งที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง (adaptation) การเลือก (selection) และการดัดแปลง (shaping) สามารถตัดสินได้อย่างน้อยก็ด้วยการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาของบุคคลในสังคมที่กำหนดให้ สิ่งที่บุคคลเกี่ยวกับว่าจะอะไรที่เขาเห็นว่าเป็นความฉลาดหรือเป็นพฤติกรรมแสดงความเฉลียวฉลาด สามารถนำมาใช้เป็นกรอบอ้างอิงสำหรับสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา ทฤษฎีที่ได้นี้เป็นเพียงส่วนย่อยส่วนหนึ่งของทฤษฎีเต็มรูปแบบเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา

2. ทฤษฎีย่อยที่สองคือ experiential subtheory อธิบายว่าสำหรับงานหรือสภาพการณ์ที่กำหนดให้ความเฉลียวฉลาดของคนแสดงออกได้ดีที่สุดเมื่อเขา

ก. เผชิญกับงานหรือสภาพการณ์ที่ค่อนข้างแปลกใหม่ แต่ไม่ใช่เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมด

ข. อยู่ในกระบวนการของการปฏิบัติที่ต้องเป็นไปโดยอัตโนมัติในการทำงานที่กำหนดให้

ทั้งสองอย่างที่กล่าวนี้ย่อมมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันไม่มากนักน้อย การจำแนกงานใดเป็นงานที่ต้องใช้ความเฉลียวฉลาด งานใดไม่ต้องใช้ จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคนว่ามีมากน้อยเพียงใดเกี่ยวกับงานที่เผชิญอยู่ ทฤษฎีย่อยนี้กำหนดขอบข่ายของทฤษฎีบริบท

(contextual theory) ในการระบุว่าที่จุดใดบนเส้นความต่อเนื่องของประสบการณ์ที่ พฤติกรรมอันเหมาะสมกับบริบทของสังคมจัดว่าเป็นการแสดงเฉลียวฉลาดมากหรือน้อย แต่ทฤษฎีย่อยทางประสบการณ์ไม่ได้อธิบายหรือระบุการทำงานของสมองหรือกลไกทางสมองที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทางปัญญา

3.ทฤษฎีย่อยที่สามเรียก componential subtheory อธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างและกลไกที่อยู่เบื้องหลังพฤติกรรมทางปัญญา กระบวนการคิดแยกเป็น

ก. ส่วนที่เป็นตัวควบคุมทั้งหมด (Meta components) ควบคุมกระบวนการประมวลผลความรู้ของบุคคล และช่วยให้บุคคลดำเนินการคิดและประเมินผลที่ได้จากการคิด

ข. ส่วนของการปฏิบัติงาน (performance components) ดำเนินงานไปตามแผนที่ส่วนควบคุมจัดวางไว้แล้ว

ค. ส่วนที่ทำให้ได้ความรู้ (knowledge-acquisition components) เป็นส่วนที่เลือกความรู้จำได้ และประมวลผลความรู้ใหม่ แล้วเลือกเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เพื่อให้รับเอาความรู้ใหม่เข้ามาไว้ในระบบความจำ

ฉะนั้น ทฤษฎีย่อยที่สามนี้จึงอธิบายกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การเลือกและการตัดแปลงสิ่งแวดล้อม

กล่าวโดยสรุปทฤษฎีย่อยอันแรกคือ contextual subtheory เชื่อมโยงเขาวงกตปัญญาเข้ากับโลกรอบข้างของบุคคลโดยพยายามหาคำตอบของคำถามที่ว่าพฤติกรรมใดแสดงความฉลาดสำหรับใครและเป็นพฤติกรรมที่เฉลียวฉลาดของที่ใด จึงเป็นทฤษฎีย่อยที่บ่งชี้เนื้อหาสาระของพฤติกรรมว่าพฤติกรรมประเภทใดหรือชุดใดที่น่าจะเป็นการแสดงปัญญา ทฤษฎีย่อยที่สอง คือ experiential subtheory เชื่อมโยงเขาวงกตปัญญาเข้ากับโลกภายใน (กระบวนการคิด) และกับโลกภายนอกรอบข้างของแต่ละคน ทฤษฎีย่อยนี้พยายามตอบคำถามว่าเมื่อใดพฤติกรรมเป็นพฤติกรรมที่เฉลียวฉลาด โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างเขาวงกตปัญญาที่แสดงออกด้วยการทำงานหรือในสภาพการณ์กับปริมาณของประสบการณ์ที่แต่ละคนมีอยู่เกี่ยวกับงานหรือสภาพการณ์ สำหรับทฤษฎีย่อยที่สามก็คือ componential subtheory เชื่อมโยงเขาวงกตปัญญาเข้ากับโลกภายในตัวบุคคล และตอบคำถามที่ว่าพฤติกรรมทางปัญญา เกิดขึ้นมาด้วยวิธีใด กล่าวคือ

อธิบายกลไกทางสมองที่อยู่เบื้องหลัง พฤติกรรมทางปัญญา โดยไม่ต้องคำนึงถึงเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจงของพฤติกรรม

โดยสรุปแล้วทัศนะของกลุ่มประมวลผลข้อความจริงเป็นก้าวใหม่ที่สำคัญในการที่จะเข้าใจสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์ในลักษณะของการปฏิบัติการทางสมองด้วยความแม่นยำ และมีคุณสมบัติของการตรวจสอบมากกว่าทัศนะของกลุ่มอื่น ทั้งนี้เพราะกลุ่มนี้ใช้กระบวนการประมวลผลข้อความจริงพื้นฐาน ซึ่งเป็นปฏิบัติการของสมองอย่างง่ายเป็นหน่วยหลักในการวัดและอธิบายการทำงานของกระบวนการทางสมอง ในขณะที่กลุ่มโครงสร้างของสมองใช้องค์ประกอบ ซึ่งมีลักษณะของผลผลิตหรือกระบวนการทางสมองที่มีลักษณะซับซ้อนมากอธิบายทฤษฎี หรือสมรรถภาพสมอง และทัศนะของกลุ่มพัฒนาการของสติปัญญา พยายามอธิบายสมรรถภาพสมองในเชิงโครงสร้าง และพัฒนาการของการคิดในระดับต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นผลผลิตไม่ใช่ลักษณะของการปฏิบัติการทางสมอง

จากทัศนะต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น พอจะสรุปหลักการในการวิเคราะห์ พฤติกรรมของสมรรถภาพทางสมองของแต่ละทัศนะได้ดังนี้

1. ทัศนะของกลุ่มโครงสร้างของสมองที่จะสร้างรูปแบบของโครงสร้าง สนใจความแปรผันระหว่างบุคคล สร้างแบบทดสอบมาตรฐานวัดสติปัญญา เพื่อที่จะประเมินสมรรถภาพทางสมอง และยอมรับว่าการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เป็นผลของการกระทำของสมรรถภาพที่เรียกว่า องค์ประกอบ

2. ทัศนะของกลุ่มพัฒนาการทางสติปัญญา สร้างรูปแบบของพัฒนาการของโครงสร้างในการแก้ปัญหาสนใจในสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมกันของแต่ละบุคคลในวันที่กำหนด และสิ่งที่ไม่เหมือนกัน ในกรณีที่มีวัยแตกต่างกัน ตลอดจนหาวิธีการแก้ไข โดยทั่วไปมักใช้วิธีสังเกตเพื่อจะประเมินสมรรถภาพสมองและยอมรับว่าการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เป็นผลของการใช้หลักการทางตรรกวิทยาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ทัศนะของกลุ่มประมวลข่าวสาร หรือประมวลผลข้อความจริง มุ่งที่จะสร้างรูปแบบของกระบวนการ มีความสนใจในความแปรผันอันเนื่องมาจากความยากของงาน พยายามจำแนกงานที่พบในแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้วัดเชาว์ปัญญา และยอมรับว่าการปฏิบัติงานตามเงื่อนไขที่กำหนดให้เป็นผลของกลุ่มองค์ประกอบต่าง ๆ ในกระบวนการ

ทั้งสามทศวรรษนี้มีลักษณะที่ร่วมกันอยู่บ้าง มิได้แยกกันโดยเด็ดขาด เพียงแต่ว่าแต่ละทศวรรษใช้แหล่งของความแปรผันที่นำมาอธิบายจากแต่ละแหล่ง โดยกลุ่มโครงสร้างทางสติปัญญามุ่งใช้ความแตกต่างระหว่างบุคคล กลุ่มประมวลผลข้อความจริงใช้ความแตกต่างของงาน ส่วนพัฒนาการของสติปัญญาใช้กลไกของพัฒนาการด้านการคิด และเห็นว่าศักยภาพของการคิดในแต่ละระดับของพัฒนาการแตกต่างกัน

### แนวคิดเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองที่ใช้เป็นกรอบทฤษฎีสำหรับการวิจัย

นักจิตวิทยามีทศวรรษต่อสมรรถภาพทางสมองแตกต่างกัน ซึ่งจำแนกออกได้หลายกลุ่มตามความเชื่อพื้นฐาน และการให้นิยามของแต่ละกลุ่ม แต่อย่างไรก็ตามฐานของมโนคติโดยทั่วไปยังมีลักษณะที่เกี่ยวข้องกันเป็นส่วนใหญ่ และเห็นว่าการฝึกเพื่อเพิ่มพูนศักยภาพของสมรรถภาพสมองในบางด้านสามารถกระทำได้ในกลุ่มที่มีทศวรรษว่า สมรรถภาพสมองมีลักษณะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง (Static) เช่น กลุ่มโครงสร้างของสมอง (นักวัดจิตวิทยา) และในกลุ่มที่เห็นว่าสมรรถภาพสมองมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ (dynamic) เช่น กลุ่มพัฒนาการทางสมอง (กลุ่มของปิอาเจต์) และกลุ่มประมวลผลข้อความจริง

อย่างไรก็ตามการฝึกสมรรถภาพทางสมองก็คือ การฝึกฝนให้เกิดความเจริญงอกงามในด้านความคิด ซึ่งทั้งสมรรถภาพสมอง และความคิดที่มีความสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไป (g-factor) เป็นสมรรถภาพที่ส่งผลต่อระดับพัฒนาการของการคิดอย่างมาก (เชดคัทดี ไชวาสินธุ์, 2530: 37) ด้วยเหตุนี้การส่งเสริม หรือพัฒนาการด้านความคิดจึงอาจจะกระทำโดยการส่งเสริมหรือฝึกฝนทักษะการใช้สมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไปของแต่ละบุคคล ให้เกิดความเจริญงอกงาม หรือมีความไวและคล่องแคล่วในศักยภาพที่จะใช้สมรรถภาพสมอง ด้านความสามารถทั่วไป โดยเฉพาะในส่วนที่เรียกว่า fluid ability ตามทศวรรษของ คาลเทล และคณะ (Catell et. al., 1963: 1-22)

การศึกษาค้นคว้าวิจัยนี้ผู้วิจัยมีความเห็นคล้ายตามทศวรรษของกลุ่มที่มีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้ (แต่การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มุ่งหวังที่จะตรวจสอบความเชื่อดังกล่าวนี้) และเชื่อว่าสมรรถภาพสมองเมื่อเปลี่ยนแปลงได้ ย่อมมีวิธีการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาอันสั้นหรือรวดเร็วได้ โดยเมื่อได้พิจารณาถึงสมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไปตามทศวรรษของคาลเทล และคณะ จะเห็นว่าสมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไปในส่วนนี้

เรียกว่า Crystallized ability นั้น ก็คือ ความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์ในส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชา หรือหลักการที่เป็นที่ยอมรับกันมาแล้วนั่นเอง (Jensen, 1980: 241) ฉะนั้น จึงกล่าวได้ว่า การเรียนรู้ในห้องเรียน หรือประสบการณ์ที่เป็นความรู้ตามหลักวิชาออกชั้นเรียนเป็นการฝึก Crystallized ability นั้นเอง อย่างไรก็ตามการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มุ่งหวังที่จะฝึก Crystallized ability ซึ่งถือว่าเป็นหน้าที่หลักของระบบการศึกษา ทั้งในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียน ได้มุ่งจุดกันอยู่แล้ว แต่การวิจัยครั้งนี้มุ่งที่จะสร้างโปรแกรมเพื่อเสริมการเรียนรู้การสอนตามปกติในการพัฒนาคุณภาพการคิดของนักเรียน โดยเน้นหนักที่การฝึกฝน

สมรรถภาพสมองด้าน fluid ability ซึ่งมีลักษณะเป็นทักษะการคิด และการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาทั่วไป ไม่ว่าจะจะเป็นไปตามหลักวิชาที่ได้เรียนรู้มา หรือเป็นปัญหาใหม่ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน ทั้งนี้เพราะ fluid ability เป็นความสามารถสำคัญของการแก้ปัญหาในโลกของความจริง ในขณะที่ Crystallized ability เป็นความสามารถสำคัญในการเผชิญกับโลกทางวิชาการของบุคคล ดังนั้น ความสามารถด้าน fluid ability จึงมีความสำคัญในการจัดการศึกษาอย่างยิ่ง ด้วยเหตุนี้กรอบทฤษฎีในการฝึกสมรรถภาพสมอง สำหรับการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่การฝึก และส่งเสริมสมรรถภาพสมองด้านความสามารถทั่วไปในสิ่งที่เรียกว่า fluid ability เป็นจุดสำคัญ โดยมีความเชื่อว่าถ้าสมรรถภาพสมองด้านนี้ได้รับการส่งเสริม หรือฝึกฝนเพียงพอแล้ว จะช่วยให้คุณภาพของการคิดของบุคคลพัฒนาไปด้วย

## คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ Computer – Assisted Instruction Lesson (CAI Lesson) คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับช่วยผู้สอนในการถ่ายทอดความรู้ โดยที่เนื้อหาบทเรียนจะถูกนำเสนอสู่ผู้เรียนแต่ละคนผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งที่จริงแล้วมีผู้เรียกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้หลายชื่อด้วยกัน เช่น

CBI - Computer – Based Instruction

CBE - Computer – Based Education

CAL - Computer – Assisted Learning

IAC - Instructional Applications of Computers

แม้โปรแกรมเหล่านี้จะถูกเรียกชื่อต่าง ๆ กันไป สิ่งหนึ่งที่โปรแกรมเหล่านี้เหมือนกันคือ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ช่วยสอนหรืออบรม โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก (วิชิตา รัตนเพียร, 2541: 1)

มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้

ฟอร์เซีย (Forcier, 1996: 9) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า การจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยมีการปฏิสัมพันธ์การสอน ระหว่างคอมพิวเตอร์และนักเรียน โดยครูจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ ที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติ หรือปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่นักเรียนต้องการได้

รัชปี (Rushby, 1989: 142) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยสรุปคือ เป็นการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดสาระ ซึ่งสามารถรับการตอบสนองจากผู้เรียน และผู้เรียนสามารถรับรู้เนื้อหาสาระจากสื่อคอมพิวเตอร์ได้

ดีน และ วิทลอค (Dean and Whitlock, 1988: 272) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า หมายถึงการนำเอาเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนแทนครู

ไฮนิช (Heinich, 1985: 20) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยสรุปคือ ระบบการเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อโดยตรงกับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมของบทเรียนที่บรรจุอยู่ในคอมพิวเตอร์

ฮีน ภู่วรรณ (2531: 120) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ได้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535: 40-49) กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยสรุปคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์หลาย ๆ รูปแบบ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสอน และการรับรู้ของผู้เรียน



ทักษิณา สนวนานนท์ (2536: 88) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเป็นรายบุคคล ถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอน แต่ไม่ใช่ครูผู้สอน

กิดานันท์ มลิทอง (2536: 187) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับ นักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูล que ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่าง ๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย

ชูเกียรติ กะปิธธา (2540: 21) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคล เพื่อนำเสนอเนื้อหาและลำดับวิธีการสอน โดยยึดหลักของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการเสนอสิ่งเร้า การรับรู้และการตอบสนอง ตลอดจนการประเมินจากการตอบสนองของผู้เรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2540: 7) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง การฝึกแผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพ โดยเนื้อหาความรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติ และโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้

จากความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีอยู่หลากหลายความหมายดังที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อกลาง เพื่อนำเสนอเนื้อหาและลำดับวิธีการสอนกับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ในการเสนอสิ่งเร้า การรับรู้ และการตอบสนอง รวมทั้งการประเมินผล

## 2. ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษามากมายซึ่งได้แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2540: 228-232) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่นักเรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม เมื่อนักเรียนตอบคำถามแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้านักเรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหา เพื่อทบทวนใหม่จนกว่านักเรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีก หรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป

2. การฝึกหัด (Drills and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการสอนเนื้อหาความรู้แก่นักเรียน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้นักเรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกันให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่านักเรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ

3. การจำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ให้นักเรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก

4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอน กำลังเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิดความอยากรู้ได้ง่าย เรา

สามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่นักเรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้นักเรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ไขปัญหา (Problem-Solving) เป็นการให้นักเรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้นักเรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น

7. การทดสอบ (Tests) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นเพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบสอบ เพื่อวัดความรู้ของนักเรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2540: 11-12) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. ประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่นักเรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนด้วย อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนสามารถจะควบคุมการเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. ประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อน ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ โดยที่ครูไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิม ซ้ำอีก

3. ประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้นักเรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-Solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของนักเรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประเภทจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันเกิดจากการเรียนรู้ที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. ประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ นักเรียนมีความสนุกสนานเพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้กับนักเรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. ประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การที่นักเรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ การใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำรวดเร็ว

วิชุดา รัตนเพียร (2541: 1-2) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น 5 ประเภท ตามรูปแบบการเสนอเนื้อหา ดังนี้คือ

1. ประเภทสอนเนื้อหา (Tutorial) จุดประสงค์หลักของบทเรียนแบบสอนเนื้อหานี้เน้นให้ ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ โดยคอมพิวเตอร์นำเสนอคำอธิบายเนื้อหา คำถามปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นหรือโต้ตอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์สิ่งที่ผู้เรียนตอบเพื่อนำเสนอผลย้อนกลับทันที

2. ประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ ผู้เรียนมีโอกาสฝึกหรือทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้วอาจจะเป็นจากในชั้นเรียนปกติหรือจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอื่น ๆ ประเด็นสำคัญคือไม่มีการนำเสนอเนื้อหาความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน แต่จะมีการถามคำถามหรือให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความแม่นยำและชำนาญในเนื้อหานั้น ๆ

3. ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulations) บทเรียนคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ให้เหมือนสถานการณ์จริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ ออก เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็น สถานการณ์ที่เหมือนจริงเพื่อสามารถแก้ปัญหา หรือตัดสินใจทำสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ ที่สำคัญคือผู้เรียนจะได้ไม่ต้องมีการเสี่ยงภัยใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในสถานการณ์จริง

4. ประเภทเกมเพื่อการเรียน (Instructional Games) เกมเป็นกิจกรรมที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนมาช้านาน เกมเพื่อการเรียนคล้ายกับสถานการณ์จำลองตรงที่เป็นการนำเสนอสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ทดลองแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ ขณะที่สถานการณ์จำลองเน้นสถานการณ์ที่เหมือนจริง เกมเพื่อการศึกษาจะเน้นความสนุกสนาน ความท้าทาย และสร้างบรรยากาศของการแข่งขัน เพื่อกระตุ้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

5. ประเภทการทดสอบ (Tests) บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้เน้นในการวัดและประเมินผู้เรียน ทดสอบความรู้ของผู้เรียน จัดลำดับความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถปรับปรุงรูปแบบข้อสอบเพื่อสามารถวัดและประเมินผู้เรียนได้อย่างมีมาตรฐาน

### 3. ข้อดี และข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปจาก ทักษิณา สนวนานนท์ (2530:115-117), สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531:53) และ นิพนธ์ ศุขปริดี (2531:120-123) มีดังนี้

1. ด้านสีสัน ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสัน ย่อมดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว-ดำ โดยเฉพาะความสนใจของเด็กนั้นจะชอบสีสัน และยังมีผลในด้านความจำคงทนกว่าอีกด้วย

2. ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ในการตอบถูกหรือผิด

3. ด้านกราฟิก การใช้ภาพหรือกราฟิกประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย เช่น การทำให้เคลื่อนไหวช้า ๆ หรือเร็ว ๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ สนใจมากขึ้น และกราฟิกจะเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เรียน

4. ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากผู้เรียนถ้ามีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง และการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดได้เช่นเดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรมคือที่สามารถย้อนกลับมาศึกษาได้อีก ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. ด้านกิจกรรมเพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูล

6. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนจะมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังเรียน ศึกษาหรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้

7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตนเองทำไปหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไรและเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีก็คือสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็นทั้งภาพและเสียง

8. ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากเด็กไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อไป

9. ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วกว่าสื่ออื่น ๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียนและไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

10. สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน วิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้

11. ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

### ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่ง กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2536: 13-14) ได้กล่าวไว้โดยสรุป ดังนี้คือ

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถมาก และครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูง ๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์บางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

5. ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้น หรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ลดลงแต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลนการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟต์แวร์จะมีตัวคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยเมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจ

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูงโดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไปแต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบเพื่อใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีผู้คิดค้น (Programmer) ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่าง ๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกการตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้อยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

#### 4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกทักษะ (Drill)

ดังที่ได้กล่าวมา การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยแบ่งตามลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาต่อผู้เรียนได้หลายประเภทนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพิจารณาเลือกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีชื่อเรียกว่า "Drill" หรือบางที่เรียก "Drill and Practice" ซึ่งมีผู้ให้ความหมายเป็นภาษาไทยแตกต่างกันไป เช่น แบบฝึกหัด แบบฝึกปฏิบัติ หรือ การฝึกหัด เป็นต้น ถึงแม้ว่าจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป แต่โดยลักษณะทั่วไปของโปรแกรมก็จะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน ผู้วิจัยขอนำเสนอลักษณะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมดังนี้

เอลิสซี่ และ ทรอลลิป (Alessi and Trollip, 1985: 92) ได้กล่าวถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกทักษะ โดยสรุปว่า เป็นบทเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำมา ๆ จนเกิดความชำนาญและเกิดทักษะนั้นๆ

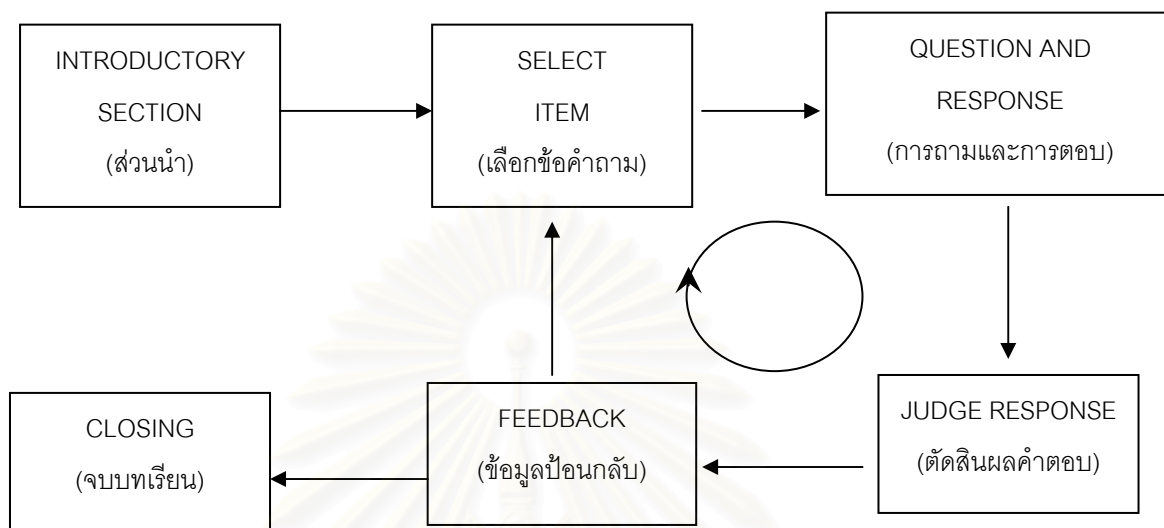
บิทเตอร์ (Bitter, 1993:61) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะไว้ว่า เป็นบทเรียนที่ให้ผู้เรียนมาฝึกกับคอมพิวเตอร์จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความชำนาญ

ฟอร์เซีย (Forcier, 1996:241) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะไว้ว่า เหมาะที่จะนำมาใช้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนเพิ่มเติม โดยอาศัยหลักการที่ว่า การฝึกมากๆ จะช่วยเพิ่มทักษะ และความชำนาญในการแก้ปัญหา และโปรแกรมจะแสดงผลป้อนกลับให้นักเรียนได้ทราบด้วย

จากที่ได้กล่าวมาสามารถสรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะได้ว่า “เป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะของคำถามที่มีความคล้ายคลึงกันโดยที่มุ่งให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติจนให้เกิดความชำนาญ”

เอลิสซี่ และ ทรอลลิป (Alessi and Trollip, 1985:92) ได้กล่าวถึงโครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะดังนี้





**แผนภูมิที่ 1** โครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนแบบฝึกทักษะ (Alessi and Trollip, 1985: 92)

จากแผนภูมิองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนแบบฝึกทักษะ มีรายละเอียด ดังนี้

**ขั้นส่วนนำ** เป็นการแนะนำเกี่ยวกับบทเรียน โดยในขั้นนี้จะประกอบด้วยข้อแนะนำในการใช้แบบฝึก

**ขั้นเลือกข้อคำถาม** เป็นการเลือกปัญหา หรือคำถาม

**ขั้นการถามและการตอบ** เป็นการเสนอคำถาม หรือปัญหาให้ผู้เรียนและผู้เรียนจะต้องตอบปัญหานั้น

**ขั้นตัดสินผลคำตอบ** ผู้เรียนต้องตัดสินว่าจะตอบคำถาม หรือปัญหาอย่างไร

**ขั้นข้อมูลป้อนกลับ** เป็นการให้ผลป้อนกลับจากคำตอบอย่างเหมาะสม และให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนอีกครั้งในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

**ขั้นจบบทเรียน** ให้ผู้เรียนประเมินผลการเรียน และออกจากบทเรียน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2531:50) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเน้นการผสมผสานของกราฟฟิค สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ฯลฯ ขั้นตอนการออกแบบนี้ัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย่ ดังนี้

1. การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน (gain attention) ทำได้โดยการใช้ ภาพ สี และ/หรือเสียงประกอบ ในการสร้างไตเติล (title) ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก ภาพควรค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (specify objectives) ในขั้นนี้ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งจะต้องคำนึงด้วยว่า ควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจ โดยทั่วไปไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้าง ๆ ต่อด้วยเมนู (menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อโดยใช้กราฟิกง่าย ๆ แลกการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (activate prior knowledge) เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ ๆ (present new information) ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กระชับ ง่าย และได้ใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลานานไป เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพเปรียบเทียบช่วย เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้แนะ (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้นำมาอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา (guide learning) ผู้เรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่ระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของผู้เรียนบางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้างถ้าเนื้อหาควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (elicit response) ในขั้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิด ร่วมกิจกรรมซึ่งย่อมทำให้ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเฝ้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามหลายคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบ (frame) เดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (provide feedback) บทเรียนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เล่น โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่าผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจาก ผู้เรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบคำตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตาเพื่อหลีกเลี่ยงผลทางภาพจะทำให้ผู้เรียนสนใจมากกว่าเนื้อหา ไม่ควรใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ควรเฉลยเมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อรักษาความสนใจ

8. ทดสอบ (assess performance) เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้ผู้เรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบควรตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบคำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกผู้เรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างไรด้วยหรือไม่ที่จะช่วยในการทำแบบทดสอบ และต้องคำนึงถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ อย่าตัดสินใจว่าตอบผิด ถ้าคำตอบไม่ชัดเจนควรใช้ภาพประกอบในการตั้งคำถาม ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด ถ้าพิมพ์ผิด วรรณคดี ใช้แบบตัวอักษรผิด เช่น ตอบเป็นตัวพิมพ์แทนที่จะเป็นตัวเขียนในภาษาอังกฤษ เป็นต้น

9. การนำความรู้ไปใช้ (promote retention and transfer) ควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื้อ

## หลักในการสร้างแบบฝึก

แบบฝึก หรือแบบฝึกหัด หรือแบบฝึกทักษะ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ที่วางไว้นั้น จะต้องเป็นแบบฝึกที่ดีมีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้าง แบบฝึก โดยมีผู้ให้หลักการสร้างแบบฝึกที่ดี ดังนี้

บิลโลว์ (Billows, 1962: 20) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกว่า แบบฝึกที่ดี จะต้องดึงดูดความสนใจ และสมาธิของนักเรียน โดยเรียงลำดับจากง่ายไปยาก เปิดโอกาสให้ นักเรียนฝึกทักษะเฉพาะอย่าง ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัฒนธรรม ประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของ นักเรียน แบบฝึกที่ดีควรมีหลายลักษณะ และมีความหมายต่อนักเรียนด้วย

ไรเวอร์ (River, 1968: 95) กล่าวถึง ลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องมีการฝึกนักเรียนมากพอควรในเรื่องหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะมีการฝึก เรื่องอื่น ๆ ต่อไป ทั้งนี้ทำขึ้นเพื่อการสอนมิใช่ทำขึ้นเพื่อการทดสอบ
2. แต่ละบทควรฝึกโดยใช้รูปแบบของแบบฝึกเพียงแบบเดียวแบบเท่านั้น
3. ฝึกโครงสร้างใหม่ กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. เป็นแบบฝึกที่ให้นักเรียนให้ความคิดอย่างเต็มที่
7. ควรมีแบบฝึกหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
8. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถใช้สิ่งที่เรียนแล้วไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

บาร์เน็ต และคนอื่น ๆ (Barnett and others, 1969: 11) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกว่า แบบฝึกหัดควรมีข้อแนะนำในการใช้ ควรให้มีตัวเลือกทั้งแบบตอบจำกัด และแบบตอบเสรี คำสั่งหรือตัวอย่างที่ยกมาเป็นข้อความ หรือเป็นแบบฝึกไม่ควรยาวเกินไป และยากแก่การเข้าใจ ถ้าเป็นแบบฝึกที่ต้องการให้ศึกษาด้วยตนเอง แบบฝึกนั้นควรมีหลายรูปแบบ และให้ความหมายแก่ผู้ฝึก

ทักเกอร์ (Tucker, 1969: 10) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกโดยสรุป คือ การสร้างแบบฝึกควรมีรูปแบบและโครงสร้างที่จะฝึกอย่างพอเพียง ทุกแบบฝึกจะต้องมี จุดมุ่งหมาย แบบฝึกแต่ละชุดไม่ควรมีประโยคคำสั่งยาว และมีจำนวนข้อมากเกินไป เพราะจะ ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายแก่ผู้เรียน

ลอบ การอุทธรณ์และคณะ (2517: 52) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับหลักการสร้างแบบฝึกทักษะไว้ดังนี้

1. ใช้หลักการเรียนรู้ เช่น นักเรียนต้องเข้าใจเป้าหมายที่ฝึก นักเรียนฝึกด้วยความตั้งใจ และสนใจอยากฝึก
2. การฝึกหัดต้องทำโดยจำเพาะเจาะจงเฉพาะอย่าง ถ้ามีแบบไว้จะทำได้ง่าย ครูต้องเป็นแบบอย่างที่ถูกต้องเสมอ
3. เวลาที่ใช้ไม่ควรมากเกินไปจนนักเรียนเบื่อ ถ้าใช้เกมหรืออุปกรณ์ช่วย นักเรียนจะตั้งใจอยู่ได้นาน
4. วิธีที่ให้นักเรียนฝึกควรใช้วิธีที่เป็นระเบียบ รวดเร็ว ย่นย่อ ครูควรตื่นตัว จับใจ ให้นักเรียนพร้อมที่จะทำ ขจัดสิ่งรบกวนต่าง ๆ
5. ระดับความยากง่ายของแบบฝึกหัดต้องเหมาะสมกับนักเรียน
6. เวลาที่ใช้ในการฝึกหัดในระยะแรก ๆ ควรสั้นก่อน แล้วจึงค่อยขยายเวลาให้มากขึ้น
7. ต้องมีการฝึกหัดเป็นรายบุคคลหรือเฉพาะกลุ่มด้วย เพราะแต่ละคนย่อมมีจุดอ่อนต่างกัน
8. ครูควรให้นักเรียนทราบผลความก้าวหน้าของการทำแบบฝึกหัด ซึ่งจะเป็นการจูงใจที่ดียิ่ง
9. เมื่อพบข้อผิดพลาดในการทำแบบฝึกหัด ครูต้องให้นักเรียนแก้ไขให้ถูกต้องทันที
10. เมื่อนักเรียนฝึกหัดแล้ว ต้องให้นำไปใช้และครูต้องติดตามผล

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517: 72) ได้เสนอการสร้างแบบฝึกหัดที่นักศึกษาสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ มีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. เขียนสำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้รวดเร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ

วรรณถ พ่วงสุวรรณ (2518: 34-37) เสนอแนะการสร้างแบบฝึกหัด ดังนี้

1. ตั้งวัตถุประสงค์
2. ศึกษาเนื้อหา
3. จัดขั้นตอนต่าง ๆ ในการสร้าง
  - 3.1 ศึกษาปัญหาในการเรียนการสอน
  - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาของเด็ก และจิตวิทยาการเรียนการสอน
  - 3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา
  - 3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึกหัด
  - 3.5 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกหัด

จากหลักการสร้างแบบฝึกที่ดีดังกล่าว จะเห็นได้ว่าหลักจิตวิทยาเป็นสิ่งสำคัญต้องคำนึงถึง ดังนั้นในการสร้างแบบฝึกหัดควรอาศัยหลักสำคัญตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาด้วย ดังที่ พรรณี ชูทัย (2522: 20-23) ได้นำเสนอหลักจิตวิทยาในการสร้างแบบฝึกไว้ว่า ควรคำนึงถึง

1. ความใกล้ชิด (Contiguity) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้แก่ผู้เรียน
2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมซ้ำ ๆ เพื่อช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจที่แม่นยำ การอ่านเป็นวิชาทางทักษะจึงต้องให้มีการฝึกฝนอยู่บ่อย ๆ เพื่อช่วยให้มีทักษะการอ่านเพิ่มขึ้น
3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การให้ผู้เรียนทราบผลการทำงานของตน ได้แก่การเฉลยคำตอบให้นักเรียนได้ทราบผลการทำงานโดยรวดเร็ว นอกจากจะทำให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ผลการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้ว ยังเป็นการสร้างความพอใจให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย
4. การจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียงแบบฝึกจากง่ายและสั้นไปสู่แบบฝึกที่ยากและยาวขึ้น ทั้งนี้เนื้อเรื่องที่น่ามาสร้างแบบฝึกก็มีหลากหลายและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

สุจิต เพียรชอบ และ สายใจ อินทร์พรหม (2522: 52) กล่าวว่า การสร้างแบบฝึกตามทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา มีดังนี้

1. กฎการเรียนรู้ของ Thorndike เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึก (Law of exercise) ซึ่งกล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่อง เกิดการเรียนรู้ได้นานคงทน และสามารถทำได้ดี (Law of use) ในทางตรงกันข้าม สิ่งใดก็ตามที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือทอดทิ้งไปนานแล้ว ย่อมจะทำให้ทำได้ไม่ดี (Law of disuse) ผู้เรียนจะมีทักษะดีต่อเมื่อมีการฝึกฝนหรือกระทำซ้ำบ่อย ๆ จากกฎแห่งการฝึกนี้จะช่วยทำให้การฝึกสัมฤทธิ์ผล
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงถึงว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกหัด จึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสม คือ ไม่ยากและง่ายจนเกินไป และควรมีหลาย ๆ แบบ
3. การจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกหัดจากง่ายไปหายาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยยั่วยุให้ติดตามต่อไป
4. การใช้แบบฝึกหัดสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

จากหลักการสร้างแบบฝึกที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยสรุปเพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองในการวิจัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการฝึก
2. วางแผนการสร้างแบบฝึก
3. ศึกษาเนื้อหา และวางเนื้อหาให้ตรงกับจุดประสงค์ และจุดมุ่งหมายของแบบฝึกที่วางไว้
4. คัดเลือกเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัย และเวลาของการฝึก
5. ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ชัดเจน และยั่วยุให้ผู้เรียนอยากตอบคำถาม
6. เรียงลำดับของการฝึกจากเนื้อหาง่ายไปหายาก
7. แบบฝึกเป็นลักษณะยืดหยุ่นได้โดยฝึกได้ด้วยตัวเองและฝึกเป็นกลุ่ม

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวม ทั้งงานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยในต่างประเทศ และได้นำเสนอ ดังนี้คือ

#### งานวิจัยในต่างประเทศ

สตินสัน (Stinson, 1959: 103-104) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 69 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดิเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านจำนวน ด้านเหตุผล และด้านมิติสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของ นักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.55, 0.34 และ 0.48 ตามลำดับ

สมิธ (Smith, 1963: 39-42) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัดสองชุด ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถระดับโรงเรียนและวิทยาลัย (SCAT : School and College Ability Test Battery) และแบบทดสอบแคลิฟอร์เนีย (CTB : California Test Battery) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถด้านจำนวนและด้านภาษาจากแบบทดสอบชุดแรก และชุดที่สองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.74, 0.46, 0.43 และ 0.34 ตามลำดับ

วัตเลย์ และ เมอร์วิน (Watley and Merwin, 1964: 189-192) ได้วิจัยพบว่าความสามารถด้านจำนวน และภาษา สามารถใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาและมหาวิทยาลัยได้

เวรี (Very, 1964: 1371) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถด้านจำนวน และความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01



วูด และ เลโบลด์ (Wood and Lebold, 1968: 1223-1228) ได้ศึกษาการพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยเปอร์โตริโก จำนวน 616 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความถนัด ดิเอที (DAT : Differential Aptitude Test) พบว่าความสามารถด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

แซนเดอร์ (Sander, 1973: 5983-A) ได้ศึกษาถึงยุทธวิธีการคิดแก้ปัญหาวิชาเลขคณิตของนักเรียนประถมศึกษาระดับชั้น 4 จำนวน 455 คน พบว่า นักเรียนที่คิดแก้ปัญหาได้นั้น ใช้วิธีคิดแบบริเริ่ม และการคิดแบบเอกนัย นอกจากนี้ยังพบว่า สถิติปัญญากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับยุทธวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โรเบิร์ตสัน (Robertson, 1979: 2462-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ประสิทธิภาพของความสามารถทางการอนุรักษตามทฤษฎีของเพียเจท์ ในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตของนักเรียนระดับชั้น 2” กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษา 4 แห่งในเมืองมอนโรวี รัฐหลุยส์เซียนา จำนวน 72 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างประชากรออกตามเพศ อายุ เชื้อชาติ สมรรถภาพสมอง ฐานะทางสังคม และความสามารถทางการอนุรักษตามทฤษฎีของเพียเจท์ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง แบบทดสอบวัดความสามารถทางการอนุรักษตามทฤษฎีเพียเจท์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า สมรรถภาพมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขคณิตได้ร้อยละ 85

เดอไกร์ (De Guire, 1985: 415-A) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยเลือกองค์ประกอบที่จะวิเคราะห์มาทั้งหมด 48 องค์ประกอบ และเปรียบเทียบองค์ประกอบเหล่านี้ในด้านสมรรถภาพทางสมอง ความสามารถในการจำ การให้เหตุผล ด้านจำนวน ด้านการมอง ทางภาษา และทางคณิตศาสตร์ จากการวิเคราะห์พบว่า สมรรถภาพทางสมองเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสัมพันธ์สูงสุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 9 ส่วน

ความสามารถทางจำนวน และด้านการมองเห็นสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 7 และ 5 ตามลำดับ ถ้าใช้องค์ประกอบที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดสามารถอธิบายความแปรปรวนทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 50

### งานวิจัยในประเทศ

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530: 100-102) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2 กลุ่ม โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะการคิดแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าตามรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนรู้ ทั้งที่มีผลการเรียนดีปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้าน สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2530: 103-110) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองพื้นฐาน 4 ด้าน คือ การสังเกต การประยุกต์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้นซึ่งดัดแปลงและปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาหรือความถนัดที่ใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกสมรรถภาพสมองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความรู้ความจำ และสูงกว่าความรู้ความจำได้ดีกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ

สุมาลี จันทรชลอ (2533: 90) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ฝึกวันละ 15 นาที ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการรู้คิดจะช่วยให้การคิดรวบยอดมีคุณภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เมื่อได้รับการ

ฝึกก็ยิ่งมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความสามารถด้านการคิดรวบยอดจะเพิ่มไม่มากนัก

สุรินทร์ สนวนทอง (2533: 105-108) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบเข้ม ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 24 ชุด และกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก 12 ชุดและอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแตกต่างกันมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ระดับความรู้ความจำ และระดับสูงกว่าความรู้ความจำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบเข้มมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลางและไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองแบบปานกลางมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งสองระดับสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมพร ประยูรภิตติกุล (2535: 52) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่ส่งผลต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ชลธิชา ศีลวัตตะ (2538: 61-64) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ คือ ทักษะด้านการสังเกต การมองเห็นความสัมพันธ์ ความจำ การ

มีขั้นตอน และการมีเหตุผล โดยใช้แบบฝึกที่สร้างขึ้น 60 แบบฝึก ฝึกวันละ 1 แบบฝึก ใช้เวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะ 5 ประการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ไม่ได้รับการฝึก

กมลชนก พิพัฒน์ชัยนันท์ (2538: 53-56) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ แบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วง แบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง และแบบระยะยาวช่วงเดียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ แบบแบ่งเป็นระยะสั้น ๆ หลายช่วง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว และฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นระยะยาว 3 ช่วง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันกับ นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบระยะยาวช่วงเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพทางสมองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กล่าวถึงสามารถสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังนี้คือ

1. สมรรถภาพทางสมองมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กล่าวคือ ผู้ที่มีสมรรถภาพทางสมองดีย่อมส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถทางสมองด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านเหตุผล ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านความจำ ด้านการรับรู้ทางตา และด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบเหล่านี้บางตัว สามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่า องค์ประกอบเหล่านี้ มีความจำเป็นต่อสมรรถภาพทางสมอง
3. ถ้าบุคคลได้รับการฝึก และส่งเสริมความสามารถทางสมองในด้านที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างเพียงพอ จะมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นด้วย

## 2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวม ทั้งงานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยในต่างประเทศ และได้นำเสนอ ดังนี้คือ

### งานวิจัยในต่างประเทศ

โอเดน (Oden, 1982: 355-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และที่เรียนจากวิธีการบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีการบรรยาย และนอกจากนั้น กลุ่มที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีการสอนแบบบรรยาย

จอห์นสัน (Johnson, 1986: 201) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์สอนมโนคติทางสถิติ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 2 กลุ่ม ๆ ละ 165 คน กลุ่มหนึ่งเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกกลุ่มหนึ่งเรียนกับครูตามปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสถิติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ

ไฮแมน (Hyman, 1988: 316-A) ได้ศึกษาผลของการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการอ่านโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 ถึงเกรด 8 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ จำนวน 158 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอ่านในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าก่อนการได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์อย่างเห็นได้ชัดเจน และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการอ่าน

## งานวิจัยในประเทศ

สุพรรณณี คงกะนันท์ (2530: 85) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเศษส่วน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

นฤมล เพ็ชรสุวรรณ (2534: 131-134) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์เรื่องร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า การเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนมีคะแนนสอบหลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นัยนา ลีณะธรรม (2535: 85-90) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ไพฑูรย์ นพภาค (2535: 54-57) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 75/70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมของกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนแบบปกติ

ปิยสุดา ขัติยะวรา (2536: 133-172) ได้ศึกษาทักษะการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ คือ แบบเลือกลำดับขั้นในการฝึกเอง และแบบฝึกตามลำดับขั้นที่กำหนดให้ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความถูกต้องในการคูณ และอัตราเร็วเฉลี่ยในการคูณระหว่างนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 แบบ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มร้อยละ 70 ขึ้นไปชอบเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และมีความสนุกสนานกับการเรียนเมื่อได้รับการฝึกทักษะการคูณโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักเรียนทุกคนเห็นว่าการฝึกทักษะการคูณโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้มีความชำนาญในการคูณ

จำภา มิวทิยดี (2537: 93-110) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะของการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยครูกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และครูกับหนังสือแบบฝึกหัด และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการฝึกทักษะการหารทั้งสองแบบ ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการหารโดยครูกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องในการหาร และอัตราเร็วเฉลี่ยในการหารสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยครูกับหนังสือแบบเรียนแบบฝึกหัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มมีความเห็นว่า การฝึกทักษะการหารแต่ละวิธีทำให้หาผลหารได้ถูกต้อง และรวดเร็วขึ้น

ชูเกียรติ กะปิตถา (2540: 56-60) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้สมการและอสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่สุดที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการ สูงขึ้นก่อนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการสูงขึ้นจากครั้งแรก หลังจากใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะครั้งที่สอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ยุภาดี ปณะราช (2541: 64-70) ได้ศึกษาผลการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเวศศาสตร์สูงขึ้น หลังจากได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 85 เพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเป็นครั้งที่สอง นอกจากนี้ นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการได้รับการเรียน การสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนซ่อม เสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการ เรียนคณิตศาสตร์ทั้งงานวิจัยในประเทศ และงานวิจัยต่างประเทศ ที่ได้รวบรวมนำมาเสนอนั้น จาก ผลการวิจัยสามารถสรุปให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ ผู้เรียนสูงขึ้น ทั้งผู้เรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ทั้งในแง่ของการใช้สอน แทนครู การสอนซ่อมเสริม และการฝึกทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคูณ ทักษะการหาร

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เจตคติหรือทัศนคติต่อวิธีการสอนด้วย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่สอนด้วยวิธีธรรมดา ทั้งระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา ทั้งในแง่ของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาสอนแทนครู การสอนซ่อมเสริม และการพัฒนาทักษะ ต่าง ๆ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. รูปแบบของการวิจัย
3. ประชากรและการสุ่มตัวอย่างประชากร
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
6. วิธีการดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้

#### การศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าความรู้จากส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำราต่าง ๆ และงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง
2. ศึกษาแบบเรียน คู่มือครู และเอกสารประกอบการสอน เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค102) เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแผนการสอน เรื่องจำนวนเต็มลบ
3. ศึกษาหลัก และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## รูปแบบของการวิจัย (Research Design)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มตัวอย่างการทดลอง (Experimental Group) จำนวน 2 กลุ่ม

## ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง โดยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 102 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร มาเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรในการวิจัย ซึ่งมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งสิ้น จำนวน 7 ห้องเรียน และผู้วิจัยได้มีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เป็นความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่ก่อนการทดลอง ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันความเชื่อของผู้วิจัยว่าการดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้ลักษณะของการฝึกที่ต่างกัน ย่อมจะให้ผลจากการฝึกต่างกันด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเพื่อเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากรตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. นำคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) จากการสอบวัดผลปลายภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนทั้ง 7 ห้องเรียนมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากนั้นพิจารณาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้ โดยพิจารณาเลือกค่าที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด จำนวน 2 ห้องเรียน

2. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 101 ปลายภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน มาทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างประชากรโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (F – test) ผลปรากฏว่า ความแปรปรวนของคะแนนสอบวัดผลปลายภาคเรียนที่ 1 ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากนั้นทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนดังกล่าวโดยใช้ค่าสถิติที่ (t-test) เพื่อเป็นการยืนยันว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีความรู้พื้นฐานทาง

วิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ผลปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค101) ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

ตัวอย่างประชากร	n	$\bar{X}$	S.D.	F	t
นักเรียนชั้น ม.1/1	35	22.77	4.45	1.69	1.65
นักเรียนชั้น ม.1/2	35	21.2	3.42		

$p < 0.05$

จากตารางที่ 1 ค่า F ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 1.69 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า F จากตาราง ( $F_{0.05, 34, 34} = 1.80$ ) แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างของความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่า t ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 1.65 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า t จากตาราง ( $t_{0.05, 68} = 1.98$ ) นั่นคือ ไม่มีความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. สุ่มห้องเรียนห้องหนึ่งจาก 2 ห้องเรียน เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ นักเรียนชั้น ม.1/1 ส่วนอีกห้องเรียนที่เหลือ คือนักเรียนชั้น ม. 1/2 เป็นกลุ่มที่สอง ซึ่งได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน รวมจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ 2 กลุ่ม ๆ ละ 35 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาหลักการวัดและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน ระดับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตลอดจนศึกษาหลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. สร้างตารางวิเคราะห์จำนวนพฤติกรรมย่อยที่ต้องการวัดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มลบ (ภาคผนวก ง หน้า 116)

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 102) ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา โดยเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) ในเรื่อง จำนวนเต็มลบ สร้างแบบทดสอบจำนวน 45 ข้อ เป็นแบบปรนัย ประกอบด้วยข้อคำถาม และคำตอบจำนวน 4 ตัวเลือก

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ในภาคผนวก ก หน้า 92) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (IOC) และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยใช้เกณฑ์ในการกำหนดการปรับพฤติกรรมของแต่ละคำถามจากความคิดเห็นที่สอดคล้องกับผู้ประเมิน หรือผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ท่าน ผลการประเมินตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องจำนวนเต็มลบ ทั้ง 45 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความสอดคล้องกันว่า ควรมีการแก้ไขในบางส่วน เช่น

โจทย์ข้อที่ 39 “ จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $x$  และ  $y$  ข้างล่างนี้ เกิดจากสมการใด ”แก้ไขเป็น “ จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $x$  และ  $y$  ข้างล่างนี้ เกิดจากสมการในข้อใด ”

เมื่อแก้ไขแล้วได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 45 ข้อ ที่วัดระดับพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ 14 ข้อ ระดับความเข้าใจ 14 ข้อ ระดับการนำไปใช้ 10 ข้อ และระดับการวิเคราะห์ จำนวน 7 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 30 คน จากโรงเรียนมัธยมวัดมกุฎกษัตริยาราม แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อทดสอบเป็นรายข้อ โดยให้มีเกณฑ์ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่าตั้งแต่	0.6	ขึ้นไป
ค่าความยากง่าย	มีค่าระหว่าง	0.20 – 0.80	
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่าตั้งแต่	0.20	ขึ้นไป

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ค่าความเที่ยง 0.70 ค่าความยากง่าย 0.20 – 0.90 และค่าอำนาจจำแนก 0.06 – 0.60 มีข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด 28 ข้อ และต้องปรับปรุงแก้ไข จำนวน 12 ข้อ (ในภาคผนวก ค หน้า 106)

6. ทำการแก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบทั้ง 12 ข้อ แล้วคัดเลือกให้เหลือ 40 ข้อ แล้วนำไปทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 46 คน จากโรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ นำผลมาวิเคราะห์ได้ค่าความเที่ยง 0.75 ค่าความยากง่าย 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.57 (ในภาคผนวก ค หน้า 111) ซึ่งได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์ที่ต้องการ (ในภาคผนวก ง หน้า 118) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรต่อไป

### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ชุด คือ แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ และแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองประกอบด้วย แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นแบบฝึกแบบเขียน และแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือดังนี้

#### 1. แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์

แผนการสอนที่ผู้วิจัยใช้เป็นคู่มือประกอบการสอนในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ค 102) บทที่ 5 เรื่อง จำนวนเต็มลบ จำนวน 12 คาบ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และจุดประสงค์ของวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน และรายละเอียดของเนื้อหาวิชา โดยศึกษาจากแบบเรียน คู่มือครู และเอกสารประกอบการสอนวิชาคณิตศาสตร์

1.3 แบ่งเนื้อหาวิชาทั้งหมดให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอนเป็นรายคาบ ( 50 นาที ) โดยแบ่งได้ทั้งหมด 12 คาบ ซึ่งเนื้อหาที่ดำเนินการสอนในแต่ละคาบมีดังนี้คือ

คาบที่ 1 เรื่อง จำนวนเต็มลบ โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถบอกถึงที่มาของจำนวนเต็มลบได้

คาบที่ 2 เรื่อง จำนวนเต็มลบ (ต่อ) โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถบอกจำนวนเต็มลบจำนวนต่อไปที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างมีระบบได้

คาบที่ 3 เรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบจำนวนเต็มทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบได้

คาบที่ 4 เรื่อง ค่าสัมบูรณ์และจำนวนตรงข้ามของจำนวนเต็ม โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถบอกค่าสัมบูรณ์และจำนวนตรงข้ามของจำนวนเต็มทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบได้

คาบที่ 5-6 เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถหาผลบวกจำนวนเต็มทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบได้

คาบที่ 7 เรื่อง การลบจำนวนเต็ม โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถหาผลลบของจำนวนเต็มทั้งจำนวนเต็มบวก ศูนย์ และจำนวนเต็มลบได้

คาบที่ 8-9 เรื่อง กราฟ โดยมีจุดประสงค์คือ เขียนพิกัดของจุดและบอกพิกัดของจุดบนระนาบจำนวนได้

คาบที่ 10 -11 เรื่อง สมการเส้นตรง โดยมีจุดประสงค์คือ ให้นักเรียนสามารถเขียนกราฟของสมการเส้นตรงในรูป  $y = ax + b$  เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนเต็ม และ  $a$  กับ  $b$  ไม่เป็นศูนย์พร้อมกันได้

คาบที่ 12 ทบทวนเนื้อหาทั้งหมด

1.4 เขียนแผนการสอนทั้งหมด 12 คาบ ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง จำนวนเต็มลบ โดยแผนการสอนแต่ละคาบจะประกอบด้วย หัวข้อเรื่อง จุดประสงค์ปลายทาง จุดประสงค์นำทางเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย ขั้นนำ ขั้นสอนและขั้นสรุป สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และใบกิจกรรม

1.5 นำแผนการสอนทั้งหมด 12 คาบ ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง และเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของอาจารย์ปรึกษาส่วนใหญ่เป็นการปรับปรุงส่วนที่เป็นกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้ปรับกิจกรรมการเรียนการสอนที่พยายามให้เด็กเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยพยายามหากิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองให้มากที่สุด

แผนการสอนรายคาบที่สร้างขึ้นนี้เมื่อได้รับการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง จากนั้นผู้วิจัยได้นำไปเสนอให้หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดน้อยนพคุณตรวจพิจารณาความเหมาะสมของแผนการสอนอีกครั้ง ซึ่งเมื่อผ่านการตรวจพิจารณาแล้วจึงใช้เป็นคู่มือการสอนรายคาบในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับตัวอย่างประชากร ทั้ง 2 กลุ่มต่อไป (ดูแผนการสอนรายคาบในภาคผนวก จ หน้า 123)

## 2. แบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง

แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปฝึกเสริมให้นักเรียนควบคู่กับการเรียนการสอนตามปกติ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบฝึกความสามารถทางสมอง 2 ด้าน คือ ความสามารถทางด้านจำนวน และความสามารถทางด้านเหตุผล ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาความหมายและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองตามแนวคิด หรือทัศนะของกลุ่มนักการศึกษา และนักจิตวิทยากลุ่มต่าง ๆ

2.2 ศึกษาองค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางสมอง ความสามารถทางคณิตศาสตร์ และความสามารถทางสมองที่เป็นพื้นฐานสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสมิทท์ (Smith , 1964 : 115) ได้ทำการศึกษาสมรรถภาพทางสมอง พบว่าสมรรถภาพทางสมองที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีคือ สมรรถภาพทางสมองด้านตัวเลข ด้านภาษา ด้านมิติสัมพันธ์ และสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ อนุสรณ์ สกุลคุ (2520 : 24) ที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ และพบว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบด้านเหตุผลและองค์ประกอบด้านจำนวน ซึ่งผู้วิจัยยึดเอาความสามารถทางสมอง 2 ด้านนี้ คือความสามารถด้านจำนวน และความสามารถด้านเหตุผลเป็นหลักในการวิจัยครั้งนี้

2.3 ศึกษาเนื้อหาที่กำหนดไว้ในทฤษฎีโครงสร้างทางเซวอร์ปัญญาของกิลฟอร์ดเพื่อเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการนำมาเป็นตัวเร้าในแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง เนื่องจากการกำหนดกลุ่มประชากรเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยชี้เฉพาะกลุ่มที่จะนำมาทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะมีระดับอายุระหว่าง 12 – 15 ปี ซึ่งตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ เป็นกลุ่มที่มีระดับพัฒนาการด้านการคิดอยู่ในช่วงต่อระหว่างระดับของการคิดด้วยรูปธรรม และเริ่มเข้าสู่ระดับของการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา ฉะนั้นเนื้อหาที่จะนำมาเป็นตัวเร้าในแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองนั้น ควรเป็นเนื้อหาที่เอื้อต่อการคิดด้วยรูปธรรม และการคิดตามแบบแผนทางตรรกวิทยา

เนื้อหาต่าง ๆ ที่กิลฟอร์ดกำหนดไว้ในทฤษฎีโครงสร้างทางเซวอร์ปัญญา ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ เสียง ภาษา และพฤติกรรม เนื้อหาที่เป็นเสียงและพฤติกรรมนั้นไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นตัวเร้าเพื่อฝึกเป็นกลุ่มในช่วงเวลาจำกัด สำหรับเนื้อหาที่เป็นภาษานั้น จากความสามารถทางสมองในส่วนที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ (fluid ability) ที่มีเนื้อหาเป็นภาษานั้นก็คือ เหตุผลทางภาษา (verbal reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการคิดเชิงตรรกวิทยา ส่วนเนื้อหาที่เป็นรูปภาพและสัญลักษณ์สามารถปรับให้เข้ากับการคิดด้วยรูปธรรมได้เป็นอย่างดี รวมถึงความสามารถด้านเหตุผลเชิงนามธรรมซึ่งเป็นความสามารถในการคิดหาเหตุผลในสิ่งที่ไม่ใช่ภาษาด้วย ดังนั้นลักษณะทั่วไปที่จะใช้ในการสร้างรูปแบบการฝึก จึงใช้ รูปภาพ สัญลักษณ์ และภาษาเป็นเนื้อหาในการเร้าให้กลุ่มเป้าหมายได้ฝึกในการคิด

2.4 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบฝึกความสามารถด้านจำนวน และความสามารถด้านเหตุผล โดยอาศัยหลักการและความเชื่อพื้นฐานที่ว่า ความสามารถทางด้านสมองในแต่ละด้านที่มีอยู่ในตัวบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาได้ ถ้าความสามารถเหล่านั้นได้รับการฝึกฝนจากการกำหนดงานหรือวิธีการที่เฉพาะ ตลอดจนเวลาที่เหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยเสนอรูปแบบ และจุดมุ่งหมายของแบบฝึกในแต่ละชุดไว้ดังนี้คือ

1) แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน เป็นแบบฝึกที่มุ่งให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถที่จะเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน รวมทั้งสามารถบวก ลบ คูณ และหาร ในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว แบบฝึกความสามารถด้านจำนวนประกอบด้วยแบบฝึก 5 ชุด คือ

แบบฝึกชุดที่ 1 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การบวก) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไปซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีระบบโดยอาศัยการบวกเป็นหลัก



แบบฝึกชุดที่ 2 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การลบ) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไปซึ่งลดลงอย่างมีระบบโดยอาศัยการลบเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 3 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การคูณ) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไปซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีระบบโดยอาศัยการคูณเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การหาร) เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขถัดไปซึ่งลดลงอย่างมีระบบโดยอาศัยการหารเป็นหลัก

แบบฝึกชุดที่ 5 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมสัมพันธ์ (แบบระคน) เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวเลขที่กำหนดให้เป็นชุด ๆ เพื่อหาระบบการเกี่ยวพันของจำนวนโดยอาศัยการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร วิธีใดวิธีหนึ่ง หรือผสมผสานกันระหว่างสองวิธี แล้วพิจารณาหาจำนวนที่ขาดหายไป

2) แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล เป็นแบบฝึกที่มุ่งให้ผู้รับการฝึกมีความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สามารถเปรียบเทียบของหลายสิ่งพร้อม ๆ กัน และสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ววินิจฉัยเพื่อหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลมีทั้งหมด 7 ชุด ดังนี้

แบบฝึกชุดที่ 1 : การจำแนกประเภทชนิดที่เข้าพวก เป็นแบบฝึกการจำแนกประเภทของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ แล้วสรุปวินิจฉัยอย่างสมเหตุสมผลเพื่อนำมาสร้างเป็นกลุ่มหรือพวกขึ้น และพิจารณาหาสิ่งอื่นที่กำหนดให้มาเข้าพวก โดยเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นแบบฝึกนั้นเป็นภาพทรงเรขาคณิต

แบบฝึกชุดที่ 2 : การจำแนกประเภทชนิดที่ไม่เข้าพวก เป็นแบบฝึกการจำแนกประเภทของภาพทรงเรขาคณิตที่กำหนดให้ แล้วสรุปวินิจฉัยอย่างสมเหตุสมผลเพื่อนำมาสร้างเป็นกลุ่มหรือพวกขึ้น และพิจารณาว่าจากภาพที่กำหนดให้ นั้นว่าภาพใดที่มีรูปแบบหรือโครงสร้างที่ต่างไปจากพวก

แบบฝึกชุดที่ 3 : การอุปมาอุปไมย เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาพที่กำหนดให้ แล้ววินิจฉัยสรุปเพื่อหาความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความสัมพันธ์นั้น อาจจะเป็นลักษณะโครงสร้างหรือมโนภาพที่สำคัญของภาพที่คู่กัน แล้วนำความสัมพันธ์ที่ได้นั้นไปเปรียบเทียบกับภาพอื่น ๆ ที่จะมีลักษณะของความสัมพันธ์ไปในแนวเดียวกัน

แบบฝึกชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพมิติเดียว เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์แนวโน้มของการเรียงลำดับภาพทรงเรขาคณิต แล้ววินิจฉัยสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยพิจารณาหาภาพถัดไป ซึ่งมีทิศทางเดียวกันกับภาพที่กำหนดให้

แบบฝึกชุดที่ 5 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพหลายมิติ เป็นแบบฝึกการวิเคราะห์แนวโน้มของการเรียงลำดับภาพทรงเรขาคณิตที่กำหนดให้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน แล้ววินิจฉัยสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยภาพที่กำหนดให้ชุดหนึ่งอาจจะมี 4 ภาพ 6 ภาพ หรือ 9 ภาพ แต่จะหายไป 1 ภาพ แล้วพิจารณาหาภาพที่หายไปนั้น

แบบฝึกชุดที่ 6 : การหาตัวร่วม เป็นการวิเคราะห์หาส่วนที่ร่วมกันจากสิ่งที่กำหนดให้ เป็นการใช้จินตนาการโยงความสัมพันธ์ของแต่ละสิ่งแล้วนำมาผสมกลมกลืนกันเป็นสิ่งใหม่ที่สามารถรับรู้และเข้าใจตรงกัน โดยเนื้อหานำมาสร้างเป็นแบบฝึกชุดนี้เป็นแบบภาษาเท่านั้น

แบบฝึกชุดที่ 7 : การสรุปความ เป็นการสรุปข้อความจากข้อความที่กำหนดให้อย่างสมเหตุสมผล โดยพิจารณาความสัมพันธ์และตำแหน่งของสิ่งต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้สนใจผลจากการฝึกสมรรถภาพทางสมอง โดยใช้รูปแบบของการฝึกที่ต่างกัน ซึ่งรูปแบบการฝึกประกอบด้วย การฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน และการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยมีวิธีการแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองแต่ละประเภท ดังนี้

#### ก. แบบฝึกแบบเขียน

ในการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นแบบฝึกแบบเขียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักในการสร้างแบบฝึก เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึก
- 2) สร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง เมื่อกำหนดงานเฉพาะที่สอดคล้องกับสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว จึงนำงานเหล่านั้นมากำหนดสร้างชุดแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองต่อไป โดยยึดหลักว่าต้องเป็นแบบฝึกชนิดเลือกตอบ และใช้เวลาในการฝึกแต่ละชุด ประมาณ 20 นาที สามารถฝึกได้ทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม แบบฝึกในแต่ละชุดประกอบไปด้วยสองส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการอธิบายจุดมุ่งหมายของแบบฝึกให้ผู้รับการฝึกเข้าใจวิธีการแก้ปัญหาหรือทำงานเฉพาะที่ได้กำหนดไว้ให้ และมีตัวอย่างการทำแบบฝึก 1 ข้อ ในส่วนที่สองจะเป็นปัญหา หรือข้อคำถาม 15

คำถาม เป็นแบบปรนัยเลือกคำตอบ 5 ตัวเลือก ดังนั้นมีจำนวนแบบฝึกทั้งสิ้น 12 ชุด ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 180 ข้อคำถาม

แบบฝึกแต่ละชุดที่สร้างขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของงานเฉพาะของสมรรถภาพทางสมองในแต่ละด้านที่ต้องการฝึก และเหมาะสมกับระดับของผู้รับการฝึก ผู้วิจัยใช้รูปแบบของแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาหรือความถนัดทางการเรียนทั้งที่เป็นของไทยและของต่างประเทศเป็นแนวในการสร้างแบบฝึก โดยได้ปรับลักษณะของภาษา รูปภาพ และระดับของความยากง่ายให้เหมาะสมกับระดับของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการฝึก โดยพยายามเน้นในส่วนของภาษา และรูปภาพที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ตรงมาแล้วเป็นส่วนใหญ่

3) นำแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่สร้างขึ้นทั้ง 12 ชุด ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสม จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 92) ตรวจพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการปรับปรุงแก้ไขแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง จากความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 2 ท่าน ผลการตรวจสอบพบว่า สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้คือ แบบฝึกความสามารถด้านจำนวนให้เรียงลำดับความยากง่ายของโจทย์จากง่ายไปหายาก แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลให้เรียงลำดับความซับซ้อนของภาพทรงเรขาคณิตตามลำดับของความซับซ้อนจากน้อยไปมาก และนอกจากนั้นปรับภาพให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4) นำแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วทั้ง 12 ชุด แล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร เพื่อตรวจสอบว่าการกำหนดเวลาในการฝึก ความชัดเจนของคำชี้แจงและข้อคำถามแต่ละข้อในแบบฝึกแต่ละชุดจะเหมาะสมหรือไม่ โดยนำแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนที่มีแบบฝึกจำนวน 5 ชุด ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ 1 ห้องเรียน จำนวน 42 คน และนำแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผลซึ่งประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 7 ชุด ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเดียวกัน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ปรากฏว่าเวลาที่กำหนดไว้ในแบบฝึกแต่ละชุดเป็นเวลาที่เหมาะสมดี จึงนำแบบฝึกทั้ง 12 ชุดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ ต่อไป

### ข. แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

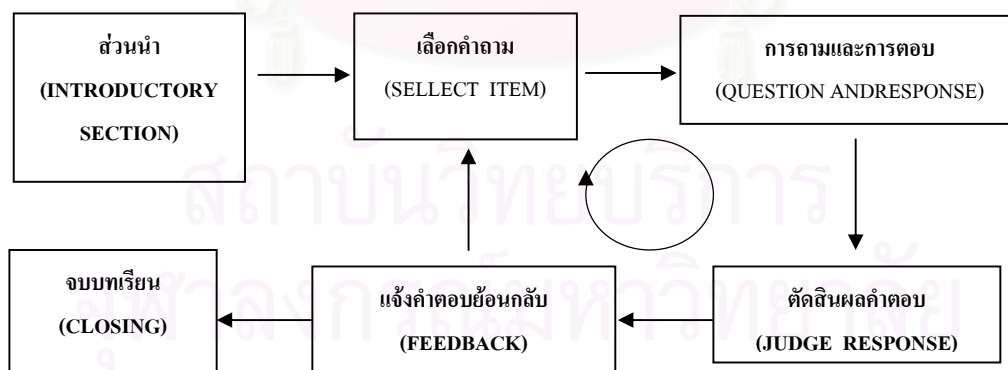
แบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองอีกกลุ่มหนึ่ง โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี และหลักการในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้รูปแบบของการฝึกที่ต่างกัน ดังนั้นเนื้อหาที่นำมาใช้สร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงใช้เนื้อหาเดียวกันกับเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นแบบฝึกแบบเขียน

3) เนื่องจากมุ่งหมายของการวิจัยที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจนเกิดความชำนาญ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบฝึกทักษะ หรือ Drill and Practice ในการวิจัยครั้งนี้ โดยจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาที่เป็นคำอธิบาย และตัวอย่างให้แก่ผู้เรียน และนอกจากนั้นจะเป็นแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนศึกษา ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกหัดจะมีลักษณะที่คล้ายๆ กันนั้น ซึ่งจะเสนอในรูปของข้อความ ภาพ เมื่อผู้เรียนตอบคำถามนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำแต่ยังผิดอีกก็จะมีกาให้คำอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจ โครงสร้างของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ ดังแผนภูมิต่อไปนี้

□



แผนภูมิที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนแบบฝึกทักษะ (Alessi and Trollip, 1985: 92)

จากแผนภูมิองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานของบทเรียนแบบการสอน มีรายละเอียด ดังนี้

**ส่วนนำ** เป็นส่วนเริ่มต้นโปรแกรม มีคำกล่าวทักทายนักเรียน แนะนำบทเรียนและให้ผู้เรียนพิมพ์ชื่อลงไป

**เลือกคำถาม** เป็นการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยคำอธิบาย จุดมุ่งหมายของแบบฝึก และตัวอย่างของแบบฝึกในแต่ละชุด

**คำถาม และการตอบ** เป็นการเสนอคำถาม หรือปัญหาให้ผู้เรียนและผู้เรียนจะต้องตอบปัญหานั้น แบบฝึกในแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 15 ข้อ

**ตัดสินผลคำตอบ** นักเรียนมีโอกาสตอบในแต่ละข้อได้ 2 ครั้ง ถ้านักเรียนตอบถูกก็จะได้ทำข้อต่อไป ซึ่งถ้านักเรียนตอบผิดก็จะมีเฉลยให้นักเรียนได้ศึกษา

**ข้อมูลป้อนกลับ** เป็นการสรุปผลจากการทำแบบฝึกหัด ซึ่งนักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาทั้งหมดของแบบฝึกแต่ละชุดได้อีกครั้งในกรณีที่นักเรียนยังทำแบบฝึกได้ถูกต้องน้อยกว่าร้อยละ

80

**จบบทเรียน** ให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนเข้าใจแล้วหรือหมดเวลาในการฝึก

การวิจัยครั้งนี้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอนโดยใช้โปรแกรมออเธอร์แวร์ (Authorware Professional) ซึ่งมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน เช่น สี ขนาดของตัวอักษร รูปภาพ การเคลื่อนไหว และผู้เรียนต้องปฏิบัติตามคำสั่งที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอ ด้วยการคลิกเมาส์คลิก หรือพิมพ์ข้อความด้วยการพิมพ์ การดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น การฝึกแต่ละชุดของแบบฝึกจะใช้เวลาประมาณ 20 นาที

4) ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก หน้า 91) เพื่อดูความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาของแบบฝึกในแต่ละชุด ตลอดจนลำดับขั้นตอนการทำงานของบทเรียน ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแล้วเห็นว่า รูปแบบของการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสมดี เข้าใจง่าย แต่มีข้อควรปรับปรุงแก้ไข ดังนี้คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดความสามารถด้านจำนวนตำแหน่งของโจทย์ในแต่ละข้อควรเป็นตำแหน่งเดียวกัน ส่วนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดความสามารถด้านเหตุผลควรปรับปรุงภาพทรงเรขาคณิตให้ชัดเจนมากขึ้น สีพื้น (background) ไม่ควรมีลวดลายมากเกินไป หรือไม่ควรมีสีจ้ำมากเกินไป เพราะจะทำให้สับสนเวลาเมื่อฝึกไปในระยะเวลาหนึ่ง และปุ่มกลับเมนูหลักควรอยู่ใน

ตำแหน่งเดิม หรือใกล้เคียงตำแหน่งเดิม จากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 3 คน เพื่อดูว่า ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด ดูความยากง่ายของบทเรียน และเวลาที่ใช้ในการฝึกทดลองจนลำดับขั้นตอนการทำงานของบทเรียน จากการสอบถามนักเรียนที่ทำการทดสอบบทเรียนพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนดี เวลาที่ใช้ในการศึกษาแบบฝึกในแต่ละชุดไม่เกิน 20 นาที แต่ลำดับขั้นตอนการทำงานของบทเรียนในบางจุดยังคงค่อนข้างซับซ้อนไม่สมบูรณ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 10 คน สังเกตและสอบถามนักเรียนในขณะที่ทำโปรแกรม เพื่อหาข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงบทเรียนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผลการทดลองใช้โปรแกรมพบว่า มีจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขคือ การให้ผลป้อนกลับ (Feedback) บางจุดยังซ้ำเกินไปทำให้ขาดความต่อเนื่องในบทเรียน ผู้วิจัยจึงนำมาปรับปรุงแก้ไข เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วผู้วิจัยนำบทเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรกลุ่มที่ 1 คือ นักเรียนชั้น ม. 1/1 โรงเรียนวัดน้อยนพคุณต่อไป (ตัวอย่างหน้าจอ CAI ภาคผนวก ง หน้า 126)

### วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตจากทางบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เพื่อขออนุญาตในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การทดลองในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองคือ การดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตัวเอง โดยจัดสภาพการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มให้มีสภาพการเรียนการสอนตามหลักสูตรปกติ ซึ่งผู้วิจัยใช้แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ (คาบละ 50 นาที) ที่สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบแก้ไขแล้วมาเป็นคู่มือประกอบการสอน และขณะสอนได้ดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมอง กับกลุ่มที่ 1 (นักเรียนชั้น ม. 1/1) โดยใช้

แบบฝึกที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับกลุ่มที่ 2 (นักเรียนชั้น ม. 1/2 ) ฝึกโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน ซึ่งดำเนินการฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ในวันและเวลา ดังในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** วัน เวลา สำหรับการฝึกสมรรถภาพทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ในแต่ละสัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	ครั้งที่	วันที่ทำการฝึก	เวลา
นักเรียนชั้น ม. 1/1 ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์	1	อังคาร	08.30-09.20
	2	พฤหัสบดี	09.20-10.10
นักเรียนชั้น ม. 1/2 ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน	1	อังคาร	09.20-10.10
	2	พฤหัสบดี	08.30-09.20

3. การฝึกสมรรถภาพทางสมองในแต่ละครั้งจะใช้แบบฝึกครั้งละ 2 ชุด (ชุดละ 20 นาที) รวมเวลาทั้งสิ้นครั้งละประมาณ 40 นาที (สำหรับเวลาที่เหลืออีก 10 นาทีใช้สำหรับการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ) และดำเนินการฝึกตามลำดับขั้นที่กำหนดไว้ เรียงลำดับของแบบฝึกจากแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนจนถึงแบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล ซึ่งขั้นตอนการฝึก ดังแสดงในตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ลำดับขั้นตอนการฝึกสมรรถภาพทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

ลำดับขั้นตอน	กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางสมอง	
	กลุ่มที่ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์	กลุ่มที่ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน
ขั้นนำ	ผู้เรียนทำความเข้าใจกับบทเรียน คำชี้แจงของแบบฝึก และศึกษาตัวอย่างของแบบฝึก	ครูแจกแบบฝึกให้นักเรียนเป็นรายบุคคล อธิบายวิธีปฏิบัติตามคำชี้แจงของแบบฝึก และตัวอย่างของแบบฝึกจำนวน 1 ข้อ ใช้เวลาชุดละประมาณ 5 นาที

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางสมอง	
	กลุ่มที่ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์	กลุ่มที่ฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน
ขั้นฝึก	ผู้เรียนเข้าสู่แบบฝึก แบบฝึกแต่ละชุดจะประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 15 ข้อ โดยให้นักเรียนสามารถศึกษาแบบฝึกได้หลายรอบจนกว่านักเรียนจะเข้าใจ หรือหมดเวลาในการฝึก	นักเรียนลงมือทำแบบฝึก แบบฝึกแต่ละชุดจะประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการทำประมาณ 10 นาที เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกเสร็จแล้ว หรือหมดเวลาในการฝึก ครูเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนแต่ละคน
ขั้นสรุป	ครูสอบถามคะแนนที่นักเรียนทำได้ ตลอดจนปัญหาต่างๆ ในการทำแบบฝึก และให้นักเรียนออกจากโปรแกรม	ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้วิธีการคิดหาคำตอบในแต่ละข้อ ใช้เวลาประมาณ 5 นาที

4. การฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อจำกัดบางประการของโรงเรียนที่เป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล คือจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์มีไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน และเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องเป็นเครื่องรุ่นเก่า และสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ทำให้ไม่สามารถดำเนินการฝึกโดยใช้คนละ 1 เครื่องได้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการฝึกโดยใช้ วิธีการเรียนแบบจับคู่ร่วมมือ (2 คน ต่อ 1 เครื่อง) ตามหลักการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้คอมพิวเตอร์ของ เมล (Male, 1993:13-15) ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า นักเรียนที่จับคู่กันจะต้องช่วยกันศึกษาเรื่องนั้นๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้

5. เมื่อนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จบทั้ง 12 คาบ และฝึกสมรรถภาพทางสมองจนครบทุกด้านแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น (ใช้เวลา 60 นาที) เพื่อต้องการศึกษาว่าการฝึกสมรรถภาพทางสมองนั้นจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้จริงหรือไม่ และการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยวิธีการฝึกที่ต่างกันนั้น จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หรือไม่



## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาตรวจให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบให้ 0 คะแนน แล้วรวมคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคน

2. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

6.3 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต โดยใช้ค่าสถิติที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

## 8. สถิติที่ใช้

### 1. การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1.1 การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร

$$p = \frac{R_u + R_l}{N_u + N_l}$$

$$r = \frac{R_u - R_l}{N_u}$$

p แทน ค่าระดับความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

$R_u$  แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง

$R_l$  แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_u$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

$N_l$  แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

(Beggs 1975 : 195 –197 )

1.2 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ  
ของ Kuder Richardson ที่ 20 : K – R 20

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

$r_{tt}$  แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

$S^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

p แทน สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ

( Ebel 1965 : 318 – 319 )

1.3 ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity )

หาดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร

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

IOC แทน ดัชนีความคล้อง

$\sum R$  แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

( พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 116 )

1.4 การทดสอบความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลอง โดยการหาอัตราส่วนของ F จากสูตร

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

F แทน อัตราส่วนวิกฤต

$s_1^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่มากกว่า

$s_2^2$  แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนที่น้อยกว่า

( บุญเรียง ขจรศิลป์, 2539 : 91 )

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for windows (Statistical Package for the Social Sciences for Windows) เพื่อหาค่า  $\bar{X}$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) การวิเคราะห์ค่าสถิติ t (t – test)

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน” ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) เรื่อง จำนวนเต็มลบ ของกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 4** ค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ ของตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S.D.	t
กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์	35	21.57	5.23	0.80
กลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน	35	20.69	3.89	

$p < 0.05$

จากตารางที่ 4 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 21.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเท่ากับ 5.23 นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 20.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน เท่ากับ 3.89 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตคะแนนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้ค่าสถิติที (t-test) ดังกล่าว ปรากฏว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05  $df = 68$  ค่า t ที่ได้จากตารางคือ  $t_{0.05, 68} = 1.98$  ซึ่งค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่า 0.80 นั่นคือแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของ

นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม หรือกล่าวได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันกับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้คือ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน

ประชากรในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ วิจัยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ที่กำลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 102 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนทั้งสิ้น 7 ห้องเรียน ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรจำนวน 2 ห้องเรียน โดยพิจารณาจากค่ามัชฌิมเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วทำการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนดังกล่าว ปรากฏว่าความแปรปรวนคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05 หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต โดยใช้ค่าสถิติ t (t-test) ปรากฏว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งแสดงว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีพื้นฐานความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แล้วผู้วิจัยสุ่มให้นักเรียนห้องหนึ่ง คือนักเรียนชั้น ม. 1/1 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ และสุ่มให้นักเรียนอีกห้องหนึ่ง คือนักเรียนชั้น ม.1/2 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชุด คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบเรื่อง จำนวนเต็มลบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยง 0.75 ค่าความยากง่าย 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.57

2. แผนการสอนรายคาบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มลบ จำนวน 12 คาบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

3. แบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบฝึกแบบเขียน โดยเนื้อหาที่นำมาสร้างแบบฝึกมีจำนวน 12 ชุด ดังนี้

3.1 แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน ประกอบด้วยแบบฝึก จำนวน 5 ชุด

ชุดที่ 1 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การบวก)

ชุดที่ 2 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การลบ)

ชุดที่ 3 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การคูณ)

ชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมชาติ (การหาร)

ชุดที่ 5 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมสัมพันธ์ (แบบระคน)

3.2 แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล ประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 7 ชุด

ชุดที่ 1 : การจำแนกประเภทชนิดที่เข้าพวก

ชุดที่ 2 : การจำแนกประเภทชนิดที่ไม่เข้าพวก

ชุดที่ 3 : การอุปมาอุปไมย

ชุดที่ 4 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพมิติเดียว

ชุดที่ 5 : การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพหลายมิติ

ชุดที่ 6 : การวิเคราะห์หาตัวร่วม

ชุดที่ 7 : การสรุปความ

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยตนเอง การฝึกสมรรถภาพทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำในชั่วโมงอิสระที่ไม่มีภาระเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการฝึกเสริมควบคู่ไปกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั่วโมงเรียนปกติ ที่ใช้แผนการสอนที่สร้างขึ้นเป็นคู่มือประกอบการสอน รวมทั้งสิ้น 12 คาบ เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบทั้ง 12 คาบเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ ที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 60 นาที จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ของกลุ่มตัวอย่างประชากรทั้ง 2 กลุ่ม มาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต โดยใช้ค่าสถิติที (t-test)

### สรุปผลการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05

### อภิปรายผลการวิจัย

ความสามารถในการคิดเป็นเครื่องบ่งชี้ถึงสมรรถภาพทางสมอง เพราะการคิดเป็นกระบวนการทางสมองทั้งในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมรรถภาพทางสมอง หรือความรู้ความสามารถที่อยู่ในตัวบุคคล มาประมวลผลกับสถานการณ์ใหม่ แล้วใช้ความสามารถที่มีอยู่นั้น หรือที่เคยได้รับการฝึกฝนมาประมวลผลสรุป แล้วแสดงออกมาเป็นผลผลิตของการคิด เมอเรีย และมอสเบอร์ก (Murry and Mosberg, 1983 : 279-281) บางที่เรียกว่า “การตกผลึกของความรู้” หรือบางที่เรียกว่า “การสังเคราะห์ความรู้” (พนม พงษ์ไพบูลย์, 2543:4) ฉะนั้นถ้าสมรรถภาพทางสมองดีก็ย่อมส่งผลถึงสมรรถภาพของการคิด ถึงแม้ว่านักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสำคัญกับสมรรถภาพทางสมอง และมีผลการศึกษามากมายทั้งในและต่างประเทศที่แสดงให้เห็นว่า สมรรถภาพทางสมองมีอิทธิพลต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาก ดังเช่นผลการศึกษาของคาลเทล (Cattel, 1963 : 1-22) ที่พบว่า สมรรถภาพทางสมองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกสูงมาก และสอดคล้องกับการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่านที่พบว่า ความสามารถด้านจำนวนและตัวเลข (Numerical Ability) และ



ความสามารถด้านการวิเคราะห์ (Analytical Ability) มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (พนม พงษ์ไพบูลย์, 2543 : 4) และนอกจากนั้นถึงแม้ว่าจะมีงานวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นว่าการฝึกสมรรถภาพทางสมองจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยจะมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ดังเช่น การศึกษาของ เชิดศักดิ์ โฆวาลินธุ์ (2530) สุมาลี จันทร์ชลอ (2533) สุรินทร์ สนวนทอง (2533) สมพร ประยูรภิตติกุล (2535) ชลธิชา ศีลวัตตะ (2537) และ กมลชนก พิพัฒน์ชัยนันท์ (2538) โดยได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมองในสามด้าน คือ ด้านจำนวน (Numerical) ด้านภาษา (Verbal) และด้านการวิเคราะห์ (Analytical) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุตั้งแต่ 10-15 ปี ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองในด้านต่างๆ ดังกล่าว มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเห็นพ้องกับข้อสรุปข้างต้น แต่ต้องการศึกษาว่า การฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้ลักษณะของการฝึกที่ต่างกันนั้น จะทำให้ผลของการฝึกนั้นจะแตกต่างกันหรือไม่ จากผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน ไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าอาจจะมีสาเหตุบางประการที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1. การฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ และการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้แบบฝึกแบบเขียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันของรูปแบบการฝึกแต่ละอย่าง ดังนี้

- 1.1 การฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้คอมพิวเตอร์ ได้เปรียบในด้านที่บทเรียนมีสีสันสวยงาม มีการเคลื่อนไหว ทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดีกว่าแบบฝึกแบบเขียน จากการสังเกตของผู้วิจัยจะพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองโดยใช้

คอมพิวเตอร์จะมีความสนุกสนานเพลิดเพลินไปกับบทเรียน และนักเรียนมีความสนใจกับบทเรียนมากกว่านักเรียนที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน ถึงแม้ว่าจะเป็นการฝึกชุดแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนที่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ นักเรียนจะมีความรู้สึกว่ายากจะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องในครั้งแรก นั่นคือนักเรียนจะได้คะแนนจากการตอบถูก และจะได้รับการเสริมแรง หรือ ข้อมูลป้อนกลับ (feed back) แต่อย่างไรก็ตามการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยคอมพิวเตอร์มีข้อจำกัดคือสภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ของทางโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ ที่เป็นสถานที่ในการดำเนินการทดลองนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์บางส่วนเป็นเครื่องรุ่นเก่า ซึ่งมีผลทำให้มีผลต่อบทเรียน (CAI) ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ โดยทำให้บทเรียนช้ากว่าปกติ และบางที่ทำให้สีของรูปภาพบางส่วนไม่ชัดเจนเท่าที่ควร การดำเนินการฝึกโดยผู้วิจัยกำหนดให้นักเรียนดำเนินการฝึก 2 คน ต่อ 1 เครื่อง โดยให้นักเรียนสลับข้อในการทำแบบฝึกนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการฝึกลดลง ซึ่งจากงานวิจัยของ ลาร์รี่ เกลน เทอร์เนอร์ (Larry Glen Turner, 1985:135) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลการเรียนเป็นคู่แบบร่วมมือในการเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 3 และ 4 จำนวน 275 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เรียน 2 คน ต่อ 1 เครื่อง กลุ่มที่ 2 เรียน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง และกลุ่มที่ 3 เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนั้นยังมีงานวิจัยอื่นๆ เช่น งานวิจัยของ รัฐการ คุรุฉิตี (2539) และ พิมล กลิ่นขจร (2538) ที่สนับสนุนผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าข้อบกพร่องของเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวอาจจะมีผลต่อการฝึกได้

1.2 การฝึกสมรรถภาพทางสมองด้วยแบบฝึกแบบเขียน มีข้อจำกัดคือ นักเรียนบางส่วนจะไม่ค่อยตั้งใจทำแบบฝึกเท่าใดนัก เพราะการฝึกเป็นกิจกรรมเสริมโดยไม่มีผลต่อคะแนน โดยเฉพาะชุดแบบฝึกความสามารถด้านจำนวนที่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ ซึ่งการฝึกในแต่ละครั้งจะใช้เวลา ประมาณ 40 นาที โดยใช้แบบฝึกจำนวน 2 ชุด ทำให้นักเรียนบางส่วนมีความตั้งใจในการทำแบบฝึกชุดที่ 2 ลดลง ผู้วิจัยต้องพยายามหาวิธีกระตุ้นนักเรียนอยู่เสมอ ๆ อีกทั้งการดำเนินการฝึกทำในชั้นเรียนปกติซึ่งบรรยากาศค่อนข้างจำเจ อาจจะเป็นสาเหตุทำให้ผลของการฝึกไม่เป็นไปตามที่คาดไว้ได้

2. การดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองในการวิจัยครั้งนี้ ถือเป็นกิจกรรมเสริมที่ดำเนินการควบคู่ไปพร้อมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั่วโมงปกติ แต่ช่วงเวลาใน

การฝึกนั้นทำในชั่วโมงอิสระที่ไม่มีการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เนื่องจากข้อจำกัดในการใช้ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ ดังที่ได้กล่าวแล้วนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าการดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมอง เนื้อหาของแบบฝึกบางชุดอาจจะไม่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในขณะนั้น หรือ เนื้อหาของแบบฝึกบางชุดที่ดำเนินการฝึกในช่วงนั้นอาจจะไม่สามารถช่วยให้สามารถเรียนรู้ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนในขณะนั้นได้เต็มที่ ซึ่งตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaning Verbal Learn) ของออสซูเบล (Ausubel, 1963) กล่าวโดยสรุปว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้าได้ดีกับความรู้ที่มีอยู่เดิม จึงจะทำให้การเรียนรู้ ความรู้ใหม่มีความหมาย ดังนั้นการฝึกสมรรถภาพทางสมองที่ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นกิจกรรมเสริมที่ น่าจะสามารถช่วยให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น หรือเป็นตัวช่วยเชื่อมโยงระหว่าง พื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม กับเนื้อหาที่เรียนรู้ใหม่ อาจจะมีข้อบกพร่องในเรื่องความ สอดคล้องระหว่างเนื้อหาของแบบฝึก กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้ผลจากการฝึกสมรรถภาพ ทางสมองไม่เกิดผลเต็มที่

3. ช่วงเวลาในการฝึกสมรรถภาพทางสมอง เนื่องจากการดำเนินการฝึกสมรรถภาพ ทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แต่ละครั้งทำในชั่วโมงอิสระที่ไม่มีการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ ใช้เวลาครั้งละ ประมาณ 40 นาที และใช้แบบฝึกครั้งละ 2 ชุด เนื่องจากข้อจำกัด ของการใช้ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ซึ่งช่วงเวลาของการฝึกที่ต่อเนื่องกัน อาจทำ ให้กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจในการทำแบบฝึกชุดที่ 2 ลดลงได้ ดังที่ กมลชนก พิพัฒน์ชัยนันท์ (2538 : 62) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยการฝึกแบ่งออกเป็นแบบช่วงสั้นๆ หลายช่วง แบบช่วงยาว 3 ช่วง และ แบบระยะยาว 1 ช่วง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบแบ่งเป็นช่วงสั้นๆ หลาย ช่วง (ช่วงละ 10 นาที) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบช่วงยาว 3 ช่วง (ช่วงละ 50 นาที) และแบบช่วงยาว 1 ช่วง แต่นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถด้าน จำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ แบบแบ่งเป็นช่วงยาว 3 ช่วง และแบบช่วงยาว 1 ช่วง มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะการฝึกเป็นช่วงยาว 3 ช่วง ๆ ละ 50 นาที และ ฝึกโดยใช้แบบฝึก จำนวน 5 ชุด ติดต่อกัน ยังถือว่าเป็นการฝึกที่ใช้เวลายาวนานเกินไปอยู่ และ การที่นักเรียนทำแบบฝึก จำนวน 5 ชุด ติดต่อกัน ทำให้เนื้อหาเกิดความเมื่อยล้าของนักเรียน จะรับรู้หมด นักเรียนอาจจะเกิดความเหนื่อยล้าของสมองได้ ทำให้ความสนใจในเนื้อหาลด น้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับ โสภา ชูพิกุลชัย (2521 : 117-119) ที่ได้กล่าวโดยสรุป คือ ความ

เหนื่อยจะเกิดกับมนุษย์ทุกคนที่ได้ออกแรงกายทำงานหรือใช้สมองคร่ำเคร่งกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งเป็นเวลานานๆ จะทำให้ความสนใจลดลง ซึ่งสิ่งนี้เองเป็นอุปสรรคที่สำคัญของการเรียนรู้ ดังนั้น การที่จะกำหนดให้ผู้ใดทำกิจกรรมใด ๆ ที่เกินจากช่วงความสนใจของเขาแล้ว กิจกรรมนั้นก็จะได้ไม่ได้รับผลดีเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตามไม่สามารถสรุปได้ว่าช่วงเวลาของการฝึกหรือช่วงเวลาที่ จะทิ้งให้ห่างกันของแต่ละช่วงนั้น ควรจะเป็นเท่าใดจึงจะมีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจะต้อง ขึ้นอยู่กับเรื่องของชนิดและความยากง่ายของเนื้อหาที่นำมาเรียนรู้ด้วย ดังที่กล่าวมาผู้วิจัยเห็นว่าการกำหนดช่วงเวลาการฝึกสมรรถภาพทางสมองในระยะเวลาที่ยาวนั้นอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมองไม่เกิดผลเต็มที่

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลของการวิจัย และจากการที่ได้ดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตจากการดำเนินงาน และขอเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. เนื่องจากข้อจำกัดของการใช้ห้องคอมพิวเตอร์ในการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยควรที่จะดำเนินการฝึกสมรรถภาพทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดให้เสร็จสิ้นก่อนการเรียนการสอนในช่วงโมกปกติ และไม่ควรรู้ใช้เวลาในการฝึกในแต่ละครั้งนานจนเกินไป เพราะจะทำให้ความสนใจของนักเรียนลดลงได้ อีกทั้งผู้วิจัยควรที่จะเพิ่มจำนวนชุดของแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองให้มากขึ้น
2. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ควรให้จำนวนนักเรียนต่อเครื่องมากกว่า 2 คน ต่อ 1 เครื่อง เพราะจะทำให้นักเรียนที่เรียนช้าเกิดปัญหาเกี่ยวกับการเรียนได้
3. ควรมีการวิจัยกับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป พร้อมทั้งหาเทคนิควิธีอื่นๆ ในการนำเนื้อหาแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่สลับซับซ้อน มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะปัจจุบันเนื้อหาที่ใช้สร้างเป็นแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองนั้นมีอยู่มากมาย แต่ข้อจำกัดของโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันคือไม่สามารถสร้างรูปภาพที่สลับซับซ้อนได้

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กมลชนก พิพัฒน์ชัยนันท์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการฝึกความสามารถด้านจำนวน เหตุผล และมีติสัมพันธ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. การออกแบบบนจอคอมพิวเตอร์. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา ฉบับที่ 7 (กรกฎาคม 2536) : 13-14.
- ก่อ สวัสดิพานิชย์. มองการศึกษา : เส้นทางที่เทียบเท่าของคนไทย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เอดีสัน เพรสโปรดักส์, 2536.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน. สำนักนายกรัฐมนตรี. ศูนย์พัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน, 2540.
- ชลธิชา ศีลวัตตะ. การฝึกทักษะ 5 ประการที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ระบบจำนวน เศษส่วน และทศนิยม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์. เอกสารการประชุมวิชาการหมายเลข 10. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2535.
- ชุมพร ยงกิตติกุล. ความสามารถทางสมอง: ทฤษฎีและการวัด. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ชูเกียรติ กะปิตถา. ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ ในการแก้ไขบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้สมการและอสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. **การฝึกสมรรถภาพทางสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด.** ปรินญา นิพนธ์คุชฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ทักษิณา สนวนานนท์. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2530.
- นฤมล เพชรสุวรรณ. **ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- นัยนา ลีณะธรรม. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิชาเอกการ มัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.
- นิพนธ์ สุขปริดี. **คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน. วารสารคอมพิวเตอร์.** ฉบับที่ 15 (มิถุนายน - กรกฎาคม 2532) : 78.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. **วิธีวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : พี.เอ็น.การพิมพ์, 2539.
- ปลัดกระทรวง, สำนักงาน. **แผนพัฒนาการศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระยะที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544).** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว. 2541.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. **ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000. วารสารคณิตศาสตร์.** ฉบับที่ 503-505 (สิงหาคม – ตุลาคม 2543) : 4-18.
- ปิยสุดา ชติยะวรา. **การเปรียบเทียบทักษะการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเลือกลำดับขั้นในการฝึกเอง และแบบฝึกตามลำดับที่กำหนดให้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- พนม พงษ์ไพบูลย์. **การประเมินด้านคุณภาพการศึกษาด้านความถนัดด้านการเรียน (Scholastic Aptitudes Test : SAT).** วารสารวิชาการ ฉบับที่ 12 (ธันวาคม 2543): 2-7.

พรรณี ชูทัย. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทวารวาทกรรมการพิมพ์ จำกัด, 2522.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

พิมล กลิ่นขจร. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนเสริมและทบทวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคล และเป็นคู่แบบร่วมมือ**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

พูนีย์ บุญนาค. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลย้อนกลับในขนาดต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ไพฑูรย์ นพภาค. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2535.

ยุพดี ปณะราช. **ผลของการเรียนซ่อมเสริม เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ยุพิน พิพิธกุล. **การสอนคณิตศาสตร์**. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

เย็น ภู่วรรณ. **การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน**. ไมโครคอมพิวเตอร์ 36 (กุมภาพันธ์ 2531)ซ 120-129.

รัฐการ คุรุฉิติ. **ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ระหว่างการเรียนแบบเดียวกับแบบจับคู่ร่วมมือ**

**ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

รำภา มีวิทย์ดี. **การเปรียบเทียบทักษะการหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6  
ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยครู กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และครูกับ  
หนังสือแบบฝึกหัด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **เทคนิคการสร้างข้อสอบความถนัดทางการเรียน.  
พิมพ์ครั้งที่ 3.** กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์นการพิมพ์, 2541.

วรรณารถ พ่วงสุวรรณ. **การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2518.

วิชาการ, กรม. **ผลการประเมินคุณภาพการศึกษา 2538.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา  
ลาดพร้าว, 2540.

วิชุดา รัตนเพียร. **การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** เอกสารประกอบการสอน.  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539. (อัดสำเนา)

สมพร ประยูรภิตติกุล. **ผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผลที่มีต่อ  
ความสามารถทาง การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 .  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535.**

สมเจตน์ ไวยากรณ์. **รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล.** ปริญญา  
นิพนธ์ดุขดีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. **สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา.** คณะครุ-  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

สุจรีต เพียรชอบ และ สายใจ อินทร์ทรัพย์. **วิธีการสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.  
กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2522.**

สุพรรณณี คงกะนนท์. **ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญา



มหาบัณฑิต ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

สุมาลี จันทร์ชลอ. **ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด.** ปรินญาณิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.

สุรินทร์ สนวนทอง. **ผลของการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ที่มีต่อทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533.

สุวัฒนา อุทัยรัตน์. **พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร :โครงการพัฒนาการเรียนการสอนพร้อมกับโครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

โสภา ชูพิกุลชัย. **จิตวิทยาทั่วไป.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2521.

ศศิธร สุทธิแพทย์. **แบบฝึกสำหรับการสอนเรื่อง วลี ในภาษาไทย ระดับประกาศนียบัตร วิชาการศึกษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

อนุสรณ์ สกุลคู่. **การวิเคราะห์องค์ประกอบ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่1 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี.** ปรินญาณิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาษาอังกฤษ

- Alessi M.S. and Tropplip, R.S. **Computer – based instruction methods and development.** New Jersey : Prentice – Hall , 1985.
- Anastasi, Anne. **Psychological Testing.** 5<sup>th</sup> ed. New York : Macmillan Publishing Co., 1982.
- Asubel, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune&Stratton, 1963.
- Barnett, J. A. and Others. **Teacher ’s Handbook 2.** Middlesex : Penquin Book Ltd., 1969.
- Beggs, Donald L. and Lewis, Ernest L. **Measurement and Evaluation in the school.** Boston : Houghton Mifflin company, 1975.
- Billows, F. L. **The Teacher Work Out His Own Exercise. The Techniques on Language Teaching.** London : Longman, 1962.
- Bisras, A. **Encyclopedia Dictionary and Directory of Education.** New Delhi : The Academic Publishers, 1971.
- Bloom, Benjamin S.ed. **Taxonomy of Educational Objective HandBook I : Cognitive Domain.** New York : Mc Graw – Hill,1971.
- Catell, R.B. **Theory of Fluid and Cystallized Intelligence : A critical experiment. Journal of Educational Psychology.** 54(1963), 1-22.
- Dean, C. and Whitlook, Q. **A handbook of Computer-based training.** Worcesster : Billings & Sons Limited, 1988.
- Ebel, Robert L. **Measuring Educational Achievement .** New Jersey: Prentice. Hall Inc.,1965.
- Flishman, E. A. and Bartlett, C. J. **Human Abilities in Mussen, P.H., Rosenzweir, MR. (Eds.). Annual Review of Psychology.** Palo Alto: Calf, 1969.

- Forcier, R.C. **The Computer as a Productivity Tool in Education**. New Jersey : Prentice-Hall, 1996.
- Freeman, F. s. **Theory and Practice of Psychological Testing**. New Delhi : Oxford & IBH Publishing Co. , 1968.
- Heinich, R. **Instructional Media and the New Technologies of Instruction**. New York : Macmillan, 1985.
- Hyman, J. E. The Effect of a Remedial Six-Weeks Summer School Program on the Achievement and Attitude Towards Reading and Mathematics in Grade Four Through Eight. **Dissertation Abstract International**, 1989 : 316-A.
- Jensen, Arthur R. **Bias in Mental Test**. New York : macmillan Publishing Co., Inc., 1980.
- Johnson, N. C. Using a Microcomputer to Teach a Statistical Concept. **Dissertation Abstracts International**, 1986 : 455-A.
- Murray, Frank B.and Ludwig,Mosbeng. Cognition and Memory. **Encyclopedia of Educational Research** 1(1982) : 279 - 283.
- Oden, R. E. An Assessment of the Effectiveness of Computer-Assisted Instruction on Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitudes of Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Students. **Dissertation Abstracts International**. 1982, 355-A.
- Piaget, J. **The Psychology of Intelligence**. London:Routledge. & Kegan Pual ,1947.
- Prulter, et. al. **The teaching of Secondary Mathematics**. New York : Mc Graw – Hilly, 1970.
- River, W. M. **Teaching Foreign Language Skills**. Chicago : The University of Chicago Press, 1968.
- Rushby, N. J. Computer Assisted Learning. **The International Encyclopedia of Education**. Oxford : Pergamax, 1989 : 149-162.

- Smith, W.N. Differential Prediction of two test Batteries. **The Journal of Educational Research** 57(September 1963) : 39-42.
- Stinson, P. J. Sex difference among high school senior. **The Journal of Educational Research** 53(November 1959) : 103 -104.
- Steinberg, E. R. **Computer-Assisted Instruction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1991.
- Tucker, A.C. **Evaluating Beginning Textbook**. English Teaching Forum 6(september-October 1969): 10.
- Very P. S. Quantitative Verbal and Reasoning Factors in Mathematical Ability. **Dissertation Abstracts** 25(August 1964): 1371.
- Wagner and Sternberg. Alternative Conception of Intelligence and Their Implication for Education. **Review of Education Research**. 54 (sum 1984): 179-223.
- Wood, D. A. and Lebold, W. k. Differential and Overall Prediction of Academic Success in Engineering. **The Journal of Educational and Psychological Measurement** 28(1968):1223 – 1228.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามของผู้ทรงคุณวุฒิ



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

### ตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

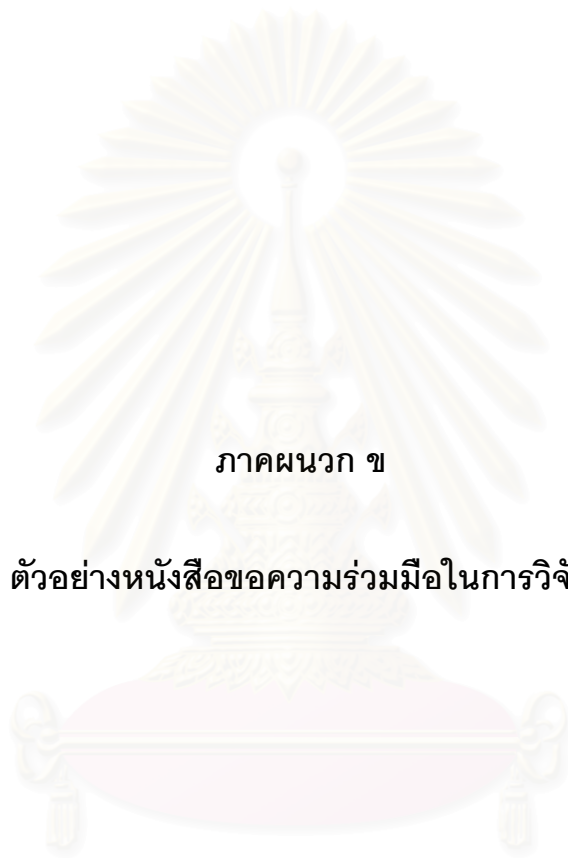
1. อาจารย์ สุพรรณนิการ์ เนตรพรหม  
อาจารย์หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดน้อยนพคุณ
2. อาจารย์ นพดล นันทศิลป์  
อาจารย์หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริยาราม
3. อาจารย์ ชูเกียรติ กะปิตถา  
อาจารย์หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญ (บางรัก)

### ตรวจแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นแบบฝึกแบบเขียน

1. รศ. ดร. พিতร ทองชั้น  
ศูนย์ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์ ไตรรงค์ เจนการ  
หัวหน้ากลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ ศูนย์ทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ
3. อาจารย์ กมลชนก ภาคภูมิ  
อาจารย์หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม

### ตรวจสอบแบบฝึกสมรรถภาพทางสมองที่เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. อาจารย์ ชาญนรงค์ แก้วเล็ก  
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริยาราม
2. อาจารย์ ยุพาดิ ปณะราช  
ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
3. อาจารย์ ดร. กำพล ดำรงค์วงศ์  
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ

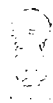


ภาคผนวก ข

ตัวอย่างหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ที่ ทม 0302(2770.0603)/714

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๓๓๐

๕ มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอความอนุญาตรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดน้อยนพคุณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายไพบุลย์ สุทธิ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุตัยรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นในการขอเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยนิสิตจะประสานงานในรายละเอียดกับทางโรงเรียนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายไพบุลย์ สุทธิ เก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไปและขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

13 มิถุนายน ๒๕๔๓

(รองศาสตราจารย์ ดร.เริงรัชณี นิมมวล)

รองคณบดีฝ่ายจัดการศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา (ระดับบัณฑิตศึกษา)

โทร. 2182682

ที่ ทม0302(2770.0603)2916

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

๒๘ ธันวาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดมกุฏกษัตริย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายไพบุลย์ สุทธิ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และ กลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้แบบฝึก สมรรถภาพทางสมองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน ทั้งนี้ นิสิตจะ ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายไพบุลย์ สุทธิ ดำเนินการ ดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร.218-2682

ที่ ทม 0302(2770.0603)/711

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๓๓๐

มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กำพล ดำรงวงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ด้วย นายไพบุลย์ สุทธิ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์  
อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบ  
เขียน” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ  
ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้นตามที่แนบมาพร้อมกันนี้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป  
และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

13/6/43  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.เรจรัชณี นิ่มนวล)

รองคณบดีฝ่ายจัดการศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา (ระดับบัณฑิตศึกษา)

โทร. 2182682

ที่ ทม 0302(2770.0603)/710

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๓๓๐

มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.พิตร ทองชั้น

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง

ด้วย นายไพบูลย์ สุทธิ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์  
อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบ  
เขียน” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ  
ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้นตามที่แนบมาพร้อมกันนี้

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป  
และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

1303/1 นิมนวล

(รองศาสตราจารย์ ดร.เรจรัชนี นิมนวล)

รองคณบดีฝ่ายจัดการศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

สำนักงานฝ่ายจัดการศึกษา (ระดับบัณฑิตศึกษา)

โทร. 2182682

ที่ ทม0302(2770.0603)2920

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

๒๘ ธันวาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์นพดล นันทศิลป์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นายไพบุลย์ สุทธิ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการทำนิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมอง ระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วยคอมพิวเตอร์ และ กลุ่มที่ฝึกด้วยแบบฝึกแบบเขียน" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา อุทัยรัตน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยแบบฝึกสมรรถภาพทางสมอง ที่นิสิตสร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 218-2682

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 101) ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชั้น ม. 1/1 และชั้น ม. 1/2

ชั้น ม. 1/1	X	X <sup>2</sup>	ชั้น ม. 1/2	X	X <sup>2</sup>
1	24	576	1	26	676
2	21	441	2	25	625
3	29	841	3	24	576
4	20	400	4	18	324
5	32	1024	5	19	361
6	24	576	6	23	529
7	32	1024	7	20	400
8	21	441	8	19	361
9	26	676	9	25	625
10	22	484	10	21	441
11	18	324	11	17	289
12	15	225	12	18	324
13	20	400	13	19	361
14	19	361	14	16	256
15	18	324	15	23	529
16	18	324	16	20	400
17	19	361	17	19	361
18	20	400	18	24	576
19	26	676	19	25	625
20	35	1225	20	25	625
21	26	676	21	18	324
22	30	900	22	20	400
23	24	576	23	24	576
24	22	484	24	24	576
25	20	400	25	16	256
26	20	400	26	19	361

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้น ม. 1/1	X	X <sup>2</sup>	ชั้น ม. 1/2	X	X <sup>2</sup>
27	24	576	27	22	484
28	22	484	28	20	400
29	21	441	29	19	361
30	22	484	30	20	400
31	20	400	31	20	400
32	20	400	32	22	484
33	20	400	33	20	400
34	27	729	34	22	484
35	20	400	35	30	900
$\sum X_1 = 797$ , $\sum X_1^2 = 18,853$			$\sum X_2 = 742$ , $\sum X_2^2 = 16,127$		

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## 1. คำนวณหาค่ามัธยฐานเลขคณิต

$$\begin{aligned}\text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ \bar{X}_1 &= \frac{797}{35} \\ \bar{X}_1 &= 22.77\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{X}_2 &= \frac{742}{35} \\ \bar{X}_2 &= 21.2\end{aligned}$$

## 2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\text{สูตร } S.D = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

$$S.D_1 = \sqrt{\frac{35(18,853) - (797)^2}{35(35-1)}}$$

$$S.D_1 = \sqrt{\frac{658,855 - 635,209}{1,190}}$$

$$S.D_1 = \sqrt{\frac{23,646}{1,190}}$$

$$S.D_1 = 4.45$$

$$S.D_2 = \sqrt{\frac{35(16,127) - (742)^2}{35(35-1)}}$$

$$S.D_2 = \sqrt{\frac{564,450 - 550,564}{1,190}}$$

$$S.D_2 = \sqrt{\frac{13,886}{1,190}}$$

$$S.D_2 = 3.42$$

### 3. ทดสอบความแปรปรวนของตัวอย่างประชากรโดยใช้สถิติ F (F-test)

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{S_1^2}{S_2^2} \\ &= \frac{19.80}{11.69} \\ &= 1.69 \end{aligned}$$

ค่าสถิติ F จากตารางที่ขึ้นแห่งความอิสระ 2 ค่า ซึ่งต่างเท่ากับ 34 คือ

$$F_{0.05}(n-1, n-1) = F_{0.05}(34, 34) = 1.80$$

$$F = 1.69 < 1.80$$

เนื่องจากค่าสถิติที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าสถิติจากตาราง ดังนั้นจึงสรุปว่ายอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ความแปรปรวนคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญสถิติ 0.05

### 4. การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (t-test)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left( \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$t = \frac{22.77 - 21.2}{\sqrt{\left( \frac{(35 - 1)19.80 + (35 - 1)11.69}{35 + 35 - 2} \right) \left\{ \frac{1}{35} + \frac{1}{35} \right\}}}$$

$$t = \frac{1.57}{\sqrt{\frac{673.2 + 397.46}{68}(0.057)}}$$

$$t = \frac{1.57}{0.95}$$

$$= 1.65$$

ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ชั้นแห่งความเป็นอิสระ  $35 + 35 - 2 = 68$

$$\text{ค่า } t \text{ จากตาราง } t_{0.05}(68) = 1.98$$

$$\text{ค่า } t_{\text{คำนวณ}} = 1.65 < t_{\text{ตาราง}} = 1.98$$

ดังนั้นจึงยอมรับ  $H_0$  และสรุปว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม หรือนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง ( $R_h$ ) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ ( $R_l$ ) ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ จำนวน 40 ข้อ ในการหาคุณภาพครั้งที่ 1

ข้อที่	Rh	RI	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1*	15	12	0.90	0.20
2	15	9	0.80	0.40
3*	13	11	0.80	0.13
4	15	9	0.80	0.40
5*	15	11	0.86	0.26
6*	15	11	0.86	0.26
7*	6	4	0.33	0.13
8*	5	3	0.26	0.13
9*	15	11	0.86	0.26
10	14	10	0.80	0.26
11	11	7	0.60	0.26
12	14	10	0.80	0.26
13	13	10	0.76	0.20
14	15	9	0.80	0.40
15*	15	10	0.83	0.33
16*	4	3	0.23	0.06
17	13	10	0.76	0.20
18*	13	11	0.80	0.13
19	13	10	0.76	0.20
20	15	9	0.80	0.40
21	14	9	0.76	0.33
22*	5	3	0.26	0.13
23	8	5	0.43	0.20
24	12	7	0.63	0.33
25	12	6	0.60	0.40

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	Rh	RI	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
26	12	6	0.60	0.40
27	14	8	0.73	0.40
28	13	7	0.66	0.40
29	11	7	0.60	0.26
30	13	6	0.63	0.46
31	6	3	0.30	0.20
32	6	3	0.30	0.20
33	13	4	0.56	0.60
34	12	6	0.60	0.40
35*	4	2	0.20	0.13
36	7	2	0.30	0.33
37	7	4	0.36	0.20
38	7	4	0.36	0.20
39	12	7	0.63	0.33
40	14	8	0.73	0.40

หมายเหตุ \* หมายถึงข้อสอบที่ไม่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดต้องปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนผิดของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ

ข้อที่	p	q(1-p)	pq	ข้อที่	p	q(1-p)	pq
1	0.90	0.10	0.09	21	0.76	0.24	0.18
2	0.80	0.20	0.16	22	0.26	0.74	0.19
3	0.80	0.20	0.16	23	0.43	0.57	0.24
4	0.80	0.20	0.16	24	0.63	0.37	0.23
5	0.86	0.14	0.12	25	0.60	0.40	0.24
6	0.86	0.14	0.12	26	0.60	0.40	0.24
7	0.33	0.67	0.22	27	0.73	0.27	0.19
8	0.26	0.74	0.19	28	0.66	0.34	0.22
9	0.86	0.14	0.12	29	0.60	0.40	0.24
10	0.80	0.20	0.16	30	0.63	0.37	0.23
11	0.60	0.40	0.24	31	0.30	0.70	0.21
12	0.80	0.20	0.16	32	0.30	0.70	0.21
13	0.76	0.24	0.18	33	0.56	0.44	0.24
14	0.80	0.20	0.16	34	0.60	0.40	0.24
15	0.83	0.17	0.14	35	0.20	0.80	0.16
16	0.23	0.77	0.17	36	0.30	0.70	0.21
17	0.76	0.24	0.18	37	0.36	0.64	0.23
18	0.80	0.20	0.16	38	0.36	0.64	0.23
19	0.76	0.24	0.18	39	0.63	0.37	0.23
20	0.80	0.20	0.16	40	0.73	0.27	0.19

$$\sum pq = 7.65$$

**ตารางที่ 8** แสดงคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102)

เรื่อง จำนวนเต็มลบ

คนที่	คะแนน (X)	$X^2$	คนที่	คะแนน (X)	$X^2$
1	27	729	16	26	676
2	17	289	17	31	961
3	27	729	18	35	1225
4	27	729	19	17	289
5	18	324	20	14	196
6	28	784	21	33	1089
7	23	529	22	22	484
8	34	1156	23	27	729
9	23	529	24	37	1369
10	35	1225	25	14	196
11	25	625	26	25	625
12	28	784	27	25	625
13	28	784	28	24	576
14	23	529	29	25	625
15	28	784	30	31	961

$$\sum X = 777, \quad \sum X^2 = 211,55$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
(ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนน

$$\begin{aligned}\text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{777}{30} \\ &= 25.9\end{aligned}$$

2. หาค่าความแปรปรวน ( $S^2$ ) ของคะแนน

$$\begin{aligned}\text{สูตร } S^2 &= \frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2 \\ &= \frac{21,155}{30} - \left(\frac{777}{30}\right)^2 \\ &= 705.17 - 680.81 \\ &= 24.36\end{aligned}$$

3. หาค่าความเที่ยง ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ

$$\begin{aligned}\text{สูตร } r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[ 1 - \frac{7.65}{24.36} \right] \\ &= 0.70\end{aligned}$$

สถาบันวิจัยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 9 แสดงจำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มสูง ( $R_h$ ) จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ ( $R_l$ ) ค่าความยาก ( $p$ ) อำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ จำนวน 40 ข้อ ในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพครั้งที่ 2

ข้อที่	R	R	ค่าความยาก ( $p$ )	อำนาจจำแนก ( $r$ )
1	20	13	0.72	0.30
2	17	12	0.63	0.22
3	19	14	0.72	0.22
4	20	15	0.76	0.22
5	20	14	0.74	0.26
6	20	14	0.74	0.26
7	21	9	0.65	0.52
8	21	16	0.80	0.22
9	19	12	0.67	0.30
10	20	15	0.76	0.22
11	17	12	0.63	0.22
12	20	10	0.65	0.43
13	21	16	0.80	0.22
14	19	13	0.70	0.26
15	19	12	0.67	0.30
16	14	6	0.43	0.35
17	20	14	0.74	0.26
18	19	13	0.70	0.26
19	20	12	0.70	0.35
20	20	15	0.76	0.22
21	19	12	0.67	0.30
22	9	4	0.28	0.22
23	19	11	0.65	0.35
24	18	11	0.63	0.30
25	20	14	0.74	0.26

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ข้อที่	R	R	ค่าความยาก (p)	อำนาจจำแนก ( r )
26	17	12	0.63	0.22
27	20	15	0.76	0.22
28	21	10	0.67	0.48
29	20	14	0.74	0.26
30	16	10	0.57	0.26
31	14	3	0.37	0.48
32	8	2	0.22	0.26
33	16	10	0.57	0.26
34	17	11	0.61	0.26
35	8	1	0.20	0.30
36	10	5	0.33	0.22
37	8	2	0.22	0.26
38	18	5	0.50	0.57
39	19	11	0.65	0.35
40	20	13	0.72	0.30

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่องจำนวนเต็มลบ ในการทดสอบหาคุณภาพครั้งที่ 2

ข้อที่	p	q(1-p)	pq	ข้อที่	p	q(1-p)	pq
1	0.72	0.28	0.20	21	0.67	0.33	0.22
2	0.63	0.37	0.23	22	0.28	0.72	0.20
3	0.72	0.28	0.20	23	0.65	0.35	0.23
4	0.76	0.24	0.18	24	0.63	0.37	0.23
5	0.74	0.26	0.19	25	0.74	0.26	0.19
6	0.74	0.26	0.19	26	0.63	0.37	0.23
7	0.65	0.35	0.23	27	0.76	0.24	0.18
8	0.80	0.20	0.16	28	0.67	0.33	0.22
9	0.67	0.33	0.22	29	0.74	0.26	0.19
10	0.76	0.24	0.18	30	0.57	0.43	0.25
11	0.63	0.37	0.23	31	0.37	0.63	0.23
12	0.65	0.35	0.23	32	0.22	0.78	0.17
13	0.80	0.20	0.16	33	0.57	0.43	0.25
14	0.70	0.30	0.21	34	0.61	0.39	0.24
15	0.67	0.33	0.22	35	0.20	0.80	0.16
16	0.43	0.57	0.25	36	0.33	0.67	0.22
17	0.74	0.26	0.19	37	0.22	0.78	0.17
18	0.70	0.30	0.21	38	0.50	0.50	0.25
19	0.70	0.30	0.21	39	0.65	0.35	0.23
20	0.76	0.24	0.18	40	0.72	0.28	0.20

$$\sum pq = 7.34$$

ตารางที่ 11 แสดงคะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค102)

เรื่อง จำนวนเต็มลบ จากการทดสอบนักเรียนจำนวน 46 คน ในการทดสอบหาคุณภาพครั้งที่ 2

คนที่	คะแนน(x)	$x^2$	คนที่	คะแนน(x)	$x^2$
1	32	1024	24	34	1156
2	32	1024	25	33	1089
3	35	1225	26	29	841
4	30	900	27	28	784
5	22	484	28	28	784
6	31	961	29	28	784
7	32	1024	30	28	784
8	34	1156	31	23	529
9	31	961	32	20	400
10	28	784	33	34	1156
11	29	841	34	30	900
12	31	961	35	34	1156
13	38	1444	36	35	1225
14	26	676	37	27	729
15	28	784	38	24	576
16	29	841	39	25	625
17	32	1024	40	24	576
18	33	1089	41	29	841
19	28	784	42	21	441
20	27	729	43	30	900
21	29	841	44	22	484
22	35	1225	45	27	729
23	30	900	46	15	225

$$\sum x = 1,330 \quad \sum x^2 = 39,396$$

การคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ (ค 102) เรื่อง จำนวนเต็มลบ ในการทดสอบหาคุณภาพครั้งที่ 2

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนน

$$\begin{aligned}\text{สูตร } \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{1330}{46} \\ &= 28.91\end{aligned}$$

2. หาค่าความแปรปรวน ( $S^2$ ) ของคะแนน

$$\begin{aligned}\text{สูตร } S^2 &= \frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2 \\ &= \frac{39,396}{46} - \left(\frac{1330}{46}\right)^2 \\ &= 856.43 - 832.76 \\ &= 23.67\end{aligned}$$

3. หาค่าความเที่ยง ( $r_{tt}$ ) ของแบบทดสอบ

$$\begin{aligned}\text{สูตร } r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[ 1 - \frac{7.34}{23.67} \right] \\ &= 0.75\end{aligned}$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 วิเคราะห์จำนวนพฤติกรรมย่อยที่ต้องการวัดในเรื่อง จำนวนเต็มลบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				รวม
	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การ วิเคราะห์	
นักเรียนสามารถ 1. เรียงลำดับจำนวนเต็มจาก น้อยไปมาก และจากมากไป น้อย	2 (ข้อ1,5)	4 (ข้อ2,3,4,7)	-	1 (ข้อ6)	7
2. เปรียบเทียบจำนวนเต็ม	2 (ข้อ10,12)	6 (ข้อ 8,9,13,14, 15,17)	1 (ข้อ11)	1 (ข้อ16)	10
3. บอกค่าสัมบูรณ์ จำนวนตรง ข้าม และสามารถหาผลบวก ผลลบของจำนวนเต็มที่ กำหนดให้ได้	3 (ข้อ 19,20,21)	2 (ข้อ 18,23)	-	2 (ข้อ 22,24)	7
4. หาพิกัดของจุดที่กำหนดให้ บนระนาบจำนวน	5 (ข้อ 25,26,27, 28,30)	1 (ข้อ 29)	1 (ข้อ 32)	1 (ข้อ 31)	8
5. เขียนกราฟของคู่อันดับ	-	3 (ข้อ 34,35,40)	1 (ข้อ 33)	4 (ข้อ 36,37,38, 39)	8
รวม	12	16	3	9	40

## แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ค 102 เรื่อง จำนวนเต็มลบ จำนวน 40 ข้อ เวลา 60 นาที

1. จำนวนในข้อใดเรียงลำดับจากมากไปน้อย

- ก.  $-9, -6, -3, 0$
- ข.  $-3, -6, -9, 0$
- ค.  $0, -3, -6, -9$
- ง.  $0, -9, -6, -3$

2. จำนวนเต็มทุกจำนวนที่ต่างจาก  $-1$  อยู่

5 หน่วย คือ

- ก. 4 และ  $-6$
- ข. 4 และ  $-4$
- ค. 5 และ  $-5$
- ง. 6 และ  $-6$

3. จำนวนใดที่ต่อจาก  $-14$  โดยเพิ่มขึ้นครั้ง

ละ 5

- ก.  $-9, -5, -1, 3$
- ข.  $-9, -4, 1, 6$
- ค.  $-10, -5, 0, 5$
- ง.  $-10, -4, 1, 6$

4. ถ้า  $-8 < A < -4$  แล้ว A ควรมีค่าเท่า

ใดบ้าง เมื่อ A เป็นจำนวนเต็ม

- ก.  $-9, -10, -11$
- ข.  $-8, -7, -5$
- ค.  $-7, -6, -5$
- ง.  $-6, -5, -4$

5. จำนวนในข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไป  
มาก

- ก.  $-2, 3, 0, -9, -7$
- ข.  $-9, -7, 0, -2, 3$
- ค.  $-7, 0, -2, 3, -9$
- ง.  $-9, -7, -2, 0, 3$

6. จำนวนที่เรียงต่อจากจำนวนที่กำหนดให้

4 จำนวนนี้  $-19, -15, -11, -7, \dots$

- ก.  $-3, 1, 5, 9$
- ข.  $-3, 0, 2, 5$
- ค.  $-3, -1, 1, 4$
- ง.  $-4, 0, 4, 8$

7. จำนวนที่ลดลงจาก  $-23$  ทีละ 4 คือข้อใด

- ก.  $-39, -35, -31, -21$
- ข.  $-27, -31, -35, -39$
- ค.  $-27, -35, -31, -39$
- ง.  $-39, -35, -21, -31$

8. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นเท็จ

- ก. ศูนย์เป็นจำนวนเต็ม
- ข. จำนวนเต็มบวกเป็นจำนวนนับ
- ค. จำนวนเต็มลบเป็นจำนวนเต็ม
- ง. จำนวนเต็มเป็นจำนวนนับ



9. จำนวนเต็มลบที่ใกล้ศูนย์มากที่สุดคือ

- ก.  $-0.5$
- ข.  $-1$
- ค.  $-1.5$
- ง.  $-2$

10. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นจริง

- ก.  $5 < -10$
- ข.  $-7 > -8$
- ค.  $-3 < -4$
- ง.  $-1 > 0$

11. สารชนิดหนึ่งมีอุณหภูมิ  $-10$  องศาเซลเซียส นำไปทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น  $15$  องศาเซลเซียส แล้วทำให้อุณหภูมิลดลง  $8$  องศาเซลเซียส สุดท้ายสารนี้จะมีอุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส

- ก.  $-17$
- ข.  $-3$
- ค.  $7$
- ง.  $13$

12. ข้อใดเป็นเท็จ

- ก.  $-4 < -3$
- ข.  $-3 < -5$
- ค.  $-7 < -6$
- ง.  $-10 < 0$

13. จำนวนเต็มลบที่อยู่ระหว่าง  $1$  กับ  $-20$  ที่มีค่ามากที่สุด คือข้อใด

- ก.  $-20$
- ข.  $-19$
- ค.  $0$
- ง.  $-1$

14. ข้อใดเป็นเท็จ

- ก.  $0 > -2 > -5$
- ข.  $-1 > -5 > -7$
- ค.  $-5 < 1 < 4$
- ง.  $-1 < -2 < -3$

15. จำนวนเต็มที่มีค่ามากกว่า  $-15$  อยู่  $10$  คือข้อใด

- ก.  $5$
- ข.  $0$
- ค.  $-5$
- ง.  $-25$

16. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

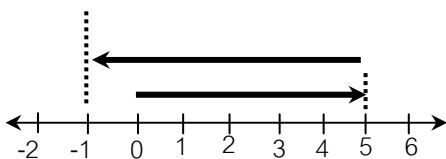
- (1) สำหรับจำนวนเต็มบวก  $a$  ใดๆ  $-2 < a$
- (2) สำหรับจำนวนเต็มลบ  $b$  ใดๆ  $b < 0$

- ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด
- ข. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก
- ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ
- ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

17. จุดเดือดของไฮโดรเจน ฮีเลียม นีออน และไนโตรเจน เท่ากับ  $-253$ ,  $-296$ ,  $-246$  และ  $-196$  องศาเซลเซียส ตามลำดับ ธาตุใดที่มีจุดเดือดสูงที่สุด

- ก. ไฮโดรเจน
- ข. ไนโตรเจน
- ค. ฮีเลียม
- ง. นีออน

18. จากเส้นจำนวนคือคำตอบของข้อใด



- ก.  $5 + 1$       ข.  $5 - 1$   
ค.  $5 - 6$       ง.  $0 + 5 + (-1)$

19. ค่าสัมบูรณ์และจำนวนตรงข้ามของ  $-30$  มีค่าเท่ากับข้อใดตามลำดับ

- ก. 30 และ 30  
ข. 30 และ  $-30$   
ค.  $-30$  และ 30  
ง.  $-30$  และ  $-30$

20.  $(-37) + 24$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 13  
ข.  $-13$   
ค. 61  
ง.  $-61$

21.  $37 - (-24)$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 13  
ข.  $-13$   
ค. 61  
ง.  $-61$

22. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

- (1) ถ้า  $a$  เป็นจำนวนใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ  $a = -a$   
(2) ถ้า  $b$  เป็นจำนวนเต็ม และ  $b < 0$  ค่าสัมบูรณ์ของ  $b = b$

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด  
ข. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก  
ค. ถูกทั้ง 2 ข้อ  
ง. ผิดทั้ง 2 ข้อ

23.  $\xi - 19 - 5 \xi$  มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 14  
ข.  $-14$   
ค. 24  
ง.  $-24$

24. ถ้า  $a = -5$  และ  $b = 5$  จำนวนตรงข้ามของ  $a - b$  มีค่าเท่าใด

- ก. 10  
ข.  $-10$   
ค. 0  
ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

25. คู่อันดับใดที่แทนจุดที่แกน X และแกน Y ตัดกันบนระนาบ

- ก. (1,1)  
ข. (1,0)  
ค. (0,1)  
ง. (0,0)

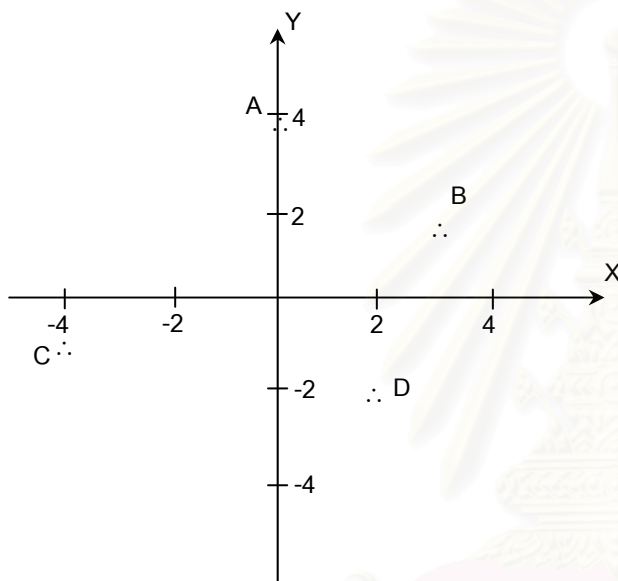
26. พิกัดของจุด ๆ หนึ่ง ที่สมาชิกตัวแรกและสมาชิกตัวที่สองเป็นจำนวนเต็มลบทั้งคู่ จุดนั้นอยู่ในจุดภาคใด

- ก. 1  
ข. 2  
ค. 3  
ง. 4

27. แกน X และแกน Y ตัดกัน จะแบ่งระนาบ  
ออกเป็นกี่จุดภาค

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 4

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 28 - 30



28. พิกัดของจุด A คือข้อใด

- ก. (0,4)
- ข. (4,0)
- ค. (4,4)
- ง. (4,1)

29. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. จุด A อยู่บนแกน Y
- ข. พิกัดของจุด B คือ (3,2)
- ค. พิกัดของจุด C คือ (-4,1)
- ง. พิกัดของจุด D คือ (2,2)

30. จุดใดที่อยู่ในจุดภาคที่ 4

- ก. จุด A
- ข. จุด B
- ค. จุด C
- ง. จุด D

31. จุด A มีพิกัด (-1,3) จุด B มีพิกัด (2,2)  
จุด C มีกััดตรงกับข้อใดจึงจะทำให้  $\triangle ABC$   
เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

- ก. (2,3)
- ข. (2,0)
- ค. (-1,1)
- ง. (3,2)

32. จุด P มีพิกัด (4,-3) ลาก  $\overline{PQ}$  ตั้งฉาก  
กับแกน Y ที่จุด Q จุด Q มีพิกัดตรงกับข้อใด

- ก. (4,0)
- ข. (0,4)
- ค. (-3,0)
- ง. (0,-3)

33. จากสมการ  $y = x - 5$  เขียนตาราง  
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า x และ y ได้  
ดังข้อใด

ก.

X	0	5	10
y	0	0	5

ข.

X	0	7	9
y	0	2	4

ค.

X	5	7	8
y	0	2	3

ง.

X	5	9	10
y	0	3	5

34. สมการ  $y = -2x + 5$  คู่อันดับเมื่อ

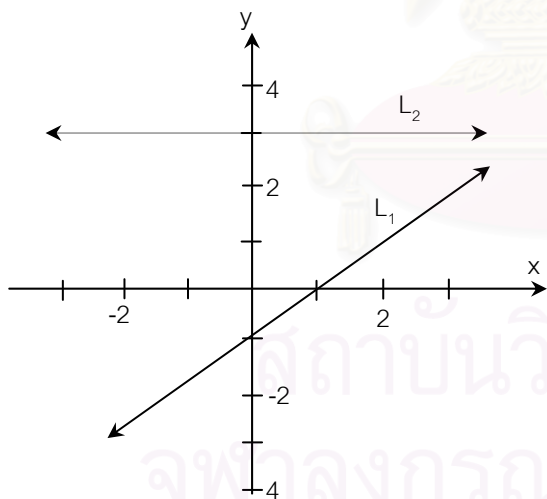
$x = 0$  มีค่าดังข้อใด

- ก. (5,0)
- ข. (0,5)
- ค. (0,0)
- ง. (1,3)

35. คำตอบของสมการ  $y = 2x - 1$  เมื่อ  $x$  และ  $y$  เป็นจำนวนนับ นำมาเขียนกราฟจะได้กราฟดังข้อใด

- ก. กราฟเป็นจุด ๆ เดียว
- ข. กราฟเป็นจุดเรียงกันเป็นเส้นตรง
- ค. กราฟเป็นส่วนของเส้นตรง
- ง. กราฟผ่านจุด (0,0)

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 36 – 38



36. เส้นตรง  $L_1$  แทนด้วยสมการในข้อใด

- ก.  $y = x - 1$
- ข.  $y = x + 1$
- ค.  $y = -x + 1$
- ง.  $y = -x - 1$

37. คู่อันดับในข้อใดที่อยู่บนเส้นตรง  $L_1$

- ก. (3,4)
- ข. (-1,1)
- ค. (1,2)
- ง. (2,1)

38. พิกัดของจุดในข้อใดที่อยู่บนเส้นตรง  $L_2$

- ก. (3,1), (3,0), (3,2)
- ข. (1,3), (0,3), (2,3)
- ค. (1,1), (2,2), (3,3)
- ง. (-1,1), (1,1), (3,1)

39. จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $x$  และ  $y$  ข้างล่างนี้ เกิดจากสมการใด


X	1	2	3	4	5
y	1	3	5	7	9

- ก.  $y = x$
- ข.  $y = 2x + 1$
- ค.  $y = 2x - 1$
- ง.  $y = x + 2$

40. จากสมการในข้อ 39 ถ้า  $x = 9$

$y$  จะมีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 9
- ข. 11
- ค. 17
- ง. 19



ภาคผนวก จ  
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ค 102    บทที่ 6 จำนวนเต็มลบ    คาบที่ 11 เรื่อง กราฟ (3)

---

### 1.สาระสำคัญ

การเขียนกราฟของสมการเส้นตรง  $y = ax + b$  เมื่อ  $x, y$  เป็นจำนวนใดๆ และ  $a \neq 0$  สามารถทำได้โดยการแทนค่า  $x$  เพื่อหาค่า  $y$  ในสมการเส้นตรงที่กำหนดให้

### 2.จุดประสงค์ปลายทาง

นักเรียนสามารถเขียนกราฟของสมการเส้นตรงอย่างง่ายได้ถูกต้อง

### 3.จุดประสงค์นำทาง

นักเรียนสามารถ

1. เขียนระนาบจำนวน และบอกตำแหน่งของจุดภาคบนระนาบจำนวนได้
2. หาพิกัดของจุดที่กำหนดให้ บนระนาบจำนวนได้
3. เขียนกราฟของคู่อันดับได้
4. หาคำตอบของสมการสองตัวแปร เมื่อกำหนดค่าของตัวแปรตัวหนึ่งให้ได้

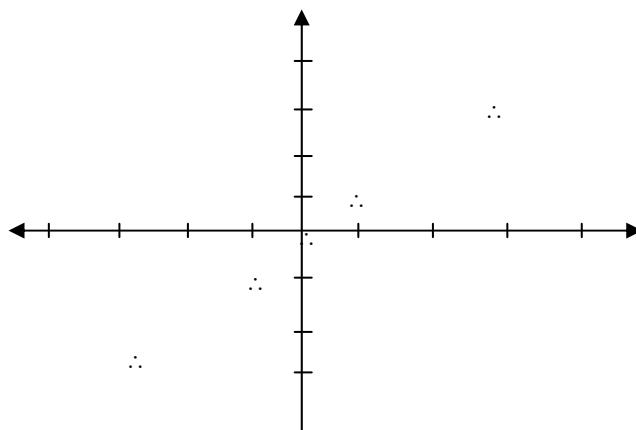
### 4. เนื้อหา

1. การเขียนกราฟของสมการเส้นตรง สามารถทำได้โดยการแทนค่า  $x$  เพื่อหาค่า  $y$  ในสมการเส้นตรงที่กำหนดให้ เมื่อ  $x$  และ  $y$  เป็นจำนวนใดๆ

2. ตัวอย่างที่ 1    ให้นักเรียนหาคำตอบของสมการ  $y = x$  แล้วเขียนคำตอบเติมลงในตารางข้างล่างนี้

X	0	1	3		-3	-4
y	0	1	-1			

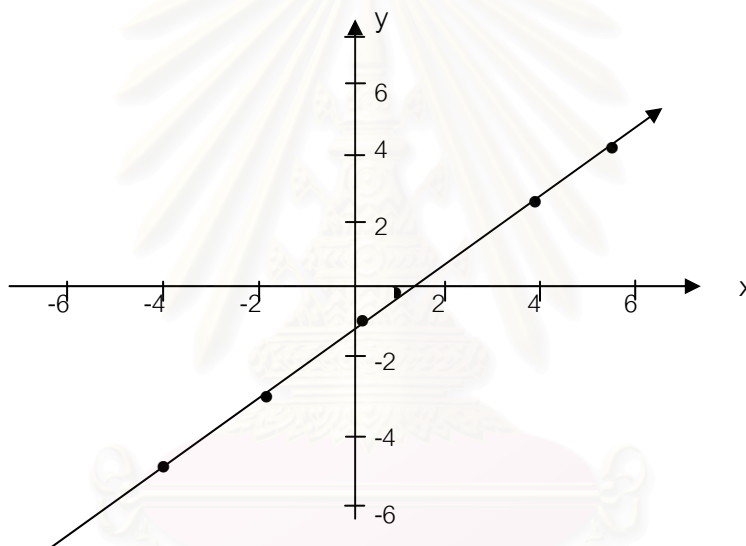
เขียนกราฟของคู่อันดับจากตารางได้ดังนี้



3. การเขียนกราฟของสมการเส้นตรง ถ้าเขียนกราฟของคู่อันดับทุกคู่ที่เป็นคำตอบของสมการเส้นตรง เมื่อ  $y = ax + b$   $x$  และ  $y$  แทนจำนวนใด ๆ และ  $a \neq 0$  จะได้กราฟเป็นเส้นตรง

4. ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนกราฟของสมการ  $y = x - 1$  เมื่อ  $X$  และ  $y$  แทนจำนวนใด ๆ  
วิธีทำ หาค่า  $x$  และ  $y$  ที่สอดคล้องกับสมการ

x	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
Y=x-1	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4



5. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำ

1. ครูเฉลยและอธิบายแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 5
2. ครูทบทวนเรื่องคู่อันดับ การหาพิกัดของคู่อันดับบนระนาบจำนวน

ขั้นสอน

1. ครูให้นักเรียนสังเกตกราฟที่เป็นคำตอบของแบบฝึกหัดในข้อที่ 6 - 10 ของแบบฝึกหัดที่ผ่านมา ซึ่งมีลักษณะเรียงเป็นแนวเส้นตรง จากนั้นครูอธิบายให้เห็นว่า จุดเหล่านั้นมาจาก  $(x, y)$  ซึ่งเป็นคำตอบของสมการเส้นตรง

2. ครูเขียนโจทย์ตัวอย่างที่ 1 บนกระดาน จากนั้นครูสุ่มให้นักเรียนออกมาเติมคำตอบในตาราง และเขียนพิกัดของจุดบนระนาบจำนวนที่ละคน

3. จากโจทย์ตัวอย่างที่ 1 ครูให้อธิบายเพื่อให้เห็นว่า ถ้าเขียนกราฟของคู่อันดับทุกคู่ที่เป็นคำตอบของสมการ  $y = x$  เมื่อ  $x, y$  แทนจำนวนใด ๆ จะได้กราฟที่เป็นเส้นตรง

4. ครูเขียนโจทย์ตัวอย่างที่ 2 บนกระดาน จากนั้นครูอธิบายถึงวิธีการเขียนกราฟของสมการเส้นตรง นั่นคือการนิยามกำหนดค่า  $x$  ที่เป็นจำนวนเต็ม เพื่อหาค่า  $y$  ซึ่งครูสมมติค่า  $x$  ให้แล้วให้นักเรียนหาค่า  $y$  ออกมา จากนั้นครูให้นักเรียนเขียนระนาบจำนวนแล้วเขียนพิกัดของแต่ละคู่อันดับในสมุดแบบฝึกหัด

### ขั้นสรุป

1. ครูและนักเรียนสรุปหลักการเขียนสมการเส้นตรง และรูปแบบของสมการเส้นตรงแล้วบันทึกลงสมุด

2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมเป็นการบ้าน

## 6. สื่อการเรียนรู้การสอน

1. ใบกิจกรรม
2. กระดานกราฟ
3. ซอล์กสี
4. ไม้เมตร

## 7. การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากความสนใจในการเรียน	1. นักเรียนส่วนใหญ่สนใจในการเรียน
2. สังเกตจากการตอบคำถาม	2. นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามได้ถูกต้อง
3. สังเกตจากการทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรม	3. นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมได้ถูกต้อง



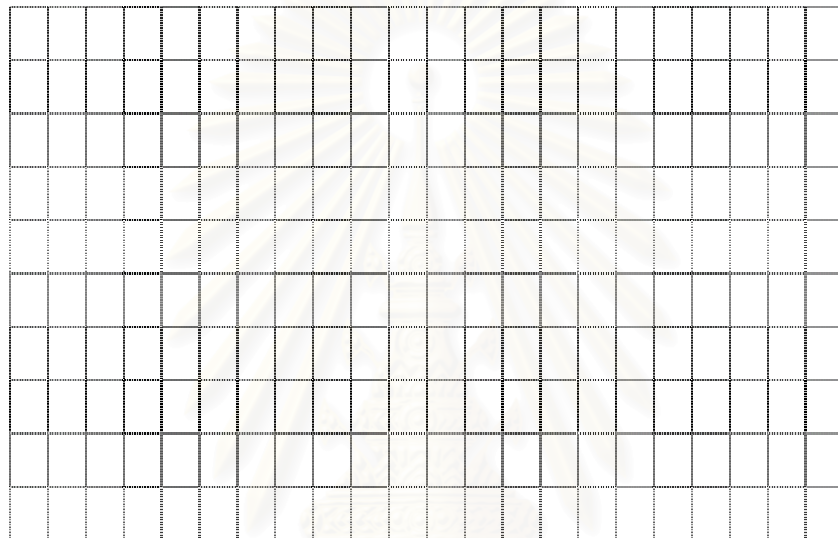
## ใบกิจกรรม

คะแนนที่ได้

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

1. จงลากจุดต่อไปนี้บนระนาบจำนวน

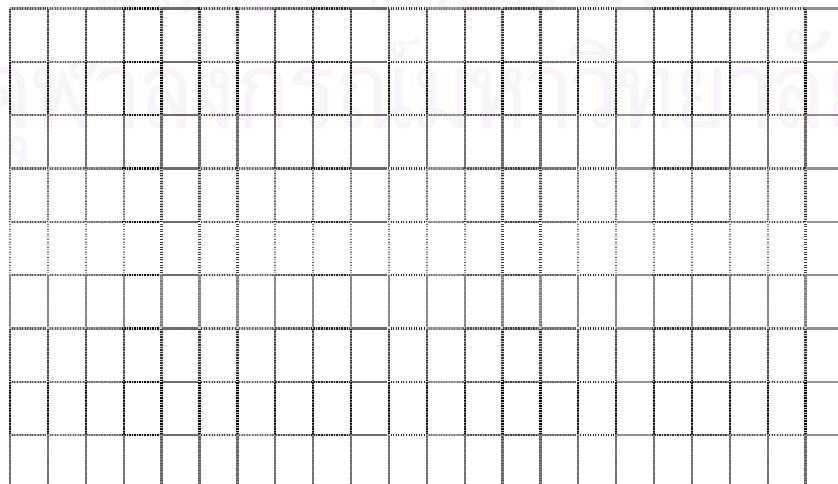
A (-3, 2) , B (0, 6) , C (-4, -5) , D (2, -3) , E (-5, 0) และ F (4, 4)



2. จงเขียนกราฟของสมการต่อไปนี้ เมื่อ  $x$  และ  $y$  แทนจำนวนใด ๆ

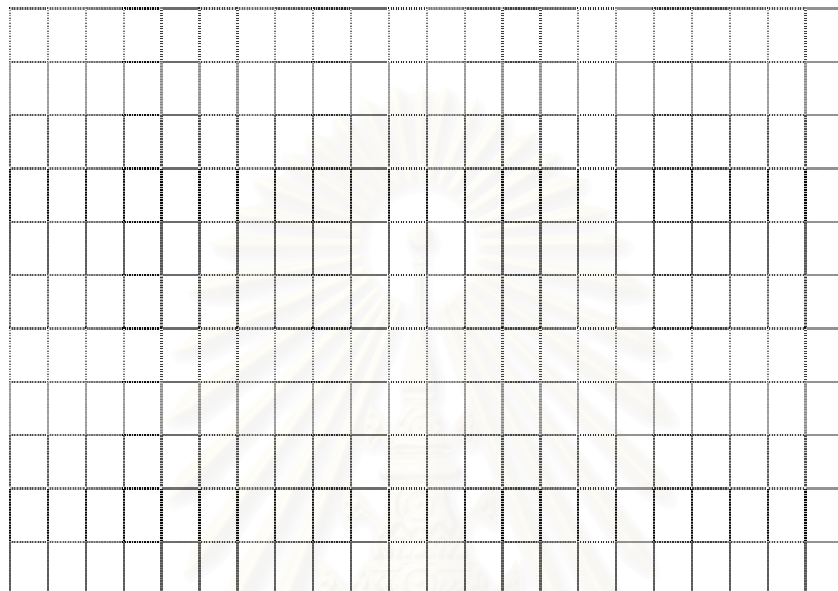
(1)  $y = x - 3$

X	4	5	2	1	0	-1	-2	-3
Y								



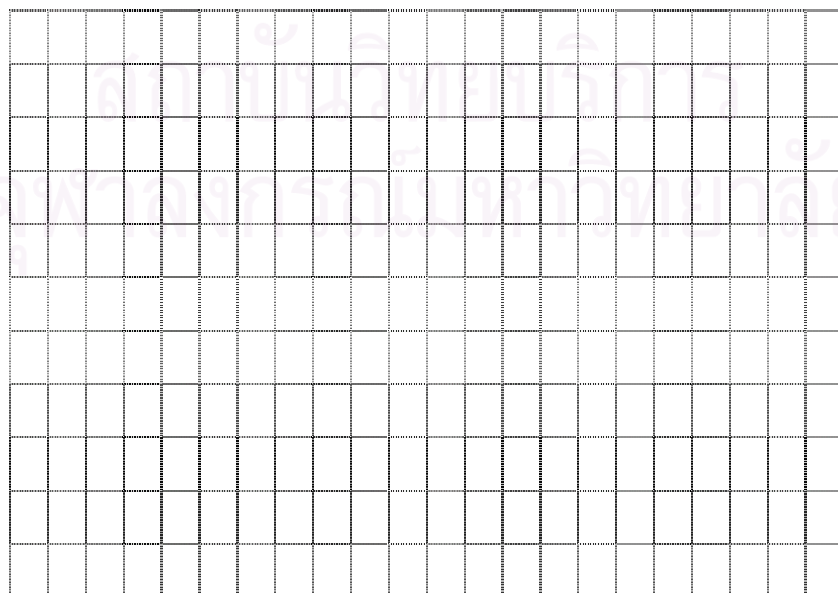
$$(2) y = 2x - 1$$

X								
Y								



$$(3) y = 3x - 5$$

X								
Y								



# บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เพื่อ...

## การฝึกสมรรถภาพทางสมอง

ถั่วตัดควีน



โดย นายไพบูลย์ สุทธิ  
สาขาวิชาการศึกษาบัณฑิต

กลับ

ต่อไป

ออกจากโปรแกรม

กรุณาพิมพ์ชื่อของผู้เรียน  
แล้วกด Enter

ไพบูลย์ สุทธิ

ยินดีต้อนรับ

คุณ ไพบูลย์ สุทธิ

กลับ

ต่อไป

ออกจากโปรแกรม

1. บทเรียนนี้เป็นการฝึกสมรรถภาพทางสมอง 2 ด้าน คือ  
 ความสามารถด้านจำนวน ประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 5 ชุด  
 ความสามารถด้านเหตุผล ประกอบด้วยแบบฝึกจำนวน 7 ชุด

2. แบบฝึกในแต่ละชุดประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยคำอธิบาย และตัวอย่างแบบฝึก 1 ข้อ

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยคำถามซึ่งเป็นแบบปรนัยจำนวน 15 ข้อ

ตั้งชื่อ 3 นะ

กลับ    ต่อไป    ออกจากโปรแกรม

3. แบบฝึกแต่ละชุดใช้เวลาในการฝึกประมาณ 20 นาที

4. คำถามแต่ละข้อนักเรียนมีโอกาสตอบ ได้ 2 ครั้ง ซึ่งถ้า  
 นักเรียนยังตอบ ไม่ถูกจะมีเฉลยให้นักเรียนศึกษา

5. แบบฝึกในแต่ละชุด ถ้านักเรียน ได้คะแนนน้อยกว่า 80 %  
 นักเรียนควรกลับไปศึกษาอีกครั้งหนึ่ง

6. เพื่อให้บรรลุผลของการฝึก ขอให้นักเรียนพยายามทำคะแนน  
 ให้ได้มากที่สุด

ตั้งใจศึกษาและทำคะแนน  
 ให้ได้มากที่สุด นะครับ

กลับ    ต่อไป    ออกจากโปรแกรม

เลือกเข้าสู่เมนูหลักครับ

เมนูหลัก    ออกจากโปรแกรม

**กรุณาเลือกเดือนขงขงที่ต้งการ**

แบบฝึกความสามารถด้านภาษา

จุดที่ 1    จุดที่ 2    จุดที่ 3    จุดที่ 4    จุดที่ 5

**แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล**

จุดที่ 1    จุดที่ 2    จุดที่ 3    จุดที่ 4

จุดที่ 5    จุดที่ 6    จุดที่ 7

ออกจากโปรแกรม




**แบบฝึกความสามารถด้านงานาน**

**แบบฝึกชุดที่ 2**

**การเรียงลำดับอนุกรมพหรรพลา (การอบ)**

ต่อไป    กลับมขง    ออกจากโปรแกรม

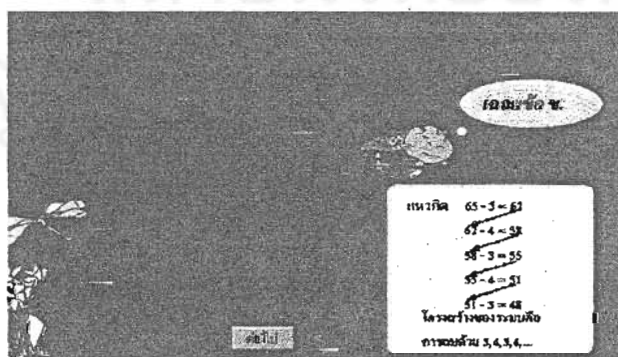
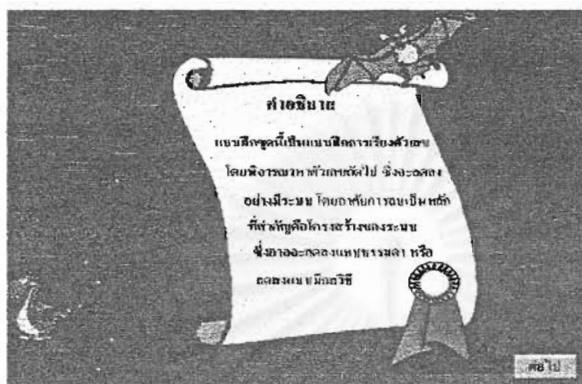


**กรุณาเลือกหัวข้อที่ต้งการ**

ฟอชอิมเอ

แบบฝึก

ถขงมขง




ดอมบอง




สหพัตต์ 43-1=42  
 42-2=40  
 40-3=37  
 37-4=33  
 33-5=28  
 โดระตรางของระหมตคือ  
 ครอบหัว 1,2,3,4,5...

กลับ    ต่อไป



กลับ    ต่อไป

ดอมบอง



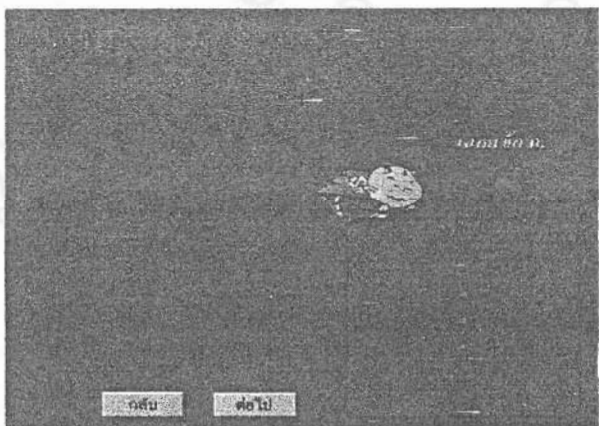
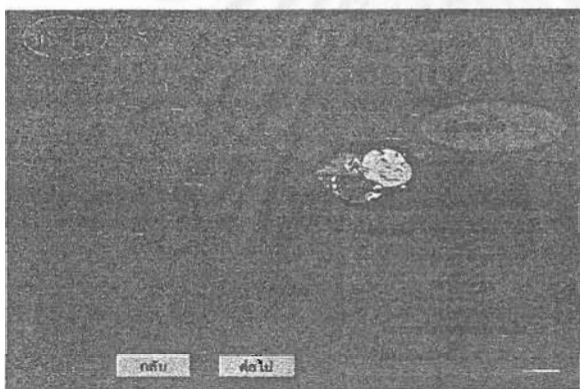
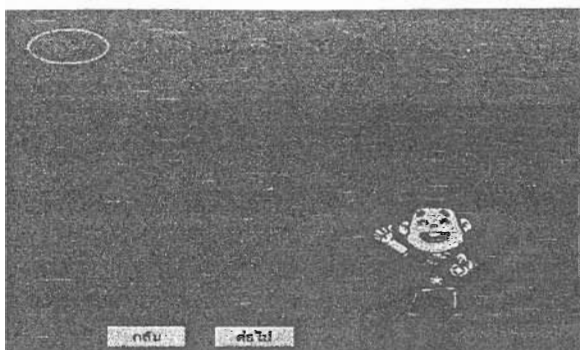
สหพัตต์ 55-1=54  
 54-2=52  
 52-3=49  
 49-4=45  
 45-5=40  
 40-6=34  
 โดระตรางของระหมตคือ  
 ครอบหัว

กลับ    ต่อไป

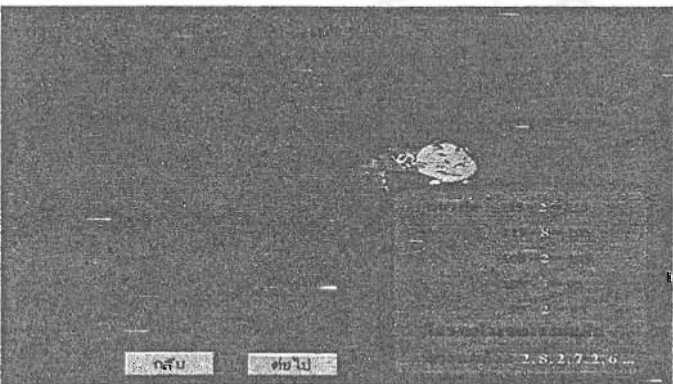
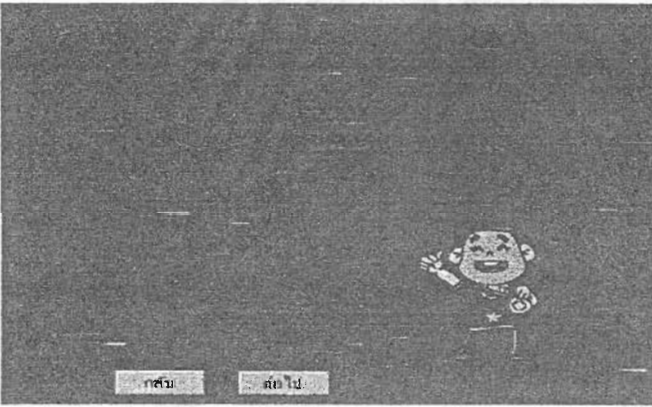
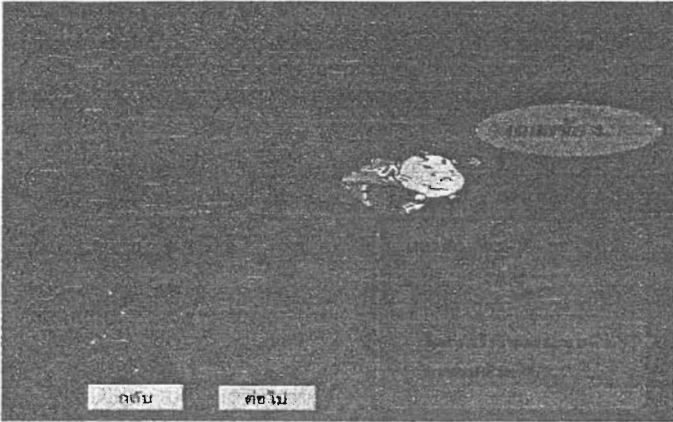
สถาบันวิทยบริการ  
 วิทยาลัย



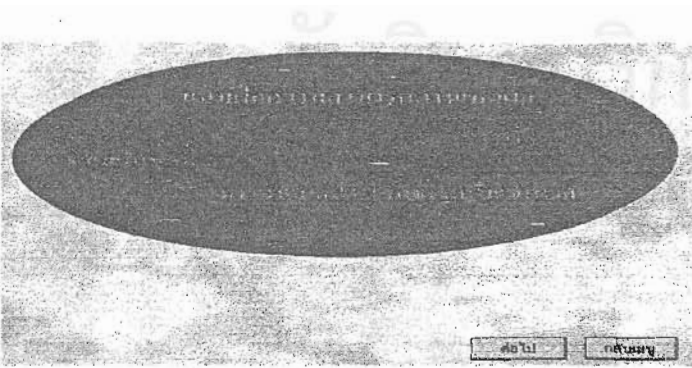
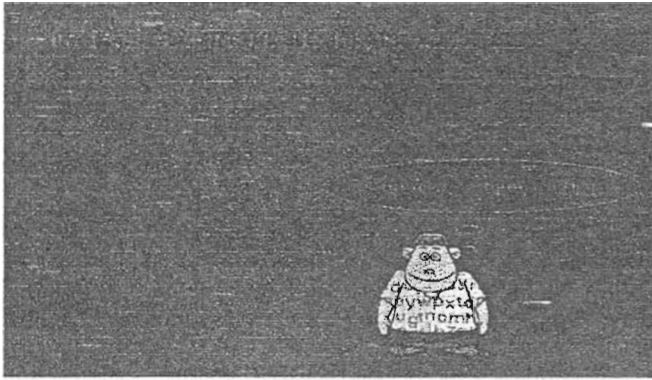




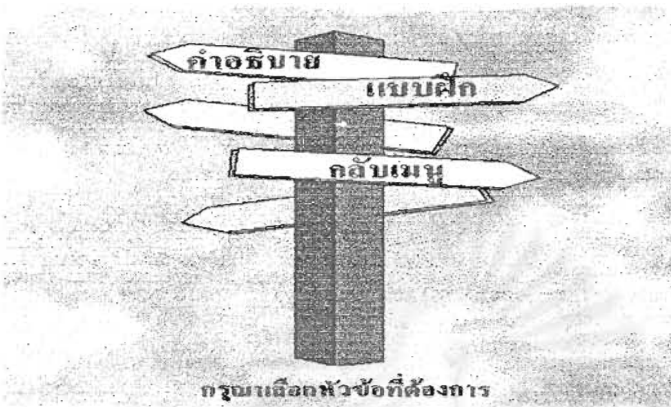
การ  
วิทยาลัย



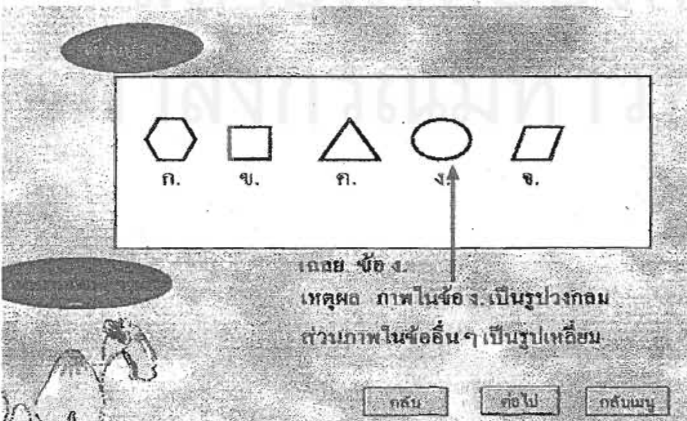
สถาบันวิทยบริการ  
มหาวิทยาลัย

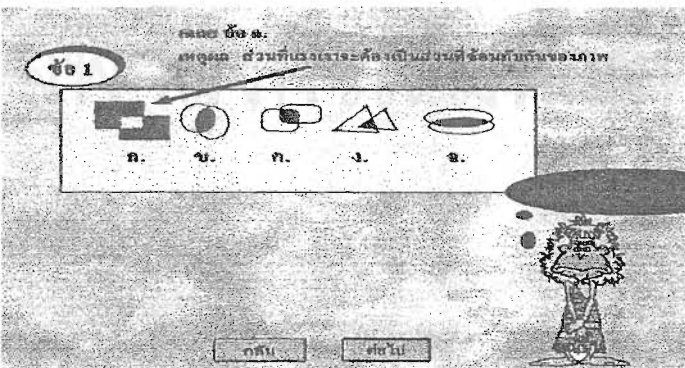
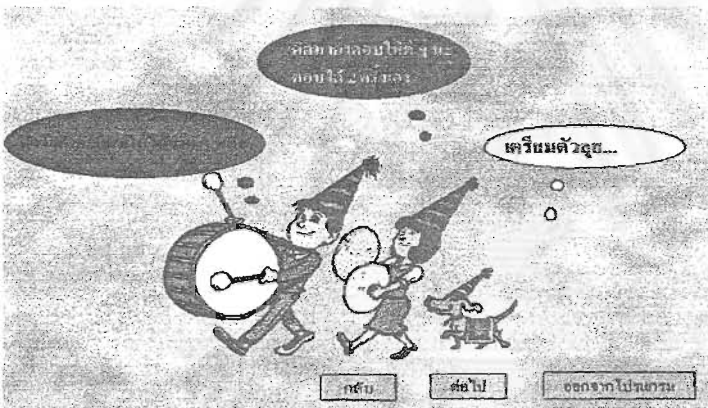
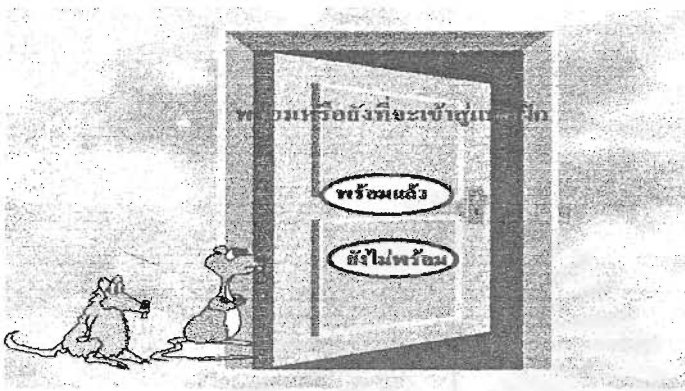


การ  
พยาบาล



กรูปรเบือกหัวข้อที่ดองการ





สถาบันวิทยบริการ  
 ยาลัย

**ข้อ 2**

ผลคูณ ข้อ ก.  
 เหตุผล: ส่วนที่แรเงาจะกลายเป็นสีเทาที่ซ่อนอยู่ภายในของภาพ

ก. ข. ค. ง. ฉ.

กสิม      คอไม

**ข้อ 3**

ผลคูณ ข้อ ง.  
 เหตุผล: มีส่วนที่ซ่อนอยู่ภายในของภาพทั้ง 3 ภาพ

ก. ข. ค. ง. ฉ.

กสิม      คอไม

**ข้อ 4**

ผลคูณ ข้อ ค.  
 เหตุผล: มีส่วนที่ซ่อนอยู่ภายในของภาพอื่น ๆ คือ ภาพใหญ่มีจุดสีขาว และภาพเล็กมีจุดสีขาวซ่อนอยู่

ก. ข. ค. ง. ฉ.

กสิม      คอไม

ข้อ 5

คำตอบ ข้อ ข.  
เหตุผล - เป็นรูปวงกลม ส่วนที่แรเงาขึ้น ๆ  
เป็นมีลักษณะเป็นรูปวงกลม

ก. ข. ค. ง. จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

ข้อ 6

คำตอบ ข้อ ง.  
เหตุผล - ภาพที่แสดงการพับกระดาษ เป็นภาพที่ โคนด้านขึ้น

ก. ข. ค. ง. จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

ข้อ 7

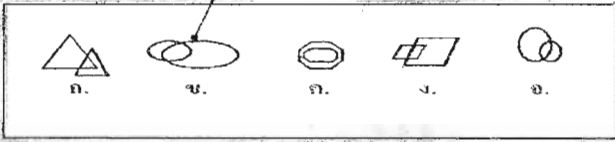
ก. ข. ค. ง. จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

ก.ข.ค.ง.จ.

เฉลย ข้อ ข.  
เหตุผล ภาพใหญ่กับภาพเล็ก ส่วนข้ออื่น ๆ ภาพเล็กกับภาพใหญ่

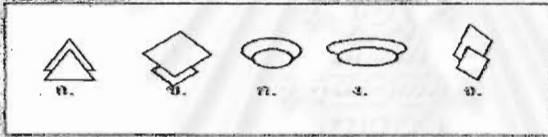
ข้อ 8



กลับ

ต่อไป

ข้อ 9



กลับ

ต่อไป

เฉลย ข้อ ข.  
เหตุผล ด้านที่ตรงเราอยู่มีลักษณะเหมือนกัน ส่วนข้ออื่น ๆ ด้านที่ตรงเราอยู่ต่างกันทางเคียวกัน

ข้อ 10



กลับ

ต่อไป



เฉลย ข้อ ค.  
เหตุผล เป็นรูปวงกลม ส่วนข้ออื่น ๆ เป็นรูปหลายเหลี่ยม

**ข้อ 11**

ก. ข. ค. ง. จ.

กลับ    ต่อไป

เฉลย ข้อ ค.  
เหตุผล รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านที่บนและด้านขวาใหญ่กว่าด้านอื่น ๆ รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านที่บนและด้านขวาใหญ่

**ข้อ 12**

ก. ข. ค. ง. จ.

กลับ    ต่อไป

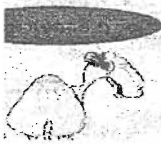
**ข้อ 13**

ก. ข. ค. ง. จ.

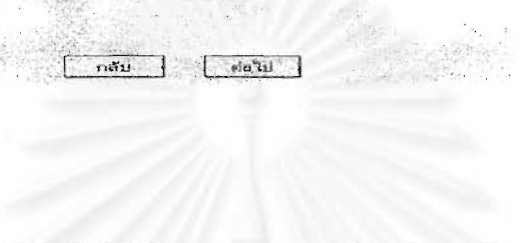
กลับ    ต่อไป

เฉลย ข้อ ก.  
เหตุผล มีการตัดกันของเส้น ด้วยข้ออื่น ๆ เส้นไม่ติดกัน

ข้อ 14

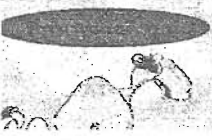
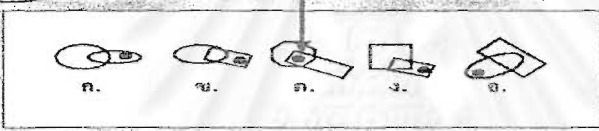


ก. ครับ  ง. ครับ



เฉลย ข้อ ก.  
เหตุผล จุดตัดของเส้นในส่วนที่ทับกัน ส่วนข้ออื่น ๆ จุดตัดอยู่ภายนอกของส่วนที่ทับกัน

ข้อ 15



ก. ครับ  ง. ครับ



ประเมินคำตอบ

ผิดสมทบ  ก. ครับ ข้อ ง.  ก. ครับ  ข้อ ง. ครับ ไม่ทราบ



กร  
ยาลัย

## แบบฝึกความสามารถด้านจำนวน

### แบบฝึกชุดที่ 1: การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การบวก)

#### คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มี 15 ข้อคำถาม เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือกใช้เวลา 15 นาที
2. แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกการเรียงตัวเลข โดยพิจารณาหาตัวเลขที่ถัดไป ซึ่งจะเพิ่มขึ้นอย่างมีระบบ โดยอาศัยการบวกเป็นหลัก ที่สำคัญคือ โครงสร้างของระบบ ซึ่งอาจจะเพิ่มขึ้นแบบธรรมดา หรือเพิ่มแบบมีกวลวิธี แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

#### ตัวอย่าง

ข้อ 0) 2, 3, 5, 8, 12, ...

ก. 14

ข. 15

ค. 16

ง. 17

จ. 18

เฉลย ข้อ ง.

แนวคิด เกิดจาก  $2 + 1 = 3$

$$3 + 2 = 5$$

$$4 + 3 = 8$$

$$8 + 4 = 12$$

$$12 + 5 = 17$$

โครงสร้างของระบบ คือ การบวกด้วย 1,2,3,4,...

\*\*\* ขอให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่ถูกต้องให้ได้มากที่สุด ในระยะเวลาที่กำหนด โดยห้ามข้อที่คิดหาคำตอบไม่ได้ไปก่อน แล้วค่อยย้อนกลับมาคิดใหม่อีกทีเมื่อมีเวลาเหลือ \*\*\*

แบบฝึกชุดที่ 1: การเรียงลำดับแบบอนุกรมธรรมดา (การบวก)

1. 0, 3, 6, 9, ...

ก. 10

ข. 11

ค. 12

ง. 13

จ. 14

2) 5, 10, 15, 20, ...

ก. 21

ข. 23

ค. 25

ง. 27

จ. 29

3) 2, 4, 6, 8, ...

ก. 18

ข. 16

ค. 14

ง. 12

จ. 10

4) 6, 12, 18, 24, ...

ก. 26

ข. 28

ค. 30

ง. 32

จ. 35

5) 3, 7, 11, 15, ...

ก. 18

ข. 19

ค. 20

ง. 21

จ. 22

6) 2, 6, 10, 14, ...

ก. 16

ข. 17

ค. 18

ง. 19

จ. 20

7) 14, 18, 22, 26, ...

ก. 28

ข. 30

ค. 32

ง. 34

จ. 36

8) 24, 31, 38, 45, ...

ก. 48

ข. 49

ค. 52

ง. 54

จ. 56

9) 22, 27, 32, 37, ...

ก. 39

ข. 40

ค. 41

ง. 42

จ. 46

10) 1, 3, 6, 8, 11, ...

ก. 12

ข. 13

ค. 14

ง. 15

จ. 16

11) 0, 2, 7, 9, 14, 16, ...

ก. 17

ข. 18

ค. 19

ง. 20

จ. 21

12) 3, 10, 16, 21, 25, ...

ก. 26

ข. 27

ค. 28

ง. 29

จ. 30

13) 4, 5, 7, 8, 11, 12, ...

ก. 13

ข. 14

ค. 15

ง. 16

จ. 17

14) 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, ...

ก. 24

ข. 25

ค. 26

ง. 27

จ. 28

15) 1, 2, 4, 7, 11, ...

ก. 12

ข. 13

ค. 14

ง. 15

จ. 16

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบฝึกความสามารถด้านเหตุผล

### แบบฝึกชุดที่ 4: การเรียงลำดับแบบอนุกรมภาพมิติเดียว

#### คำชี้แจง

1. แบบฝึกชุดนี้มี 15 ข้อคำถาม เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ใช้เวลาทำ 15 นาที
2. ก่อนทำแบบฝึกชุดนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดบนกระดาษคำตอบที่แจกให้ ให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบในแต่ละข้อให้พิจารณาภาพที่กำหนดให้ 3 หรือ 4 ภาพ ว่ามีแนวโน้มไปใน

ทิศทางใด แล้วพิจารณาเลือกภาพจากตัวเลือกในข้อ ก ถึง ง ซึ่งจะมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับภาพที่กำหนดให้ นั้น และทำเครื่องหมาย X ในกระดาษคำตอบที่แจกให้

#### ตัวอย่าง



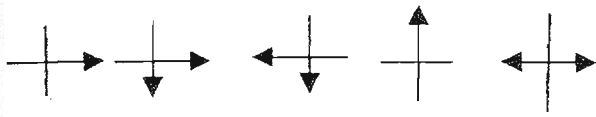
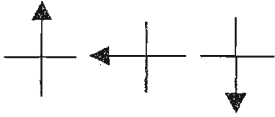
เฉลย ข้อ ค.

แนวคิด เพราะภาพที่กำหนดให้ 4 ภาพ มีแนวโน้มในการหมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา

\*\*\* ให้นักเรียนพยายามคิดให้รอบคอบ และตัดสินใจตอบทั้ง 15 ข้อ โดยให้ถูกต้องมากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดให้ \*\*\*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.



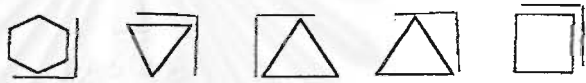
ก. ข. ค. ง. จ.

2.



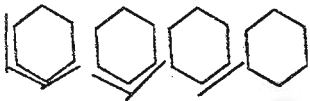
ก. ข. ค. ง. จ.

3.



ก. ข. ค. ง. จ.

4.



ก. ข. ค. ง. จ.

5.

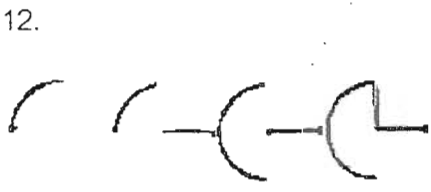
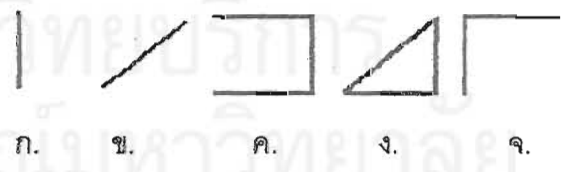
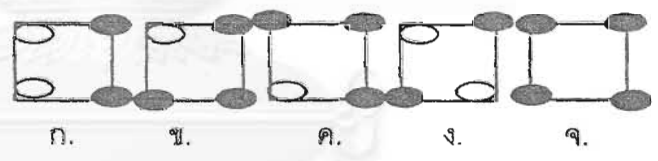
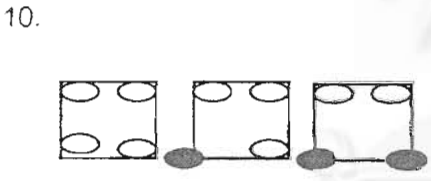
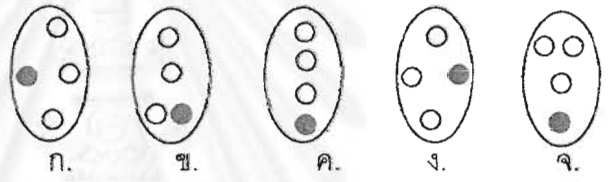
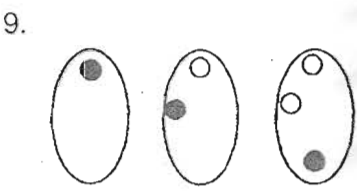
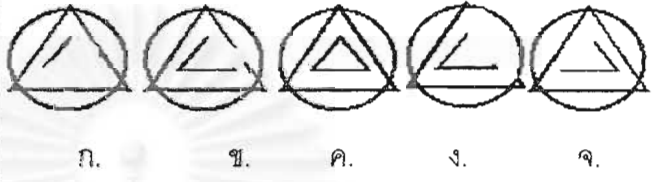
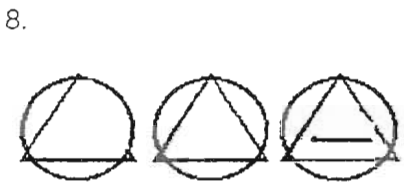
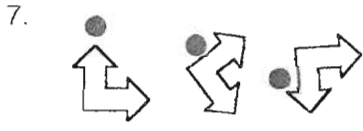


ก. ข. ค. ง. จ.

6.



ก. ข. ค. ง. จ.





13.



ก.                      ข.                      ค.                      ง.                      จ.

14.



ก.                      ข.                      ค.                      ง.                      จ.

15.



ก.                      ข.                      ค.                      ง.                      จ.

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายไพบุลย์ สุทธิ เกิดวันพฤหัสบดี ที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2517 ที่อำเภอรัตนบุรี จังหวัด สุรินทร์ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ (เกียรตินิยม อันดับ 2) สถาบันราชภัฏนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2539 และสำเร็จการศึกษาปริญญาตรีศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในปี พ.ศ. 2543 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2541 ปัจจุบันรับราชการที่โรงเรียนบ้านดงเป็อยอำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย