การหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัย

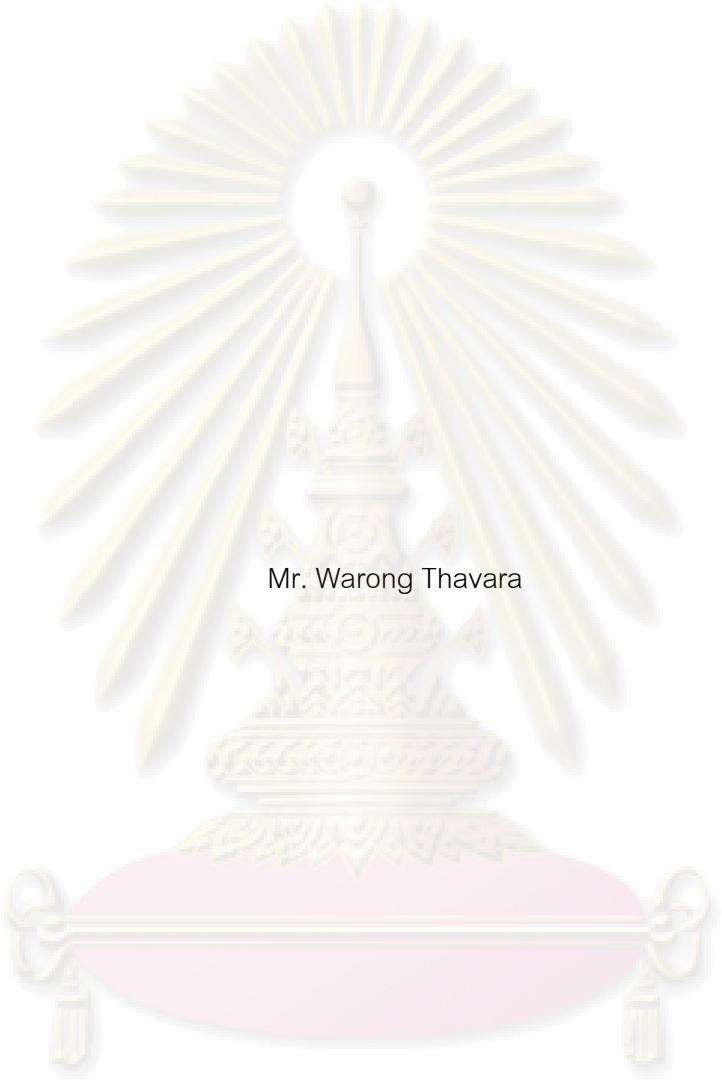
นาย วรงค์ ถาวระ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MENTAL ROTATION IN UNDERGRADUATE STUDENTS



Mr. Warong Thavara

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Arts Program in Developmental Psychology

Faculty of Psychology

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัย
โดย	นายวรงค์ ถาวระ
สาขาวิชา	จิตวิทยาพัฒนาการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์

คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะจิตวิทยา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ประไพพรรณ ภูมิวุฒิสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.กุลยา พิสิษฐสังฆการ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรงค์ ถาวระ : การหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัย (MENTAL ROTATION IN UNDERGRADUATE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 106 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถของการหมุนภาพในใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์จำนวน 120 คน แบ่งเป็นเพศชาย 60 คนและเพศหญิง 60 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถการหมุนภาพในใจที่พัฒนามาจากแบบทดสอบของ Shepard & Metzler (1971)

ผลการวิจัยพบว่า

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (F=7.784, p< .01)โดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายทั้งที่ผ่านการฝึกด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และที่ไม่ผ่านการฝึกมีความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศหญิง
2. ความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ สูงกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (F=39.308, p<.001)
3. ความความสามารถในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายสูงกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (F=69.366, p<.001)
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ ไม่แตกต่างจากนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
5. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (F=4.731, p<.05)

สาขาวิชา จิตวิทยาพัฒนาการ ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2551 ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษา .....

4878313238: MAJOR DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY
KEYWORDS: MENTAL ROTATION / MENTAL IMAGE / UNDERGRADUATE STUDENT / SPATIAL ABILITY

WARONG THAVARA: MENTAL ROTATION IN UNDERGRADUATE STUDENTS. ADVISOR: ASSOC.PROF.PENPILAI RITHAKANANONE, Ph.D., 106 pp.

The objectives of this study were to explore mental rotation ability between undergraduate students who had been trained in mental image and spatial skills and those who were untrained. The sample consisted of 120 students, 60 males and 60 females. The mental rotation test was developed by using Shepard and Metzler's (1971) mental rotation test as the prototype.

Result are as follows:

1. There was an interaction effect between sex and mental image and spatial skills training on students' mental rotation ability (F=7.784, p< .01). The male students of both trained and untrained groups performed better than the female students.
2. Students who had been trained in mental image and spatial skills had significantly higher scores on the mental rotation test than students who were untrained (F=39.308, p<.001).
3. Male students had significantly higher scores on the mental rotation test than female students (F=69.366, p<.001).
4. The average reaction time to the mental rotation test of both groups of students was not different.
5. Male students took more time to finish the mental rotation test than female students (F=4.731, p<.05).

Field of Study: Developmental Psychology Student's Signature .....
Academic Year: 2008 ..... Advisor's Signature P. Rithakananone

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเสร็จสมบูรณ์มิได้ หากปราศจากความเมตตากรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอดการวิจัยในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะจิตวิทยาที่ได้อบรมสั่งสอนวิชาความรู้และมีความปรารถนาดีต่อผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ประไพพรรณ ภูมิวุฒิสาร และอาจารย์ ดร.กุลยา พิสิษฐสังฆการ ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำและให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการสอบให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนๆจิตวิทยาพัฒนาการทุกที่คอยช่วยเหลือ และแก้ไขปัญหาต่างๆให้กับผู้วิจัยตลอด เวลาที่เรียน และตลอดการทำวิจัยจนสามารถทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ช่วยสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังทรัพย์ และกำลังใจด้วยดีเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

วัตถุประสงค์ในการวิจัย..... 18

ขอบเขตในการวิจัย..... 18

สมมติฐานในการวิจัย..... 19

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 19

ตัวแปรในการวิจัย..... 20

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 21

บทที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 22

กลุ่มตัวอย่าง..... 22

รูปแบบการวิจัย..... 22

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 23

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ..... 23

วิธีการเก็บข้อมูล..... 27

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 27

บทที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 28

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 4 อภิปรายผลการวิจัย..... 34

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 39

รายการอ้างอิง..... 43
ภาคผนวก..... 46
ภาคผนวก ก..... 47
ภาคผนวก ข..... 62
ภาคผนวก ค..... 74

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 106

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	การเปรียบเทียบแบบทดสอบของ Vandenberg & Kuse (1978) กับ Shepard & Meltzler (1971).....	13
2.	การจัดกลุ่มตามการรายงานของกลุ่มตัวอย่างในเรื่องประสบการณ์ในการเล่นเกมและความชอบ.....	15
3.	จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกและนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์.....	22
4.	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ.....	29
5.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของความสามารถในการหมุนภาพในใจ จำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ.....	30
6.	ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ.....	32
7.	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของระยะเวลาในการหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ.....	33

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ลักษณะของภาพที่ใช้ในแบบทดสอบ Mental Paper-folding Task.....	4
2.	ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้ในงานวิจัยของ Shepard & Cooper (1973).....	4
3.	ภาพที่ใช้ในงานวิจัยของของ Cooper (1975).....	5
4.	ภาพที่ใช้ในงานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971).....	10
5.	กราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจภาพคู่ที่เหมือนกันหรือต่างกันในงานวิจัยของ Mc Afoosc (2004).....	11
6.	กราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจภาพคู่ที่เหมือนกันหรือต่างกันในงานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971).....	12
7.	กราฟปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับเพศส่งผลให้เกิดผลของปฏิสัมพันธ์ต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ.....	31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การหมุนภาพในใจ (Mental Rotation) หรือการสร้างภาพในความคิดเป็นประสบการณ์ของมนุษย์ที่เกิดขึ้นเป็นประจำ มนุษย์ทุกคนมีการสร้างภาพในใจอยู่ตลอดเวลา การสร้างภาพในใจดังกล่าว ไม่ได้เป็นเพียงแค่ความคิดในการสร้างภาพของวัตถุหรือภาพของเหตุการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้นให้ปรากฏในความคิดเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงการสร้างภาพเพื่อย้อนรำลึกทบทวนเรื่องที่ เกิดขึ้นในอดีต เช่น ในช่วงเวลาเช้า หลายต่อหลายคนก็พยายามที่จะนึกให้ได้ว่าเมื่อวานนี้ ตนเองได้วางกุญแจรถยนต์ไว้ที่ไหน พยายามนึกถึงหน้าของคนที่เราเคยรู้จัก ความพยายามเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพในใจทั้งสิ้น การสร้างภาพในความคิดยังเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ เช่น ความพยายามเข้าใจกราฟ หรือภาพแผนภูมิต่างๆ การสอบเข้าเรียนต่อทางด้านทันตแพทย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา ข้อสอบในการวัดความสามารถการรับรู้ หรือ Perceptual ability test จะถูกใช้ในการสอบคัดเลือก โดยมีส่วนของข้อสอบวัดความสามารถของการสร้างภาพในใจ หรือการจินตนาการ ในการทำแบบทดสอบคัดเลือกด้วย (Reed, 2004)

การสร้างภาพในใจเป็นการศึกษาทางด้านจิตวิทยาการการรู้คิด (Cognitive Psychology) (Reed, 2004) ที่มีการเรียนรู้และเชื่อมโยงกระบวนการทางปัญญาของมนุษย์ในความสามารถด้านต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน องค์ประกอบย่อยๆที่จะช่วยให้เข้าใจเรื่องของการสร้างภาพในใจประกอบไปด้วย เรื่องของการรับรู้ (Perception)นักจิตวิทยาได้แบ่งกระบวนการรับสิ่งเร้าของระบบประสาทสัมผัสออกเป็น 2 กลุ่มคือการรู้สึก (Sensation) และการรับรู้ (Perception) การรู้สึกหมายถึงกระบวนการที่รู้หรือทราบได้ถึงสิ่งเร้า และการรับรู้คือกระบวนการขั้นสูงของการรวบรวม การระลึกได้ และการแปลความรูปแบบที่สลับซับซ้อนของสิ่งเร้า (Pinel, 2006) อวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็น ตา หู จมูก ฯลฯ จะทำการรับข้อมูลของสิ่งเร้าที่อยู่รอบๆเข้าสู่ตัวมนุษย์ ซึ่งกระบวนการในการรับข้อมูลเบื้องต้นนี้คือการรู้สึก ดังเช่น การมอง (Vision)เป็นกระบวนการรับรู้ที่ ลูกตาบริเวณ Retina อวัยวะของระบบการมองเห็น (Sensation) ที่สามารถจับภาพได้ โดยมีองค์ประกอบอีกหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้องกับการมองเห็นวัตถุ โดยเฉพาะ ปัจจัย

ของ แสง มนุษย์เรามักจะเข้าใจเอาว่าแมว นกฮูก และสัตว์ที่ออกหากินในตอนกลางคืนสามารถมองเห็นได้ในความมืด ซึ่งนั่นเป็นความรู้ที่ผิด เพราะไม่มีสัตว์ชนิดใดสามารถมองเห็นได้ในความมืดสนิท แต่สัตว์บางชนิดมีตัวรับพิเศษที่ช่วยในการมองเห็นได้ในที่ๆ มีแสงน้อย สำหรับมนุษย์และสัตว์แสงที่ตกกระทบสู่ตาจากวัตถุรอบๆตัว จะถูกนำมาใช้เป็นฐานของความสามารถในการเห็นวัตถุ และถ้าไม่มีแสงก็จะไม่มีการเห็นเกิดขึ้นได้เลย (Pinel, 2006)

รากฐานที่สำคัญในการศึกษาเรื่องจิตวิทยาการรับรู้ เริ่มต้นมาจากนักจิตวิทยากลุ่มเกสตอล์ต Gestalt psychology ที่เกิดขึ้นจากการรวมกลุ่มกันของนักจิตวิทยาชาวเยอรมัน 3 คน ตั้งแต่ปี 1912 โดยมีผู้นำกลุ่มคือ Wertheimer, Kohler และ Kaffka คำว่า Gestalt ในภาษาเยอรมันแปลว่า รูปแบบ รูปร่าง โครงสร้าง หรือการจัดกลุ่มหรือรูปแบบ Gestalt psychology มีการเน้นหนักในการศึกษาจิตวิทยาของการรับรู้ ประสาทสัมผัสทางการรับรู้ หัวข้อที่นักจิตวิทยากลุ่ม Gestalt ได้ทำการศึกษาเป็นอย่างมากคือการรับรู้ด้วยการมองเห็น โดยมีการระบุถึงหลักการหรือกฎที่มนุษย์ใช้ในการจัดการภาพที่มองเห็น เช่น การแยกส่วนที่เป็นวัตถุ หรือสิ่งเร้าออกจากส่วนที่เป็นพื้นหลัง การมองแบบรวมกันเป็นกลุ่มของวัตถุหรือสิ่งเร้า ที่สร้างเป็นกลุ่มของภาพมากกว่าการมองแบบแยกอย่างโดดๆ อย่างไรก็ตามการศึกษาการรับข้อมูลผ่านทางประสาทสัมผัสนี้ ไม่ได้จำกัดไว้เพียงแค่ประสาทการรับรู้ทางสายตาเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงประสาทสัมผัสของมนุษย์ทางด้านอื่นอีกด้วย

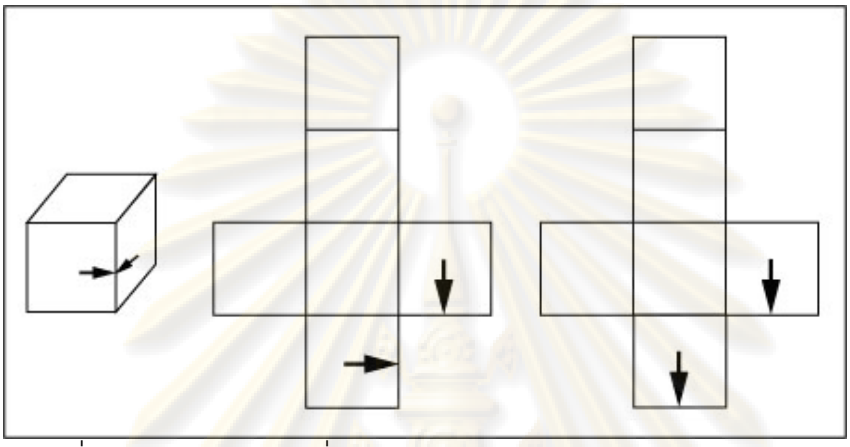
การศึกษาเรื่องของการจำ (Memory) เป็นอีกส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้มนุษย์เข้าใจถึงการสร้างภาพในใจ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความจำได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า คนที่รายงานโดยใช้ภาพเป็นข้อมูลสามารถที่จะเรียกความจำในข้อมูลที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะรายงานได้ดีกว่าคนที่ไม่ได้ใช้ภาพในการจำข้อมูล (Galotti, 2008) และการศึกษาเรื่องของการแก้ปัญหา (Problem Solving) ได้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหาไว้ว่า มีขั้นตอนของการสร้างภาพ (Model construction) หรือสร้างจินตนาการ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาด้วย เช่นโมเดล NEVLLE ที่เป็นการแก้ปัญหาจากการเชื่อมโยงกันของสิ่งที่นำเสนอภายนอกซึ่งหมายถึงสิ่งเร้า กับสิ่งที่นำเสนอภายในที่หมายถึงภาพในใจ โดยโมเดลNEVILLE ได้รวมเอาการสร้างภาพในใจจากความจำ แสดงออกสู่การนำเสนอภายนอก เช่น การสเก็ตภาพ การรับรู้แผนภาพภายนอก การตรวจเช็คภาพในใจและแผนภาพภายนอกโดยการเปลี่ยนจุดสนใจและการขยายภาพ การเปลี่ยนวัตถุที่ถูกนำเสนออยู่ให้กลายเป็นภาพในใจ อาจจะโดยการแปลความ การหมุน หรือการกลับด้าน และการย่อวัตถุ (Bertel, Barkowsky, Konig, Schultheis & Freksa, 2006) การศึกษาและวิจัยเรื่องของการสร้างภาพในใจ ถูกพิจารณาว่าเป็นเรื่องที่ศึกษาได้ยากลำบาก เพราะว่าภาพในใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และไม่สามารถทำการสังเกตได้โดยตรง เพราะการมองเห็นภาพที่เกิดขึ้นในใจนั้นจะถูกรายงานได้เฉพาะตัวของบุคคลเท่านั้น (Galotti, 2008) โดยผู้ที่ทำการศึกษาวิจัยการสร้างภาพในใจได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่า ภาพหรือ

รูปภาพของวัตถุที่จินตนาการขึ้นในความคิด จะถูกตีความเหมือนกันกับวัตถุที่มีตัวตนอยู่จริง (Kavakli & Gero, 2001)

การศึกษาเรื่องการสร้างภาพในใจนี้ มักจะมีการนำไปใช้หรือเชื่อมโยงกับการศึกษาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการสร้าง การนำเสนอ การเปลี่ยนรูป และการเรียกความจำเกี่ยวกับข้อมูลทางด้านมิติ (Coluccia &Louse, 2004) และความสามารถในการเชื่อมความสัมพันธ์ของพื้นที่ว่าง (Olkun, 2003) โดยที่ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์มักจะถูกนำไปใช้อย่างสับสนกับคำว่า “ทิศทางมิติสัมพันธ์” (Spatial orientation) ซึ่งมีความหมายถึง ทักษะอันซับซ้อนสำหรับการกำหนดตำแหน่งของตนเอง เมื่อเทียบกับตำแหน่งที่ใช้อ้างอิงหรือระบบของพิกัดจุดตัด (Coluccia &Louse, 2004) ความสับสนระหว่างงานวิจัยทางด้านมิติสัมพันธ์ และทิศทางมิติสัมพันธ์จึงเกิดขึ้น เพราะงานวิจัยในเรื่องทิศทางมิติสัมพันธ์ จะมีองค์ประกอบเรื่องสิ่งแวดล้อมและเรื่องการเคลื่อนไหวเข้ามาเกี่ยวข้อง (Coluccia &Louse, 2004) แต่ในขณะที่งานวิจัยด้านมิติสัมพันธ์ มีความแตกต่างขององค์ประกอบที่หลากหลาย สืบเนื่องมาจากนักวิจัยแต่ละคนก็จะมีแนวคิด และการแบ่งประเภทองค์ประกอบของทักษะด้านมิติสัมพันธ์ที่ต่างกัน ตามความเชื่อและความเข้าใจของตนเอง ส่งผลให้องค์ประกอบย่อยของทักษะด้านมิติสัมพันธ์ในแต่ละงานวิจัยมีความแตกต่างกันออกไป (Velez, Silver & Tremaine, 2004) ในงานวิจัยของ Rafi, Samsudin & Ismail (2006) เรื่อง On Improving Spatial Ability Through Computer-Mediated Engineering Drawing Instruction ได้วิเคราะห์ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ว่า เกิดจากความสามารถย่อยๆที่แบ่งออกได้เป็น 3 ด้านคือ 1) การมองเห็นเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) 2) การตีความมิติสัมพันธ์ (Spatial Perception) และ3) การหมุนภาพในใจ (Mental Rotation) ในขณะที่งานวิจัยของ Velez, Silver & Tremaine (2004) ได้แยกองค์ประกอบของทักษะทางมิติสัมพันธ์ออกเป็น 6 ด้านได้แก่ มิติสัมพันธ์ด้านทิศทางของวัตถุ ความจำในตำแหน่งของวัตถุ การตั้งจุดเป้าหมาย การมองเห็นเชิงมิติสัมพันธ์ การแยกแยะการรวมตัวของวัตถุ และการกำหนดทิศทางแนวนอนและแนวตั้งของวัตถุ จึงเห็นได้ว่าเมื่อมีการใช้องค์ประกอบที่แตกต่างกันในการศึกษางาน มิติสัมพันธ์ จึงทำให้การเปรียบเทียบผลของงานวิจัยจำเป็นต้องพิจารณาจากแนวคิดด้านองค์ประกอบที่ใช้ศึกษาก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อการจัดกลุ่มของงานวิจัยในเรื่อง มิติสัมพันธ์ ได้อย่างเหมาะสม

การศึกษาเรื่องของการหมุนภาพในใจ ในบางงานวิจัยเกิดขึ้นภายใต้การศึกษาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เช่นแบบทดสอบ Thurstone’s Primary Mental Abilities (1938) หรือ The Structure-of-intellect model of Intelligence ที่พัฒนาโดย Guilford & Hoepfner ในปี 1971 (Corballis, 1997) ในขณะที่บางงานวิจัยจะใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจเพื่อทำการศึกษาใน

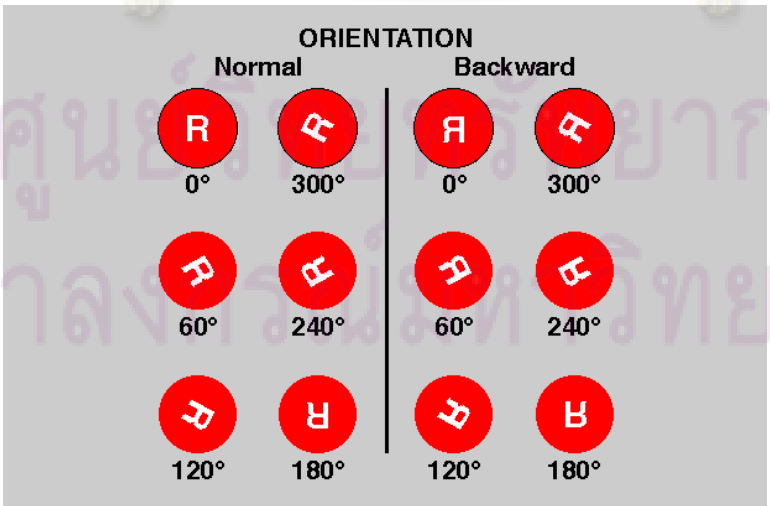
เรื่องอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เช่น การใช้การหมุนภาพในใจเป็นเครื่องมือสำหรับแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเพศ (Casey, 1996) สำหรับงานวิจัยในเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจ ที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน มีการพัฒนามาจากแบบทดสอบการหมุนภาพในใจที่มีความหลากหลาย เช่น



ภาพที่ 1 ลักษณะของภาพที่ใช้ในแบบทดสอบ Mental Paper-folding Task

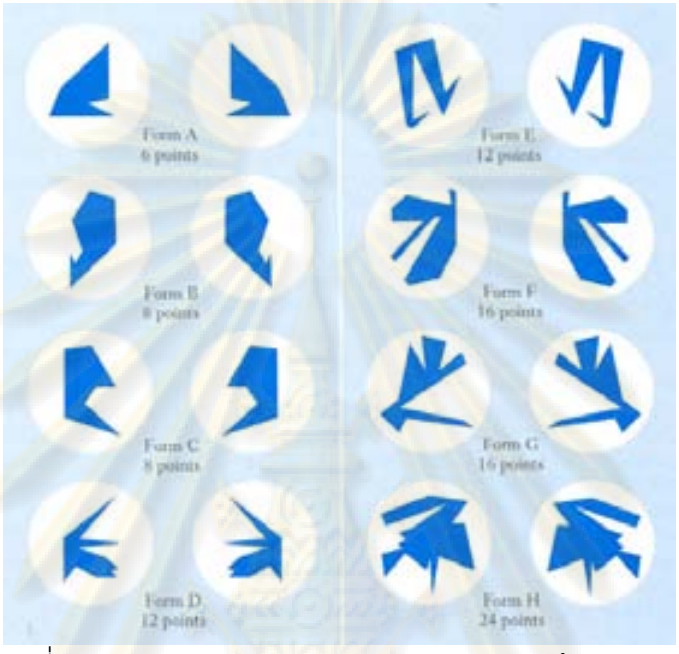
แบบทดสอบเรื่องการหมุนภาพในใจ ของ Shepard & Feng ในปี 1972 เป็นแบบทดสอบที่เรียกกันว่า Mental Paper-folding Task (MPFT) เป็นการมองภาพคลี่ของกล่องรูปทรงลูกบาศก์ (ภาพที่ 1) เพื่อดูว่า เมื่อพับภาพคลี่ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์แล้วสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้บนภาพคลี่จะสามารถมาต่อกันได้ตามสัญลักษณ์อยู่บนกล่องรูปทรงลูกบาศก์ต้นแบบหรือไม่

หรือการพัฒนาภาพ 2 มิติที่ใช้ในการทดสอบการหมุนภาพในใจ เพื่อศึกษาเรื่องขององศาและทิศทางการหมุนของภาพในใจกับระยะเวลาที่ใช้ของ Shepard & Cooper (1973) เป็นการใช้ตัวอักษรในภาษาอังกฤษ (ภาพที่ 2) มาหมุนองศาที่ต่างกันตามเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 2 ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้ในงานวิจัยของ Shepard & Cooper (1973)

ต่อมามีการพัฒนาภาพในลักษณะ 2 มิติในการศึกษาเรื่องของการหมุนภาพในใจอีก โดยศึกษาถึงความยากของภาพที่มีผลต่อความสามารถและระยะเวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจโดย Cooper (1975) โดยใช้ภาพที่มีมุมของรูปภาพเริ่มต้นตั้งแต่ 6 มุมไปจนถึง 24 มุม (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ภาพที่ใช้ในงานวิจัยของของ Cooper (1975) (อ้างถึงใน Galotti (2008) หน้า307)

นอกจากการศึกษาเรื่องของความสามารถในการหมุนภาพในใจแล้ว ยังมีการศึกษาการทำงานของสมองในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการหมุนภาพในใจ เพื่อตรวจสอบว่าเมื่อมีกิจกรรมการหมุนภาพในใจเกิดขึ้นการทำงานของสมองในส่วนใดมีการทำงานเกิดขึ้น โดยมีการใช้เครื่อง Positron emission tomography (PET) สแกนสมองในระหว่างที่มีการทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจ(Alivisatos & Petrides, 1997) การวิจัยเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจได้ถูกนำไปทำซ้ำ ทำการพัฒนาต่อยอดในประเทศต่างๆ ทั่วโลกโดยและพบว่าวัฒนธรรมที่ต่างกันในประเทศที่มีความแตกต่างกันไม่ได้มีผลต่องานวิจัยในเรื่องนี้แต่อย่างใด

อย่างไรก็ตามในประเทศไทยยังไม่ได้มีการทำงานวิจัยในเรื่องความสามารถในการหมุนภาพในใจที่ใช้ทดสอบสมมติฐานเรื่องความแตกต่างของความสามารถ การหมุนภาพในใจระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ที่พบว่าเพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่าเพศหญิง (Alias, Black & Gray, 2002; Quaiser-Pohl, Geiser & Lehmann 2005; Schoning, Engelien, Kugle, Schafer, Schiffbauer, Schiffbauer, Pletziger, Beizai, Kersting, Ohrmann, Greb, Lehmann, Heindel, Arolt, & Konrad, 2007) โดยแนวคิดดังกล่าวยังได้อ้างรวมไปถึงความแตกต่างระหว่างเพศที่มีผลต่อความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ (Gorman,1999; Coluccia

&Louse, 2004) ด้วย ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีนำเอาข้อสอบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์เข้ามาใช้ โดยพัฒนามาจากแบบวัดความสามารถทางมิติสัมพันธ์ของต่างประเทศ แบบทดสอบเหล่านี้มีข้อทดสอบในเรื่องของความสามารถในการหมุนภาพในใจอยู่ด้วย ดังนั้นหัวข้อวิจัยจึงสนใจศึกษาเรื่องของความสามารถในการหมุนภาพในใจในประเทศไทย ซึ่งจะเป็นก้าวแรกของการพัฒนา การเก็บรวบรวมข้อมูล และเป็นก้าวแรกของการเริ่มค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ นอกจากนี้ยังสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการสร้างแบบวัดมาตรฐานของชาติที่มีความเหมาะสมกับคนไทย โดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยแบบวัดจากต่างประเทศ อันจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาประเทศในอนาคต

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องความสามารถในการหมุนภาพในใจ เป็นเรื่องที่มีการศึกษาอย่างกว้างขวางและแพร่หลายโดยมีทั้งการศึกษาในด้านพฤติกรรม ความคิด และชีววิทยา โดยมีทั้งการวิจัยและทดลองศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพศชายและหญิง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศ และศึกษาความแตกต่างระหว่างกลุ่มคนที่ได้รับการฝึกทักษะการหมุนภาพในใจ กับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะการหมุนภาพในใจ รวมทั้งศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มคนที่มีความสามารถในการหมุนภาพในใจที่สูง กับกลุ่มที่ไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้และพัฒนาความสามารถในการหมุนภาพใจที่มากพอ ซึ่งทำให้มีความสามารถในการหมุนภาพในใจที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการพัฒนา โดยทฤษฎีที่นำมาใช้ในการอธิบายการเกิดภาพหมุนในใจยังไม่มีความชัดเจน

ทฤษฎีวิวัฒนาการของมนุษย์

ทักษะการหมุนภาพในใจนับเป็นความสามารถทางสติปัญญา ที่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ความแตกต่างตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นนี้สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีวิวัฒนาการของชาร์ส ดาร์วิน (Charles Darwin) ที่กล่าวถึงกฎของการคัดสรรทางธรรมชาติ (Natural Selection) ว่าสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จะผลิตลูกหลานได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับ สิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่มีความสามารถในการปรับตัวที่น้อยกว่า โดยทฤษฎีดังกล่าวนี้ไม่เพียงแต่ใช้อธิบายกับสิ่งมีชีวิตทั่วไปเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้อธิบายวิวัฒนาการของมนุษย์ได้อีกด้วย

การวิวัฒนาการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม (Environment of Evolutionary Adaptedness) หรือ อีอีเอ (EEA) เป็นแนวคิดของจอห์น โบลว์บี้ (John Bowlby) นักจิตวิยาชาวอังกฤษ ซึ่งเน้นความสำคัญในการเข้าใจถึงหน้าที่และการทำงานของอวัยวะส่วนต่างๆในร่างกาย

รวมไปถึงการทำงานของสมองส่วนต่างๆ เพราะหน้าที่ของอวัยวะ รูปทรง ความสั้นยาวของอวัยวะในทุกๆส่วนของมนุษย์ สัตว์ หรือพืช เกิดขึ้นจากวิวัฒนาการตามกฎของการคัดสรรทางธรรมชาติ โดยมีเป้าหมายของการพัฒนาเพื่อการอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป โดยหน้าที่การทำงานของอวัยวะในแต่ละส่วนเพื่อการแก้ไขปัญหา และการเพิ่มผลผลิตเพื่อการดำรงชีวิต (Hagen, 1999)

ลักษณะของการเก็บอาหารและล่าสัตว์ (Hunter-gatherer Lifestyle) ของมนุษย์ยุคหินเป็นรูปแบบอย่างหนึ่งเพื่อการดำรงชีวิตในอดีต การล่าสัตว์จะเป็นหน้าที่ของผู้ชายในขณะที่กิจกรรมเช่น การเก็บอาหารจะเป็นหน้าที่ของผู้หญิง การล่าสัตว์เป็นกิจกรรมหลักของกลุ่มที่ทำให้ต้องมีการเดินทางเป็นระยะทางไกล มีการสะกดรอย อันเป็นสาเหตุให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา ความสามารถในเรื่องของทิศทาง การวางแผน การซุ่ม การพรางตัวที่มีเรื่องมิติสัมพันธ์ในการมองเห็นเข้ามาเกี่ยวข้อง ในขณะที่ผู้หญิงจะมีการพัฒนาความสามารถที่ดีเยี่ยมในการจำวัตถุ และการจำตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับการวางของวัตถุ ถึงแม้ว่าการจำตำแหน่งในการวางของวัตถุ จะเป็นคุณลักษณะย่อยหน่วยหนึ่งของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ แต่จากการศึกษาของ Cabeza & Nyberg (1997) พบว่าการทำงานของสมองในเรื่องของตำแหน่งของวัตถุเกิดขึ้นคนละส่วนของสมอง ที่มีการทำงานในเรื่องของการหมุนภาพในใจและการเรียนรู้เรื่องของเส้นทาง พัฒนาการที่เกิดขึ้นจากการทำหน้าที่ในกิจกรรมที่แตกต่างกันนี้ ได้ส่งผลให้เกิดพัฒนาการทางสรีรวิทยา และพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกันระหว่างเพศชายและเพศหญิง ภาพของวิวัฒนาการดังกล่าวได้แสดงออกผ่านกลไกการทำงานของสมอง โดยที่สมองแต่ละส่วนมีการทำงานในกิจกรรมที่ต่างกัน แยกออกเป็นด้านๆ ความถนัดในกิจกรรมใดก็จะส่งผลให้สมองส่วนนั้นๆทำงานดีและทำให้กิจกรรมอื่นๆที่ใช้สมองบริเวณเดียวกันในการสั่งการมีผลการทำงานที่ดีตามไปด้วย

แนวคิดความแตกต่างระหว่างบุคคล

การศึกษาวิจัยเรื่องความแตกต่างของบุคคล ได้ถูกนำมาใช้เป็นกรอบทางความคิดในการค้นคว้าเพื่ออธิบายถึงสภาพความแตกต่างระหว่างเพศตลอดจนความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยมีทฤษฎีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายปรากฏอยู่ในสองแนวคิดคือ 1) แนวคิดเรื่องพันธุกรรม และ2) แนวคิดเรื่องสิ่งแวดล้อม (Casey, 1996; Samsudin & Ismail, 2004; Schoning et al., 2007) ซึ่งมีการศึกษากันทั้งแบบแยกส่วนและการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ที่มีต่อกัน ระหว่างองค์ประกอบทางด้านพันธุกรรมหรือทางชีววิทยาที่มีต่อองค์ประกอบทางด้านสภาพแวดล้อม อันทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างเพศ ในขณะที่ทฤษฎีที่ใช้อธิบายความแตกต่างระหว่างบุคคลของ Petersen ในปี

1980 ได้ใช้องค์ประกอบทางสภาพของสังคม ผลกระทบของฮอร์โมน และการเปลี่ยนแปลงทางจิตวิทยา มาอธิบาย (Casey, 1996)

ความแตกต่างทางพันธุกรรม เป็นการศึกษาองค์ประกอบทางชีววิทยา เป็นสิ่งที่ถูกถ่ายทอดมาจากพ่อแม่มายังลูก โดยพันธุกรรมที่ถูกถ่ายทอดมานี้ทำให้เกิดความแตกต่างของความสามารถทางมิติสัมพันธ์ โดยมีการค้นพบว่าฮอร์โมนทางเพศโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) มีความสัมพันธ์กันทางบวก กับความสามารถในการรับรู้เชิงมิติสัมพันธ์และความจำด้านมิติสัมพันธ์ (Schoning et al., 2007) นอกจากนั้นการทำงานของความจำขณะคิด (Working Memory) จะมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มของเทสโทสเตอโรน (Schoning et al., 2007)

ความแตกต่างทางสิ่งแวดล้อม เป็น ความสัมพันธ์เชิงโต้ตอบระหว่างยีนส์กับสิ่งแวดล้อม (Reactive Gene-environment Correlation) ที่แสดงให้เห็นว่ามนุษย์มีการตอบสนองต่อคุณลักษณะทางชีววิทยาของบุคคล เช่นแม่ที่มีความสนใจในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ก็อาจจะซื้อชุดตัวต่อให้กับลูกสาว ในขณะที่แม่ที่ไม่มีความสนใจในกิจกรรมทางมิติสัมพันธ์ก็ไม่สนใจซื้อของเล่นตัวต่อให้กับลูกสาว (Casey, 1996) การกระทำของแม่ในการเลือกซื้อของเล่นที่เสริมสร้างความสามารถทางมิติสัมพันธ์ให้กับลูกสาวเกิดขึ้นจากการตอบสนองต่อยีนที่มีอยู่ในตัวส่งผลให้เกิดการกระทำที่แตกต่างกันระหว่างตัวของบุคคล ซึ่งโดยปกติแล้วอาจจะคาดเดาได้ว่า แม่ต้องไม่เลือกซื้อของเล่นประเภทตัวต่อให้กับลูกสาว แต่อิทธิพลของยีนส์ในตัวแม่สามารถทำให้แม่เลือกซื้อตัวต่อให้กับลูกสาว ดังนั้นเมื่อลูกสาวโตขึ้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีความสามารถในทางมิติสัมพันธ์ที่สูง

ความสัมพันธ์เชิงรุกระหว่างยีนส์กับสิ่งแวดล้อม (Active Gene-environment Correlation) ทำให้มนุษย์มีความกระตือรือร้นต่อการสร้างประสบการณ์ตรงต่อสิ่งที่ตนเองมีความสนใจ หรือมีความสามารถพิเศษเมื่อเทียบกับผู้อื่น แนวคิดเหล่านี้ผลักดันให้เกิดความแตกต่างกันในเรื่องของสังคมและสภาพแวดล้อมของบุคคล เช่นเด็กผู้ชายที่มีความสนใจในของเล่นอย่างตัวต่อไม้ ก็จะพยายามแสวงหากิจกรรมในสิ่งที่ตนเองชื่นชอบ และจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเล่นหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมดังกล่าวมากกว่าเด็กผู้ชายที่ไม่ชอบตัวต่อไม้ หรือมากกว่าเด็กผู้หญิงที่ไม่ชอบเล่นตัวต่อไม้ การใช้เวลานานๆในกิจกรรมการเล่น และการโอกาสเข้ามาสู่สภาพแวดล้อมที่ตนเองชื่นชอบนั้น (Casey, 1996) ไม่เพียงแต่จะเป็นการพัฒนาความสามารถหรือทักษะบางด้านให้เกิดขึ้น แต่ยังเป็นการสร้างความแตกต่างระหว่างบุคคลและเกิดความแตกต่างระหว่างเพศชายกับเพศหญิงอีกด้วย

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสิ่งแวดล้อม สามารถสังเกตได้ตั้งแต่ในวัยเด็ก ในวัยเด็กความแตกต่างระหว่างเพศจะถูกแสดงออกมาให้เห็นอย่างชัดเจนเมื่อเด็กมีอายุประมาณ 4 ปี

หรือมากกว่า (Moore & Johnson, 2008) ความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างเพศนี้ได้ถูกสั่งสมมาจากการอบรมเลี้ยงดูของพ่อแม่ซึ่งส่วนหนึ่งจได้รับอิทธิพลของพันธุกรรมที่มีอยู่ในพ่อแม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมการเลือกของเล่นให้กับเด็ก ของเล่นหรือการเล่นของเด็ก ที่มีเนื้อหาหรือรูปแบบที่ต้องใช้ทักษะทางมิติสัมพันธ์ ถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการสร้างให้เด็กเกิดพัฒนาการความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เกมสำรวจ การเล่นกีฬาที่ใช้ผู้เล่นเป็นทีม ชิ้นต่อของ LEGO และวีดีโอเกม เป็นของเล่นหรือการเล่นที่ยอมรับกันว่าเหมาะสำหรับสำหรับเด็กผู้ชาย จะพัฒนาความสามารถทางมิติสัมพันธ์ได้ดีกว่าของเล่นในเด็กเพศหญิง (Coluccia & Louse, 2004; Rafi et al, 2006) มีการค้นพบว่าการเล่นเกม หลังจากการฝึกวีดิโอเกมมีผลต่อความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ที่ต่างกัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของความสามารถที่ถูกทดสอบ ซึ่งได้พบว่าประสบการณ์ของการเล่นเกม กับการทดสอบความสามารถของการหมุนภาพในใจจะมีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่าความสามารถของการหมุนภาพในใจ สามารถพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้ด้วยการเล่นเกมบางชนิด (Quaiser-Pohl et al, 2005) การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่มีการหมุนภาพอย่างรวดเร็ว การแทนที่ด้วยวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมหลายๆลักษณะอย่างเช่นเกม Tetris จะช่วยพัฒนาผลสอบของการทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ (Quaiser-Pohl et al, 2005) ของเล่นหรือรูปแบบการเล่นที่กล่าวมานี้ เป็นที่นิยมกันในเด็กผู้ชายมากกว่าเด็กผู้หญิง จึงเป็นปัจจัยที่มีส่วนในการช่วยให้เด็กผู้ชายสามารถพัฒนาความสามารถการหมุนภาพในใจ หรือพัฒนาความสามารถทางมิติสัมพันธ์ได้ดีกว่าเด็กผู้หญิง แต่อย่างไรก็ตามต้องเข้าใจว่าการเล่นเกม วีดิโอเกม หรือคอมพิวเตอร์อาจจะไม่ได้มีส่วนช่วยในการพัฒนาหรือปรับปรุงความสามารถทางมิติสัมพันธ์ในด้านอื่นๆ อย่างเช่นการเล่นเกมในกลุ่มของเกมประเภทการใช้ตรรกะหรือเกมฝึกทักษะ ซึ่งเป็นเกมที่ได้รับความนิยมในกลุ่มของเด็กผู้หญิง (Quaiser-Pohl et al, 2005)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหมุนภาพในใจ หรืองานวิจัยที่นำเอาแบบทดสอบเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจสามารถแบ่งออกได้เป็น

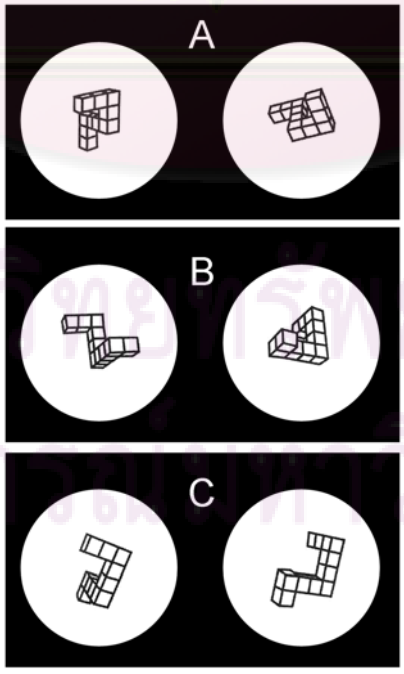
1. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการตัดสินใจกับรูปทรงวัตถุที่มีองศาเปลี่ยนไป

งานวิจัยในยุคแรกที่ได้พูดถึงการมีภาพเกิดขึ้นในใจเป็นผลงานของ Paivio (1963) ที่แสดงให้เห็นว่ารูปภาพที่เกิดขึ้นในใจนั้น มีที่มาจากคำนามที่มีตัวตนเช่น "เรือ" หรือ "ปากกา" ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการจำด้วยรูปภาพสามารถที่จะทำให้ระลึกคำได้ดีกว่า คำที่แสดงความเป็นนามธรรมเช่น "สวย" หรือ ยุติธรรม" ซึ่งสามารถตีความได้หลากหลาย ซึ่งต่อมาภายหลัง

Paivio ได้ตั้งทฤษฎี dual-coding hypothesis เพื่ออธิบายความจำ ที่เกี่ยวข้องการใช้วิธีนึกถึงภาพที่เกิดในอดีต(mnemonic) โดยบอกว่าความจำระยะยาว จะมีการใส่รหัสที่แตกต่างอยู่ 2 รูปแบบคือ จากการใช้คำ (Verbal) เป็นเรื่องของการใช้ความหมายทางด้านภาษา กับการใช้รูปภาพ (Imagery) ในการเรียกข้อมูลกลับคืนของมนุษย์ ซึ่งจะมีการนึกถึงคำพูดหรือไม่ก็นึกถึงภาพ โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าไม่สามารถจำคำพูดได้ภาพก็จะปรากฏขึ้น หรือในทางกลับกันถ้าจำภาพไม่ได้คำพูดก็จะปรากฏขึ้นแทนที่ (Galotti, 2008)

ในการศึกษาการหมุนภาพในใจของวัตถุ 3 มิติโดย Shepard และ J. Metzler ในปี 1971 มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาระยะเวลา (Reaction time) ที่กลุ่มทดลองต้องการใช้ในการตัดสินใจรูปทรงของวัตถุเมื่อมุมมองเปลี่ยนไป

ผู้วิจัยทำการทดลองในกลุ่มผู้ใหญ่จำนวน 8 คน ทำการตัดสินว่าภาพของวัตถุสามมิติจำนวน 2 ภาพที่ได้เห็นนั้นเป็นภาพที่เกิดจากการหมุนของวัตถุเดียวกันหรือไม่ (ภาพที่ 4) ภาพทั้งหมดจะมีจำนวน 1,600 ภาพ ในภาพแต่ละคู่จะมีการหมุนตั้งแต่ 0 ไปจนถึง 180 องศา ซึ่งภาพครึ่งหนึ่งของการทดลองจะเป็นภาพที่เป็นวัตถุเดียวกันแต่มีการหมุนที่แตกต่างกันไป แต่อีกครึ่งหนึ่งจะไม่ใช้วัตถุเดียวกัน เมื่อกลุ่มทดลองมองเห็นภาพในแต่ละคู่ ให้ตัดสินใจให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ว่า ภาพดังกล่าวเป็นภาพการหมุนของวัตถุเดียวกันหรือไม่ถ้าใช่ ให้ดึงคันโยกด้านขวา แต่ถ้าไม่ใช่ให้ดึงคันโยกด้านซ้าย การดึงคันโยกนี้จะไปหยุดเวลาที่จับไว้ จากภาพทั้งหมด 1,600 ภาพจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆกลุ่มละไม่เกิน 200 ภาพ

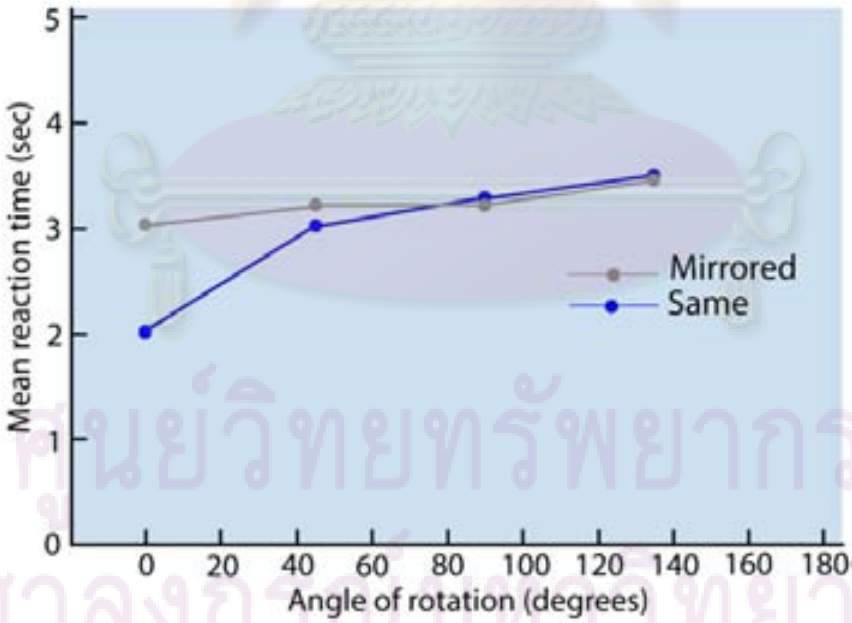


ภาพที่ 4 ภาพที่ใช้ในงานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

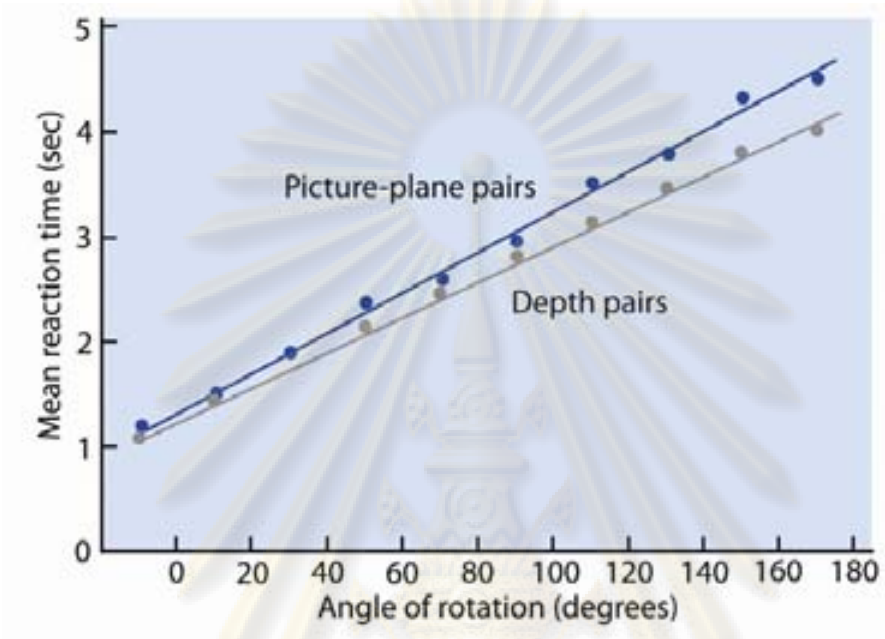
ผลที่ได้จากการวิจัยทำให้รู้ว่า องศาของวัตถุในการหมุนมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจ โดยพบว่าภาพคู่ที่ปรากฏเป็นวัตถุเดียวกันหรือเป็นวัตถุต่างกัน และจากการให้สัมภาษณ์ของกลุ่มทดลองภายหลังจากการทำการทดลองเสร็จลง พบว่าพวกตนได้วาดภาพของวัตถุชิ้นหนึ่งหมุนจนกระทั่งมันตรงกันกับภาพของวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง โดยที่ไม่สามารถจะหมุนภาพนั้นได้อย่างเร็วมากนัก ไม่เช่นนั้นก็จะสูญเสียภาพโครงสร้างของวัตถุไป

การศึกษาเรื่อง องศาการหมุนของวัตถุ 3 มิติที่ปรากฏในภาพที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพคู่ของวัตถุที่เหมือนกันและต่างกัน(ภาพสะท้อนจากกระจก)ของ Mc Afoose (2004) ได้ผลการวิจัยที่ยืนยันว่า องศาการหมุนของวัตถุ 3 มิติที่ต่างกันเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในภาพคู่วัตถุที่เหมือนกันหรือต่างกัน ล้วนส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 5) โดยการทดลองนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา 22 คน เป็นเพศชาย 7 คน เพศหญิง 15 คน ของมหาวิทยาลัย James Cook โดยให้ทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Mental Rotation CogLab กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบประมาณ 20 นาที โดยการหมุนขององศาของวัตถุ 3 มิติที่ปรากฏในภาพมีการหมุนองศาเริ่มต้นที่ 0 องศา 45 องศา 90 องศา และ 135 องศา พบว่าภาพคู่ของวัตถุที่เหมือนกันใช้เวลาในการตัดสินน้อยกว่าภาพคู่ของวัตถุที่ต่างกัน เมื่อมีการหมุนองศาที่น้อย แต่จะใช้เวลาใกล้เคียงกันเมื่อมีการหมุนในองศาที่มากขึ้น



ภาพที่ 5 กราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจภาพคู่ที่เหมือนกันหรือต่างกันในงานวิจัยของ Mc Afoosc (2004)

แต่มีข้อสังเกตว่าองศาที่เพิ่มขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของ Mc Afoose ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนที่คงที่เหมือนกับในงานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971) (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 กราฟแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจภาพคู่ที่เหมือนกันหรือต่างกันในงานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971) (อ้างถึงใน Galotti (2008) หน้า 305)

นอกจากนี้ยังมีการทดลองเกี่ยวกับองศาของวัตถุที่เปลี่ยนไปในภาพ กับระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบ ทดสอบของ Sutton & Heathcote (2003) เรื่อง Acquisition of Mental Rotation Skills โดยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คนทำการจับคู่ภาพที่มีองศาการหมุนที่แตกต่างกันไปตั้งแต่ 0 องศา 45 องศา 90 องศา และ 135 องศา ผลการทดลองพบว่าในระหว่างการฝึกการหมุนภาพในใจ การหมุนขององศาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจ ทั้งในภาพคู่เหมือน และภาพคู่ที่ต่างกัน แต่เมื่อสิ้นสุดการฝึกพบว่าความแตกต่างที่มากขึ้นขององศาของภาพ มีผลกระทบที่น้อยมากต่อระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของกลุ่มตัวอย่าง Sutton และ Heathcote จึงได้สรุปว่ากลุ่มตัวอย่างไม่ได้ใช้การหมุนภาพในใจ

จะเห็นได้ว่างานวิจัยในยุคแรกเริ่มเรื่อง ความสามารถการหมุนภาพในใจ เป็นการศึกษาเพื่อแสดงให้เห็นว่าภาพในใจ เป็นสิ่งที่สามารถจะทำการค้นคว้าและวิจัยได้ โดยเชื่อมโยงการสร้างภาพในใจเข้ากับการหาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจ กับองศาของภาพที่แปรเปลี่ยนไป โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยแต่มีการทำแบบทดสอบเป็นจำนวนมาก ไม่มีการศึกษาถึงความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างเพศแต่อย่างใด

2. การเปรียบเทียบความสามารถในความแตกต่างระหว่างเพศ

งานวิจัยในยุคต่อๆมาได้ใช้ งานวิจัยและภาพจำลองของวัตถุ 3 มิติของ Shepard & Meltzler (1971) มาเป็นต้นแบบในการศึกษาในเรื่องของความสามารถในการหมุนภาพในใจ โดยผลงานสำคัญได้นำภาพจำลองของวัตถุ 3 มิติ มาใช้ในรูปแบบของแบบทดสอบ เพื่อทดสอบความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ ได้แก่ผลงานของ Vandenberg & Kuse ปี 1987 ที่เป็นแบบทดสอบแบบปากกากับกระดาษ (Paper & Pencil) ซึ่งคล้ายกับการทำข้อสอบแบบปรนัยที่ตัวโจทย์และมีคำตอบที่ถูกเป็นตัวเลือก ทำให้รูปแบบการทดสอบของ Vandenberg & Kuse (1987) มีข้อแตกต่างกับรูปแบบการทดลองของ Shepard & Meltzler (1971) โดยมีความสลับซับซ้อนของโจทย์ที่มากกว่าแต่มีรูปแบบการนำมาทดลองที่ง่ายกว่า ทำให้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ Vandenberg & Kuse สามารถที่จะทดสอบได้กับคนกลุ่มใหญ่ (Peters & Battista, 2007) ข้อสอบที่สร้างขึ้นโดย Vandenberg & Kuse ถูกนำไปใช้ในการตอบคำถามของงานวิจัย ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของการหมุนภาพในใจในด้านต่างๆเช่นคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อมิติสัมพันธ์ หรืออิทธิพลของฮอร์โมนในช่วงต่างๆที่มีผลต่อการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ และที่สำคัญคือแบบทดสอบของ Vandenberg & Kuse ถูกนำไปใช้ในการหาความแตกต่างระหว่างเพศในกลุ่มทดลองกลุ่มใหญ่ และได้ผลว่าแบบทดสอบชุดดังกล่าวที่นำเอาภาพวัตถุ 3 มิติ ของ Shepard & Meltzler มาพัฒนานี้ สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเพศ ที่มีต่อการแสดงความสามารถของการหมุนภาพในใจได้ดีกว่าแบบ ทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจชุดอื่นๆ (Peters & Battista, 2007) ในขณะที่ งานวิจัยของ Shepard & Meltzler (1971) เอง ไม่ได้เคยแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเพศต่อความสามารถของการหมุนภาพในใจ (Peters & Battista, 2007) ดูความแตกต่างระหว่างแบบทดสอบทั้งสองในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบแบบทดสอบของ Vandenberg & Kuse (1978) กับ Shepard & Meltzler (1971)

หัวข้อความแตกต่าง	Vandenberg & Kuse	Shepard & Meltzler
กลุ่มตัวอย่าง	ใช้ในกลุ่มใหญ่	ใช้ในกลุ่มเล็ก
ภาพตัวแบบทดสอบ	ปรากฏภาพ 5 ภาพ	ปรากฏภาพ 2 ภาพ
วิธีการทำ	เลือกภาพเหมือนจาก 4 ตัวเลือก	ภาพเหมือน/แตกต่าง
การเคลื่อนไหวของสายตา	กวาดสายตาจนพบคำตอบ	กวาดสายตาระหว่าง 2 ภาพ

นอกจากนี้ความแตกต่างของ รูปแบบการวิจัยความสามารถของการหมุนภาพในใจระหว่างแบบทดสอบของ Shepard & Meltzler (1971) กับ Vandenberg & Kuse (1978) ที่ทำให้สามารถศึกษาถึงความแตกต่างของหลักการหรือกลวิธีในการทำแบบทดสอบที่แตกต่างกันแล้ว ยังมีการศึกษาถึงความแตกต่างในวิธีการหรือกลยุทธ์ ในการหมุนภาพในใจของเพศชายที่มีความแตกต่างจากเพศหญิง โดยผู้หญิงจะใช้กลยุทธ์การมองเป็นส่วนๆ (Verbal-analytic strategy หรือ Piecemeal) และผู้ชายจะใช้กลยุทธ์การมองโดยภาพรวม (Visuomotor Strategy หรือ Gestalt) (Clements-Stephens, Rimrodt & Cutting, 2009)

แต่สำหรับการศึกษาในเรื่องของกระบวนการทางความคิดในการตัดสินใจว่า ภาพคู่ที่เห็นนั้นเป็นภาพของวัตถุชิ้นเดียวกันหรือต่างกัน พบว่าทั้งเพศชายและเพศหญิง มีการสร้างขั้นตอนทางการรับรู้ ไปจนถึงการตัดสินใจได้ 4 ขั้นตอน 1) เริ่มต้นจากการรับรู้สิ่งเร้า 2) หมุนภาพสิ่งเร้าที่เห็นอันใดอันหนึ่งในใจ 3) ทำการเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจ 4) ทำการตัดสินใจ (Kavakli & Gero, 2006; Wright, Thompson, Ganis, Newcombe & Kosslyn, 2008) ตามกระบวนการทางปัญญาที่เกิดขึ้นนี้ ถ้าเพศหญิงใช้วิธีการมองภาพแบบ Piecemeal โดยจะเริ่มมองในส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยก่อน ก็จะทำให้เพิ่มเวลาในขั้นตอนการเริ่มรับรู้สิ่งเร้า ส่งผลให้ใช้เวลาในการมองนานกว่าเพศชายที่ใช้วิธีการมองแบบGestalt โดยไม่สนใจในรายละเอียด ผลงานวิจัยในเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจจึงมักพบว่าเพศหญิงใช้เวลาในการตัดสินใจนานกว่าเพศชาย

ความแตกต่างระหว่างเพศในเรื่องความสามารถในการหมุนภาพในใจที่เพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจดีกว่าเพสหญิงถือว่าเป็น ข้อสรุปที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง งานวิจัยของ Flaherty (2004) ได้ทำการทดลองโดยใช้กลุ่มตัวอย่างใน 3 ประเทศจาก 3 ทวีป อันได้แก่ประเทศไอร์แลนด์ ประเทศเอกวาดอร์ และประเทศญี่ปุ่น โดยใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจ และแบบสอบถามกิจกรรมทางมิติสัมพันธ์ (Spatial Activities Questionnaire หรือ SAQ) โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากประเทศไอร์แลนด์ 120 คน ประเทศเอกวาดอร์ 116 คน และประเทศญี่ปุ่น 128 คน โดยกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนเพศชาย และเพศหญิงอย่างละเท่าๆกัน จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายใน 3 ประเทศสามารถทำคะแนนได้สูงกว่าเพศหญิงในแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ และคะแนนกิจกรรมของเพศชาย (Masculine activities) ในแบบสอบถาม SAQ ก็มีความสัมพันธ์กันกับคะแนนของแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ ในขณะที่ถ้าคะแนนในกิจกรรมของเพศหญิง (Feminine activities) มีคะแนนสูงก็จะสัมพันธ์กันกับคะแนนแบบทดสอบการหมุนภาพในใจที่ได้ต่ำ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มด้วยกันพบว่า กลุ่มตัวอย่างในประเทศไอร์แลนด์กับญี่ปุ่นมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างจากประเทศเอกวาดอร์ งานวิจัยชิ้นนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันสำหรับความสามารถในการหมุนภาพในใจในเพศชายเมื่อ

เปรียบเทียบกับเพศหญิง ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจะมีความแตกต่างกันทางภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม

การทดสอบเพื่อหาความแตกต่างระหว่างเพศในทักษะทางมิติสัมพันธ์ไม่ได้มีการทดลองเพียงแค่การใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ Vandenberg & Kuse (1978) เท่านั้น แต่ยังมีการใช้แบบทดสอบอื่นในการแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเพศในทักษะทางมิติสัมพันธ์ Nemeth & Hoffmann (2006) ได้ใช้แบบทดสอบ Mental Cutting Test (MCT) ซึ่งเดิมถูกพัฒนาขึ้นเป็นข้อสอบเพื่อใช้ในการเข้าประเทศอเมริกามาเป็นแบบทดสอบในเรื่อง ความแตกต่างระหว่างเพศในความสามารถในการหมุน หรือบิดภาพของสิ่งเร้าที่นำเสนอในนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัย Szent Istvan ประเทศฮังการี จำนวน 187 คน โดยประมาณ 1 ใน 3 ของนักศึกษาทั้งหมดเป็นเพศหญิง โดยผลการทำแบบทดสอบ MCT พบว่านักศึกษาชาย (*M* 14.99, *SD* 4.71) มีความสามารถทางมิติสัมพันธ์สูงกว่านักศึกษาหญิง (*M* 12.69, *SD* 5.02)

การทดสอบเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจระหว่างเพศได้ถูกอธิบายด้วยเหตุผลหลายประการอย่างงานวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความชอบในการเล่นคอมพิวเตอร์เกม เพศ และความสามารถในการหมุนภาพในใจของ Quaiser-Pohl, Geiser & Lehmann (2005) ได้มีการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ กับเพศที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการหมุนภาพในใจ โดยได้ทำการทดลองในเด็กอายุเฉลี่ย 14 ปี 7 เดือนจำนวน 861 คนในประเทศเยอรมันนี มีวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้ 1) เพื่อพิสูจน์ว่าเด็กผู้ชายชอบเล่นคอมพิวเตอร์เกมมากกว่าเด็กผู้หญิง 2) เด็กผู้ชายมีผลการทดสอบความสามารถการหมุนภาพในใจที่สูงกว่าเด็กผู้หญิง 3) เด็กที่มีประสบการณ์การเล่นคอมพิวเตอร์มากจะมีผลการทดสอบการหมุนภาพในใจสูงกว่าเด็กที่มีประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่น้อยกว่า และ 4) ประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์จะมีความสัมพันธ์ที่สูงกับความสามารถในการหมุนภาพในใจมากกว่าอย่างอื่น ในงานวิจัยได้แบ่งเด็กออกเป็น 3 กลุ่มจากการให้ประเมินตนเองในเรื่องของประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ที่มีตัวเลือกในหัวข้อไม่เคยเล่นคอมพิวเตอร์เกม หรือมีการเลือกเล่นเกมคอมพิวเตอร์ตามที่กำหนดไว้ให้ 8 กลุ่มได้แก่ เกมผจญภัย (Adventure game) เกมแอคชั่น (Action game) เกมกีฬา (Sport game) เกมตัวแบบแฟนตาซี (Fantasy role-playing game) เกมตรรกะ (Logic game) เกมฝึกทักษะ (Skill -training game) เกมจำลองสถานการณ์ (Simulation game) และเกมจำลองสถานการณ์การขับรถ (Driving-simulation game) โดยการเลือกเกมดังกล่าวจะถูกจัดแบ่งอยู่ในกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่มคือ กลุ่มของเด็กที่ชอบเล่นหรือมีประสบการณ์เกมประเภทเกมแอคชั่นและเกมจำลองสถานการณ์ (Action-and-simulation game player) กับกลุ่มเกมทางด้าน

ตรรกะและเกมการฝึกทักษะ (Logic-and-skill-training game player) โดยผลที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดกลุ่มตามการรายงานของกลุ่มตัวอย่างในเรื่องประสบการณ์ในการเล่นเกมและความชอบ

	การแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง (*N* = 861)		
เพศ	กลุ่มที่ 1 (ไม่เล่นเกม)	กลุ่มที่ 2 (เกมแอคชั่นและเกมจำลองสถานการณ์)	กลุ่มที่ 3 (เกมตรรกะและเกมการฝึกทักษะ)
หญิง	321 (81.95%)	58 (18.3%)	126 (82.9%)
ชาย	71 (18.1%)	259 (81.7%)	26 (17.1%)

ในสมมติฐานข้อที่ 2 ความสามารถในการหมุนภาพในใจของกลุ่มเด็กผู้ชายดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กผู้หญิง จากผลของการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ ที่ได้ใช้แบบทดสอบของ Peter et al.(1995,1995) ซึ่งพัฒนามาจาก Vandenberg & Kuse (1978) โดยจัดทำเป็นภาษาเยอรมัน และในการวิจัยข้อที่ 3 เด็กที่มีประสบการณ์การเล่นคอมพิวเตอร์มากจะมีผลการทดสอบการหมุนภาพในใจสูงกว่าเด็กที่มีประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่น้อยกว่า พบว่าประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์มีความสัมพันธ์กันกับผลการทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจ และจากสมมติฐานข้อที่ 4 ที่ประสบการณ์การเล่นเกมคอมพิวเตอร์จะมีความสัมพันธ์ที่สูงกับความสามารถในการหมุนภาพในใจ พบว่าประสบการณ์ในการเล่นคอมพิวเตอร์ในเด็กผู้ชายไม่ว่าจะเป็นในกลุ่มเกมแอคชั่นและเกมจำลองสถานการณ์ หรือกลุ่มเกมตรรกะและเกมการฝึกทักษะ จะมีผลต่อคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจเมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กผู้ชายที่ไม่เล่นเกม ในขณะที่ในกลุ่มเด็กผู้หญิงจะไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างประสบการณ์การเล่นเกม กับผลของคะแนนการทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจที่ได้

3. งานวิจัยการพัฒนาทักษะการหมุนภาพในใจ

งานวิจัยเรื่อง Training and Gender Differences on a Web-Based Mental Rotation Task (2000) ได้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยของเพศ ที่ส่งผลต่อการแสดงความสามารถในการหมุนภาพในใจโดยใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ J.M. Turos & A.I. Ervin มีวัตถุประสงค์ที่จะค้นหาว่า การฝึกทักษะการหมุนภาพในใจนี้จะช่วยพัฒนาให้ความเร็วของการตัดสินใจในการเลือกภาพว่าภาพที่เห็นจะเป็นภาพคู่เหมือนหรือภาพคู่แตกต่างได้หรือไม่ และเพิ่มความถูกต้องในการตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้หรือไม่ โดยกระบวนการวิจัยใช้ระยะเวลา 4 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่จะได้รับการฝึกทักษะในห้องทดลอง 2) กลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะในห้องทดลองกับฝึกฝนด้วยตนเอง 3) กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 10 เครื่องที่เชื่อมโยงอินเตอร์เน็ตในห้องทดลอง เพื่อฝึกฝนตามโปรแกรมที่กำหนด การวิจัยนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะในห้องทดลอง จะมีการพัฒนาความสามารถการหมุนภาพในใจดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก แต่ว่าทั้งสองกลุ่มก็มีการพัฒนาความสามารถขึ้น ส่วนในเรื่องของความเร็วในการทำแบบทดสอบระหว่าง ครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 4 พบว่ามีการพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจน และยังพบว่าเพศชายก็มีผลการพัฒนาดีกว่าเพศหญิง และทั้งเพศชายและเพศหญิงในสามกลุ่ม มีการพัฒนาระยะเวลาในการตัดสินใจเลือกภาพคู่เหมือนกับภาพคู่ที่แตกต่าง โดยใช้เวลาในการตัดสินใจลดลง

การพัฒนาทักษะการหมุนภาพในใจได้ถูกศึกษาอย่างกว้างขวางและมีงานวิจัยในหลายประเทศและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทักษะของการหมุนภาพในใจผ่านการฝึกโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Samsudin & Ismail (2004) ได้ทดลองพัฒนาความสามารถในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของมหาวิทยาลัย Pendidikan Sultan Idris ประเทศมาเลเซีย จำนวน 58 คนแบ่งเป็นเพศชาย 19 คนและเพศหญิง 39 คน โดยแบ่งนักศึกษาทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่มคือ นักศึกษาที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์สูงและนักศึกษาที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ต่ำ จากการทำแบบสอบถามประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Experience Questionnaire) ทำให้ได้นักศึกษาที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์สูงจำนวน 23 คน เพศชาย 6 คนและเพศ หญิง 17 คนที่เหลืออีก 35 คนเป็นกลุ่มของนักศึกษาที่มีประสบการณ์ทางมิติสัมพันธ์ที่ต่ำ มีเพศชาย 13 คนและเพศหญิง 22 คนโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เพื่อ 1) การฝึกทักษะทางมิติสัมพันธ์ด้วยชุดฝึก Computer-Based Multimedia Tutor (CBMT) จะมีผลต่อการพัฒนาความสามารถและใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจได้ดีกว่าวิธีการสอนโดยทั่วไป (Conventional instructional method) 2) เพศชายจะแสดงความแตกต่างในการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจทั้งความสามารถและระยะเวลาในการตัดสินใจได้ดีกว่าเพศหญิง 3) กลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์จะแสดงการพัฒนาที่ดีกว่าในเรื่องความสามารถการหมุนภาพในใจและระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ที่ต่ำ

จากการทดลองมีการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดด้วยแบบทดสอบคอมพิวเตอร์ความสามารถการหมุนภาพในใจของเชย์ Chay (2000) ที่พัฒนามาจาก Vandenberg & Kuse (1978) จากนั้นกลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มจากการถูกฝึกใน 2 รูปแบบ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการหมุนภาพในใจในกลุ่มที่ฝึกด้วย CBMT ซึ่งเป็นรูปแบบของการอบรมโดยใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ที่ผู้วิจัยคาดว่าจะให้ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ที่จะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการหมุนภาพในใจได้สูงกว่าวิธีการสอนโดยทั่วไปนั้นเป็นไปตามสมมติฐาน เพศชายจะมีคะแนนสูงกว่าเพศหญิง และกลุ่มที่มีประสบการณ์ทางมิติสัมพันธ์ที่สูงจะมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ที่ต่ำ และสำหรับเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ฝึกด้วย CBMT และกลุ่มที่ใช้วิธีการสอนโดยทั่วไป และเพศชายมีการใช้เวลาที่น้อยกว่าเพศหญิงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนกลุ่มที่มีประสบการณ์ด้านมิติสัมพันธ์ที่สูงจะมีการใช้ระยะเวลาน้อยกว่ากลุ่มที่มีประสบการณ์ด้านมิติสัมพันธ์ที่ต่ำ

จากงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทดลองในเรื่องการพัฒนาความสามารถการหมุนภาพในใจ พบว่าทักษะการหมุนภาพในใจนี้สามารถที่จะทำการพัฒนาได้ โดยการผ่านรูปแบบของการเรียนรู้ต่างๆกัน เนื่องด้วยความสามารถในการหมุนภาพในใจนี้ เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อวิชาชีพบางวิชาชีพ และมีความสัมพันธ์ต่อการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่ต้องการทักษะความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เช่น การเรียนในสาขาวิศวกรรมโยธา ผู้ที่ขาดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะมีผลต่อการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะทางมิติสัมพันธ์อย่างเช่นวิชาการออกแบบโครงสร้าง เลขคณิตสำหรับวิศวกร และวิชาปฐพีวิทยา (Alias et al, 2002) ดังนั้นจึงได้มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน และนักศึกษาขึ้น ซึ่งได้ข้อสรุปสำคัญจากงานวิจัยว่า การพัฒนาทักษะความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์นั้นสามารถผ่านกระบวนการฝึกฝนได้ (Rafi et al, 2006) และนักเรียนที่เรียนเน้นมาทางด้านสายวิทยาศาสตร์จะแสดงความสามารถในแบบทดสอบการหมุนภาพในใจได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนมาในสายศิลป์ (Ascher, 1998)

สำหรับในประเทศไทย งานวิจัยในเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจยังไม่มีการค้นคว้ามาก่อน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจริเริ่มศึกษาเรื่องความสามารถของการหมุนภาพในใจเยาวชนไทย โดยต้องการที่จะทราบความสามารถของการหมุนภาพในใจของเยาวชนไทยว่าจะมีความสอดคล้องหรือแตกต่างกับผลของงานวิจัยความสามารถของการหมุนภาพในใจ ที่ได้กระทำอยู่ในต่างประเทศหรือไม่

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความความสามารถในการหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง
4. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการหมุนภาพ ในใจของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ระหว่างนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศ
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่3 และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 120 คน แบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน และนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน

สมมติฐานในการวิจัย

1. คะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ สูงกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ น้อยกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
3. คะแนนความความสามารถในการหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายสูงกว่าเพศหญิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การหมุนภาพในใจ หมายถึง ความสามารถในการตัดสินภาพคู่ 3 มิติของรูปทรงเรขาคณิตที่ประกอบด้วยบล็อกสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวน 8 ชิ้นวางต่อกันเป็นรูปทรงต่างๆ ในแบบทดสอบว่าเป็นภาพของวัตถุชิ้นเดียวกัน หรือต่างชิ้นกัน โดยใช้วิธีหมุนภาพในความคิด

ภาพคู่ 3 มิติ หมายถึง ภาพลายเส้น 2 มิติของภาพวัตถุที่หมุนในแกน x หรือ แกน y หรือ แกน z จำนวน 2 ภาพมาปรากฏพร้อมกันในแบบทดสอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ หมายถึง นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา และสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ได้ผ่านการศึกษาในรายวิชาดังต่อไปนี้คือ 1) วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม และ 2) วิชาแคลคูลัส ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องใช้ทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

นักศึกษาที่ไม่ได้ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ หมายถึง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและสาขาวิชาภาอังกฤษที่ไม่ได้ผ่านการศึกษาในรายวิชาดังต่อไปนี้คือ 1)วิชาการเขียนแบบวิศวกรรม และ 2)วิชาแคลคูลัส ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องใช้ทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

ระยะเวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจ (Reaction time) หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่ที่ภาพคู่ในแบบทดสอบปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จนถึงเวลาที่กลุ่มตัวอย่างตัดสินใจว่าภาพคู่ที่ปรากฏเป็นภาพของวัตถุชิ้นเดียวกันหรือต่างชิ้นกันโดยการกดเม้าส์

ความสามารถในการหมุนภาพในใจ หมายถึง คะแนนในการตอบแบบทดสอบการหมุนภาพในใจได้ถูกต้อง ตามความเป็นจริงของภาพคู่ที่ปรากฏในแบบทดสอบ ว่าเป็นภาพคู่ของวัตถุชิ้นเดียวกัน หรือเป็นภาพคู่ของวัตถุที่ต่างกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น

   1.1 การได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

   - นักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
   - นักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

   1.2 เพศ

   - นักศึกษาเพศหญิง
   - นักศึกษาเพศชาย

2. ตัวแปรตาม

   - เวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจ
   - คะแนนคำตอบข้อที่ถูกต้อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีงานวิจัยต้นแบบทางด้านจิตวิทยาการรู้คิด ที่เกี่ยวกับความสามารถในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในประเทศไทย
2. นำเครื่องมือของงานวิจัย มาพัฒนาเป็นแบบทดสอบความสามารถของการหมุนภาพในใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานของความสามารถการหมุนภาพในใจในเยาวชนไทย
3. สามารถใช้ผลจากการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดฝึกการเพิ่มความสามารถการหมุนภาพในใจสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและนักศึกษาในระดับปริญญาตรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ (Causal-comparative research design) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาในกลุ่มที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของจำนวน 120 คนแบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คนและเพศหญิง 30 คนและนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คนและเพศหญิง 30 คน (ตามตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกและนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

เพศ	ทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์		รวม
	กลุ่มที่ได้รับการฝึก	กลุ่มที่ได้รับการฝึก	
ชาย	30	30	60
หญิง	30	30	60
รวม	60	60	120

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ 1) ร ะหว่างความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ 2) ระยะเวลาที่ใช้ในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และความแตกต่างระหว่างเพศในการหมุนภาพในใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ โดยดัดแปลงมาจากงานวิจัยเรื่อง Mental rotation of three-dimensional objects ของ Roger N. Shepard และ Jacqueline Metzler ในปี 1971 แบบทดสอบในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 แบบกรอกรข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 2 ข้อ

1. เพศ
2. คณะที่กำลังศึกษา

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการหมุนภาพในใจซึ่งมี ข้อกระทงจำนวน 75 ข้อ เป็นแบบทดสอบบนคอมพิวเตอร์ (Computer-based test)

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูลการใช้เวลาในการทำข้อกระทงแต่ละข้อ และคะแนนที่ได้ของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ

1. ค้นหาภาพวัตถุ 3 มิติต้นแบบ ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจของ Shepard และ Metzler (1971) เพื่อมาเป็นต้นแบบในการสร้างภาพของวัตถุจำลอง 3 มิติ
2. สร้างภาพวัตถุจำลอง 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิต ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้บล็อคสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 x 2 เซนติเมตรจำนวน 8 ชิ้น มาต่อกันเป็นภาพของวัตถุจำลอง 3 มิติ 1 ภาพ (ดูภาคผนวก ข)
3. สร้างภาพวัตถุจำลอง 3 มิติ จำนวน 3 ภาพ โดยภาพวัตถุจำลอง 3 มิติแต่ละชิ้นจะมีลักษณะ ที่ไม่เหมือนกัน (ดูภาคผนวก ข)
4. นำเอาภาพวัตถุจำลอง 3 มิติทั้ง 3 ภาพมาหมุนในแนวแกน x แกน y และ แกน z (ดูภาคผนวก ข)
5. การหมุนของวัตถุจำลอง 3 มิติจะเริ่มจาก 0 องศา ไปจนถึง 180 องศา ในทุกแกน โดยกำหนดค่าผลต่างของมุมเท่ากับ 10 องศา
6. การหมุนวัตถุจำลอง 3 มิติในแต่ละแกนจะทำให้ได้ภาพจำนวน 19 ภาพ โดยรวมภาพที่ไม่ได้หมุนด้วย (0 องศา) รวมได้ภาพทั้งหมดจำนวน 171 ภาพ
7. นำภาพที่ได้มาจับคู่กันเพื่อสร้างแบบทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์(ดูภาคผนวก ค)

ภายใต้เงื่อนไขการจับคู่ดังนี้

7.1 ถ้านำภาพวัตถุจำลองแบบเดียวกันแต่มีการหมุนองศาที่ต่างกันมาจับคู่กันจะได้ภาพคู่ที่เหมือนกัน

7.2 ถ้านำภาพวัตถุจำลองต่างแบบกันแต่มีการหมุนองศาที่เท่ากันมาจับคู่กันจะได้ภาพคู่ที่ต่างกัน

7.3 ถ้านำภาพจำลองวัตถุต่างแบบกันและมีการหมุนองศาที่ต่างกันมาจับคู่กันจะได้ภาพคู่ที่ต่างกัน

8. การหมุนองศาของวัตถุจำลอง 3 มิติ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

8.1 กลุ่มข้อง่ายหมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 10องศา ถึง 60องศา

8.2 กลุ่มข้อปานกลางหมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 70 องศา ถึง 120 องศา

8.3 กลุ่มข้อยากหมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 130 องศา ถึง 180 องศา

ผลการวิจัยของ Shepard และ Metzler (1971) แสดงให้เห็นว่าองศาของภาพคู่ที่มีความแตกต่างกันสูง จะทำให้มีการใช้เวลาในการทำแบบทดสอบที่นานขึ้น และในงานวิจัยของ Sutton และ Healthcote (2003) พบว่าที่การหมุนของภาพที่มีความแตกต่างกันที่ 135 องศามีการใช้เวลาในการทำแบบทดสอบมากขึ้นและมีความผิดในการทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้น องศาที่หมุนเกิน 180 องศาก็จะใช้เวลาลดลง เท่ากับว่าจุดสูงสุดของระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจอยู่ที่ 180 องศา (Galotti, 2008) และความยากในการหมุนจะเพิ่มขึ้นในความแตกต่างขององศาที่มีระยะการหมุนต่างกันเริ่มตั้งแต่ 0 องศา 60 องศา 120 องศา และ 180 องศาตามลำดับ (Cooper, 1975)

9. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ แบบ 2 ตัวเลือก จำนวน 210 ข้อ จากการสุ่มตัวอย่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สุ่มแยกในแต่ละกลุ่มได้จำนวนข้อกระทงกลุ่มละ 70 ข้อ รวมจำนวนแบบทดสอบทั้งหมด 210 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1. ถ้าผู้ทำแบบทดสอบตอบถูกก็จะได้คะแนน 1 คะแนนต่อข้อกระทง 1 ข้อ

2. ถ้าผู้ทำแบบทดสอบตอบผิดก็จะไม่ได้คะแนนในข้อนั้นๆ

10. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญคณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 3 ท่านเป็นผู้ตรวจสอบเพื่อวัดความตรงเชิงพินิจเพื่อตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้เกณฑ์พิจารณาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 2 ใน 3 ท่าน ที่เห็นว่าสอดคล้องกันถือว่าข้อกระทงนั้นใช้ได้ (มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 1.0) ซึ่งได้คัดเลือกข้อกระทงที่มีค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 1.00 จำนวน 210 ข้อ และปรับปรุงข้อกระทงตามคำแนะนำ

ของผู้เชี่ยวชาญ โดยขยายภาพให้มีขนาดที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการมอง และควบคุมให้การจัดวางภาพของภาพวัตถุจำลอง 3 มิติที่ปรากฏให้อยู่บนกึ่งกลางของกรอบภาพทรงกลมในแต่ละด้าน

11. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะปรากฏข้อกระทงในแบบทดสอบครั้งละ 1 ข้อ และเมื่อนักศึกษาตัดสินใจเลือกคำตอบโดยการกดเม้าส์ จากนั้นข้อกระทงก็จะเปลี่ยนเป็นข้อถัดไป โดยที่ผู้ทำแบบทดสอบไม่สามารถทำการแก้ไขคำตอบ ทำข้อกระทงข้ามข้อ หรือย้อนกลับมาทำข้อกระทงได้

12. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นจะมีฐานข้อมูลเพื่อการจัดเก็บข้อมูลในเรื่องเวลาที่ใช้ในการทำข้อกระทงและเรื่องความถูกต้องของคำตอบของผู้ทำแบบทดสอบแต่ละคน

13. ผู้วิจัยนำข้อกระทงทั้งหมด 210 ข้อ ไปใช้ในการทำการศึกษานำร่องเพื่อหาเวลาเฉลี่ยในการทำข้อกระทงแต่ละข้อ โดยการเก็บข้อมูลครั้งนี้ใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ไม่เคยทำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ จำนวน 85 คน เป็นนักศึกษาเพศชาย 42 คนและเพศหญิง 43 คน ซึ่งเมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วตัดข้อมูลของนักศึกษาที่อาจทำให้ผลการวิเคราะห์เกิดความคลาดเคลื่อนเหลือ จำนวน 60 คน นำมาหาค่าเวลาเฉลี่ยที่นักศึกษาใช้เวลาทำข้อกระทงในแต่ละข้อซึ่งจากการหาค่าเฉลี่ยเวลาพบว่า นักศึกษาใช้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 9.30 วินาที จากนั้นคำนวณหาระยะเวลาในการทำแบบทดสอบทั้งชุดได้เท่ากับ 32.55 นาที ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาในการทำข้อกระทงทั้งหมด 210 ข้อ เวลา 30 นาที

14. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ จำนวน 210 ข้อ เวลา 30 นาที ไปใช้ทดลองใช้ (tryout) กับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 96 คน ที่ไม่เคยผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ มาก่อนโดยให้ระยะเวลาในการทำ 30 นาที นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อกระทงเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้ ค่าความยาก (P) มีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point biserial correlation : $r_{p.bis}$) ตั้งแต่.20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยากของข้อกระทง จำนวน 210 ข้อ อยู่ระหว่าง.26 ถึง .96 และ ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.72 ถึง .63 ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อกระทงจำนวน 130 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .37 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง.20 ถึง.63 และมีข้อที่ต้องคัดออก 80 ข้อ (ดูภาคผนวก ก 1)

15. นำข้อกระทงที่ผ่านการวิเคราะห์ทั้ง 130 ข้อ มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้อกระทงอื่นทั้งหมด (Corrected Item-Total Correlation: CITC) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson product-moment correlation) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 พบว่า

15.1 กลุ่มข้อง่าย หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 10 องศา ถึง 60 องศา จากข้อกระทงทั้งหมด 39 ข้อ มีข้อกระทงที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90) จำนวน 25 ข้อ

15.2 กลุ่มข้อปานกลาง หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 70 องศา ถึง 120 องศา จากข้อกระทงทั้งหมด 42 ข้อ มีข้อกระทงที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90) จำนวน 32 ข้อ

15.3 กลุ่มข้อยาก หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 130 องศา ถึง 180 องศา จากข้อกระทงทั้งหมด 49 ข้อ มีข้อกระทงที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90) จำนวน 36 ข้อ

ผู้วิจัยจึงทำการคัดเลือกข้อกระทง ตามระดับความยากกลุ่มละ 25 ข้อ โดยในกลุ่มง่ายใช้ทั้งหมด 25 ข้อ ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มง่ายใช้เกณฑ์การคัดเลือกจากข้อที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวมสูงมากลุ่มละ 25 ข้อ ได้ข้อกระทงทั้งหมด 75 ข้อ และมีข้อที่ต้องคัดออก จำนวน 55 ข้อ แล้วนำมากำหนดระยะเวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 12 นาที โดยใช้ฐานเวลาเฉลี่ยในการทำข้อกระทง ข้อละ 9.30 วินาที จากการศึกษานำร่อง (ดูภาคผนวก ก 1.)

16. วิเคราะห์ค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson formula 20:KR-20) ของทั้งฉบับและในแต่ละกลุ่ม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

16.1 กลุ่มข้อง่าย หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 10 องศา ถึง 60 องศาจำนวน 25 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .82

16.2 กลุ่มข้อปานกลาง หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 70 องศา ถึง 120 องศา จำนวน 25 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .83

16.3 กลุ่มข้อยาก หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 130 องศา ถึง 180 องศา จำนวน 25 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ .85

สรุปแล้วค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจทั้งฉบับเท่ากับ .93 มีข้อกระทงทั้งหมด 75 ข้อ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มข้อง่าย หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 10 องศา ถึง 60 องศา จำนวน 25 ข้อ กลุ่มข้อปานกลาง หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 70 องศา ถึง 120 องศา จำนวน 25 ข้อ และกลุ่มข้อยาก หมุนองศาของวัตถุในภาพทั้งสองแตกต่างกัน 130 องศา ถึง 180 องศา จำนวน 25 ข้อ (ดูในภาคผนวก ก)

วิธีการเก็บข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมจำนวน 120 คน แบ่งกลุ่มในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในระดับชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 ที่มีการฝึกทักษะด้านจินตภาพ และมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน

2. กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในระดับชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 ที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30

ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจจำนวน 75 ข้อ ที่สร้างขึ้น โดยจะต้องตอบคำถามเกี่ยวกับภาพคู่ของวัตถุที่กำหนดให้ว่า ภาพที่เห็นดังกล่าวเป็นภาพของวัตถุชิ้นเดียวกันหรือต่างชิ้นกัน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการทดลองดังนี้

- ผู้วิจัยจะได้ทำการอธิบายคำสั่ง และคำชี้แจงของการทำแบบทดสอบโดยละเอียดก่อนเริ่มการทำการวิจัย (แสดงคำชี้แจงในภาคผนวก)
- นักศึกษาเปิดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิจัยและเริ่มทำข้อกระทง
- ระยะเวลาการนำเสนอข้อกระทงแต่ละข้อเท่ากับ 9.30 วินาที เมื่อนักศึกษาเลือกคำตอบก่อนเวลาที่กำหนดเวลา ข้อกระทงข้อต่อไปจะถูกนำเสนอแต่ถ้านักศึกษาไม่เลือกคำตอบเมื่อครบเวลา 9.30 วินาที ข้อกระทงต่อไปจะถูกนำเสนอ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการหมุนภาพในใจและระยะเวลาในการตอบสนองระหว่างนักศึกษาเพศชายและหญิงในกลุ่มที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาในกลุ่มเปรียบเทียบนี้ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการวิจัย

ในการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการหมุนภาพในใจ ระหว่างนักศึกษาในกลุ่มที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาในกลุ่มเปรียบเทียบนี้ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความความสามารถในการหมุนภาพในใจ ระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง
4. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจ ระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (*M*) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) โดยจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ซึ่งพบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 44.42 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.39 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเท่ากับ 37.68 และนักศึกษาเพศชายมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 51.17 ซึ่งนักศึกษากลุ่มตัวอย่างเพศหญิงและเพศชายมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ (*N*=120)

	N	*M*	*S.D.*
นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์			
เพศหญิง	30	40.50	8.16
เพศชาย	30	58.50	7.16
รวม	60	49.50	11.84
นักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์			
เพศหญิง	30	34.87	6.11
เพศชาย	30	43.83	12.62
รวม	60	39.35	10.82
รวม			
เพศหญิง	60	37.68	7.69
เพศชาย	60	51.17	12.58
รวม	120	44.42	12.39

ส่วนนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์มีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 49.50 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.84 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเท่ากับ 40.50 และนักศึกษาเพศชายมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 49.50 ซึ่งนักศึกษาผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์เพศหญิงและเพศชายมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจแตกต่างกัน

ในส่วนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์มีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 44.42 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.82 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเท่ากับ 37.68 และนักศึกษาเพศชายมีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 51.17

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการหมุนภาพในใจ จำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ ด้วยสถิติเอฟ (F-test) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการหมุนภาพในใจ มาหาความแปรปรวน โดยจำแนกการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และเพศ ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของความสามารถในการหมุนภาพในใจ จำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ

แหล่งความแปรปรวน	*df*	*SS*	*MS*	*F*
การฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์	1	3090.67	3090.67	39.308***
เพศ	1	5454.01	5454.01	69.366***
ปฏิสัมพันธ์	1	612.01	612.01	7.784**
ความคลาดเคลื่อน	116	9120.63	78.63	
รวม	119	18277.325		

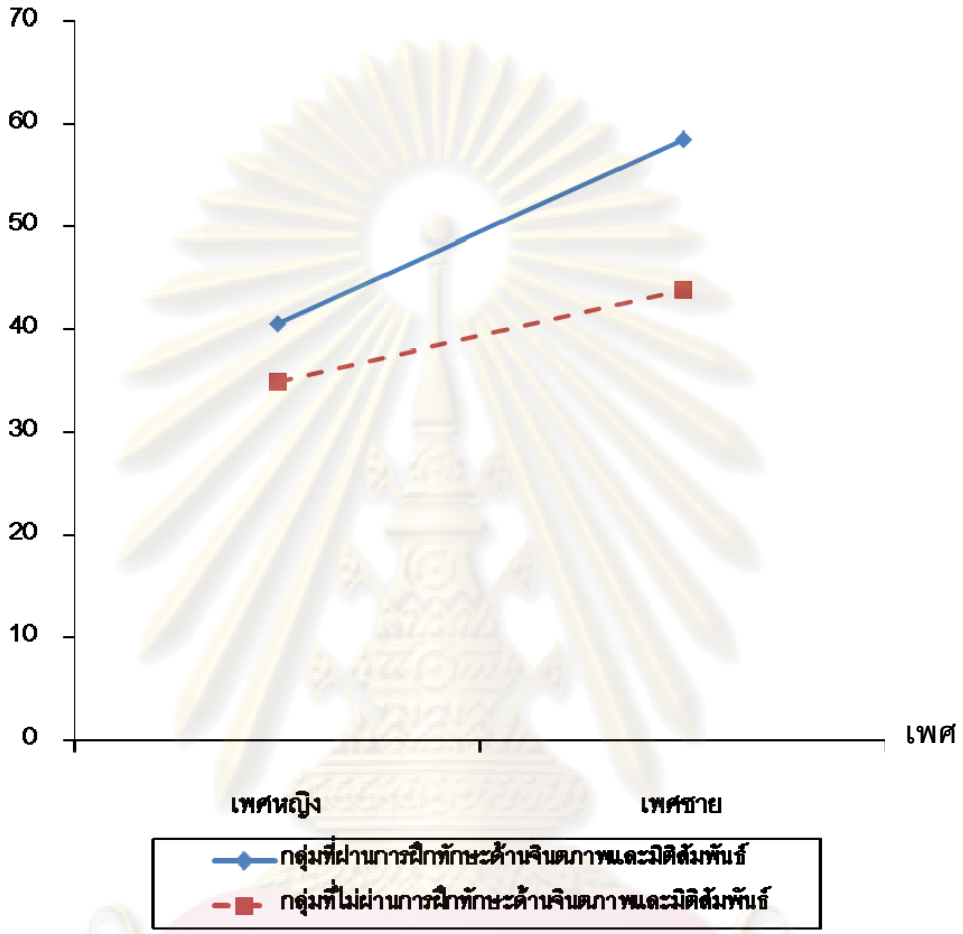
**p<.01, ***p<.001

จากการวิจัยพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (F=7.784, p< .01) ความสามารถการหมุนภาพในใจ ของนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับเพศหญิงและ เพศชายแตกต่างกัน ดังภาพที่ 8 ที่แสดงให้เห็นว่า โดยนักศึกษาปริญญาตรีเพศชายทั้งที่ผ่านการฝึกด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และที่ไม่ผ่านการฝึกมีความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาปริญญาตรีเพศหญิง

จากตารางที่ 5 พบว่า นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์มีความสามารถในการหมุนภาพในใจแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(F=39.308, p<.001) โดยนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์มีคะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

นักศึกษาเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F=69.366, p<.001) โดยนักศึกษาเพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาเพศหญิง

คะแนนความสามารถในการหมุนภาพในใจ



ภาพที่ 8 กราฟปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับเพศที่ส่งผลให้เกิดผลต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ

3. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเพศชายที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์มีคะแนนสูงกว่าเพศหญิงที่ได้รับการฝึก และในกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ เพศชายมีคะแนนสูงกว่าเพศหญิงแต่ไม่สูงเท่ากับกลุ่มที่ได้รับการฝึก

ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจได้แก่ ค่าเฉลี่ย (*M*) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) โดยจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ซึ่งพบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 401.25 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 93.04 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 386.29 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 101.14 และนักศึกษาเพศชายใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 419.58 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 77.00

ตารางที่ 6 ค่าสถิติพื้นฐานของระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ (*N*=120)

	N	*M*	*S.D.*
นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพ และมิติสัมพันธ์			
เพศหญิง	30	379.35	112.35
เพศชาย	30	421.86	58.71
รวม	60	400.60	91.42
นักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพ และมิติสัมพันธ์			
เพศหญิง	30	386.50	97.03
เพศชาย	30	417.31	92.77
รวม	60	401.91	95.39
รวม			
เพศหญิง	60	386.29	104.14
เพศชาย	60	419.58	77.00
รวม	120	401.25	93.04

ส่วนนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 400.06 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 91.42 เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 379.35 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 112.35และนักศึกษาเพศชายใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 421.86 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 58.71 ซึ่งนักศึกษาเพศหญิงและเพศชายที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจแตกต่างกัน

ในส่วนนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 401.25 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 93.04

เมื่อจำแนกตามเพศพบว่า นักศึกษาเพศหญิงใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 386.29 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 104.14 และนักศึกษาเพศชายใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจเฉลี่ยเท่ากับ 419.58 วินาที ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 77.00

4. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของระยะเวลาการตัดสินใจหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ ด้วยสถิติเอฟ (F-test) จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way Analysis of Variance)

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจมาหาความแปรปรวน โดยจำแนกการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของระยะเวลาในการหมุนภาพในใจจำแนกตามการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และเพศ

แหล่งความแปรปรวน	*df*	*SS*	*MS*	*F*
การฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์	1	50.690	50.690	.006
เพศ	1	40326.000	40326.000	4.731*
ปฏิสัมพันธ์	1	1026.675	1026.675	.120
ความคลาดเคลื่อน	116	988662.901	8522.956	
รวม	119	1030066.537		

*$p<.05$

จากตารางที่ 7 พบว่า นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจไม่แตกต่างกัน โดยนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจไม่แตกต่างกับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

นักศึกษาเพศหญิงและเพศชายใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(F=4.731, $p<.05$) โดยนักศึกษาเพศชายใช้ระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจมากกว่านักศึกษาเพศหญิง

นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์กับเพศไม่ส่งผลให้เกิดผลของปฏิสัมพันธ์ต่อระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการหมุนภาพในใจและระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาเพศชายกับเพศหญิงในกลุ่มที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาเพศชายกับเพศหญิงในกลุ่มเปรียบเทียบนี้ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขออภิปรายผลการวิเคราะห์ดังนี้

1) **ความสามารถการหมุนภาพในใจ** พบว่า เพศและการฝึกมีผลต่อความสำเร็จในการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ โดยกลุ่มนักศึกษาชายที่ได้รับการฝึกจะมีคะแนนสูงกว่า กลุ่มนักศึกษาชายและหญิงที่ได้รับการฝึก แต่สำหรับกลุ่มนักศึกษาเพศหญิงที่ได้รับการฝึกกลับมีคะแนนน้อยกว่ากลุ่มนักศึกษาชายที่ไม่ได้รับการฝึก ดังนั้นเพศและการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์จึงมีความสัมพันธ์กันในความสามารถการหมุนภาพในใจ

นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ มีความสามารถใน การหมุนภาพในใจได้ดีกว่านักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึก โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4 คะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจเฉลี่ยของนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ สูงกว่าคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ($p<.001$) ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาทางด้านมิติสัมพันธ์ ที่พบว่าการฝึกทักษะการหมุนภาพในใจจะมีผลต่อคะแนนการทำแบบทดสอบวัดความสามารถหมุนภาพในใจ ของกลุ่มนักศึกษาปริญญาตรีเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้รับการพัฒนาทักษะการหมุนภาพในใจ (Turos & Ervin, 2000)

ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ได้รับการคัดเลือกมาจากนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีรายวิชาที่มีการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ เช่นเดียวกับคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และคณะเทคโนโลยี (Rafi et al, 2006) นอกจากนักศึกษากลุ่มตัวอย่างจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ยังได้เรียนรายวิชาที่ผู้ทำการวิจัยได้กำหนดไว้ว่าต้องผ่านการเรียนวิชาการเขียนแบบทางวิศวกรรมและแคลคูลัส เพราะมีข้อมูลยืนยันว่าวิชาการเขียนแบบทางวิศวกรรมและแคลคูลัสส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ นอกจากนั้นนักศึกษากลุ่มตัวอย่างยังได้เรียนวิชาเสริมอื่นๆ ที่เป็นการศึกษาในหลักสูตรของวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต เช่น การเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ และ

คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Alias et al, 2002) ซึ่งก็มีผลต่อการช่วยพัฒนาความสามารถในการหมุนภาพในใจด้วยเช่นกัน ทำให้นักศึกษาในกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีการฝึกฝนทักษะความสามารถในการหมุนภาพในใจที่มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ที่มาจากคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งรายวิชาส่วนใหญ่ที่เรียนจะไม่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการใช้จินตภาพและทักษะทางมิติสัมพันธ์ จึงทำให้ผลของงานวิจัยในเรื่องของความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ผ่านการฝึก

และนอกจากวิชาเรียนที่ช่วยในการเสริมความสามารถในการหมุนภาพในใจที่เพิ่มขึ้น กิจกรรมประกอบการเรียนการสอนที่เกื้อหนุนประสบการณ์ทางมิติสัมพันธ์ก็เป็นปัจจัยที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาทักษะการหมุนภาพในใจ ดังจะเปรียบเทียบได้จากพัฒนาการในวัยเด็กที่ไม่มีการเรียนรู้ในเรื่องวิชาการอย่างจริงจัง แต่การเล่นหรือของเล่นก็เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความสามารถของการหมุนภาพในใจ (Quaiser-Pohl, 2005) ในกลุ่มตัวอย่างจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ ยังมีการพัฒนาทักษะทางวิศวกรรมศาสตร์นอกห้องเรียนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะทางด้านนี้ เช่น การฝึกงานในโรงงานต้นแบบ หรือการเรียนภาคสนามของนักศึกษา ที่เน้นการศึกษาในเรื่องของพื้นที่และบริเวณ ซึ่งจะช่วยให้เกิดประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ ที่สูงกว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ เพราะการเรียนของนักศึกษาในสาขาวิชาภาษาอังกฤษ หรือสาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มีลักษณะการสอนแบบบรรยาย (Lecture-based learning) ไม่มีการปฏิบัติการที่จะช่วยพัฒนาประสบการณ์ทางด้านมิติสัมพันธ์ให้เกิดขึ้น และเนื้อหาในรายวิชาที่เรียนก็ไม่ช่วยฝึกฝนให้เกิดทักษะทางจินตภาพและมิติสัมพันธ์อีกด้วย

ในการกำหนดคุณสมบัติผู้เรียนในสาขาวิชาวิศวกรรม และสาขาวิชาภาษาอังกฤษกับสาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา มีการกำหนดคุณสมบัติของผู้เรียนที่สร้างความแตกต่างในเรื่องของความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์มาตั้งแต่แรก โดยผู้เรียนสายวิศวกรรมศาสตร์จะเป็นนักเรียนที่ศึกษาทางด้านสายวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีการเรียนเน้นรายวิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ผู้เรียนสายภาษาและเทคโนโลยีการศึกษาเป็นนักเรียนสายศิลป์ ที่เรียนเรื่องของภาษาเป็นหลัก มีการศึกษาที่เน้นแตกต่างกัน ทำให้เกิดการพัฒนาที่แตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาดังกล่าวจะเชื่อมโยงกับการทำงานในส่วนต่างๆของสมอง ที่มีการทดลองเกี่ยวกับการทำงานของสมองกับเรื่องความสามารถการหมุนภาพในใจแล้วพบว่า การหมุนภาพในใจเป็นการทำงานของสมองในส่วนที่เรียกว่า Hemisphere ด้านขวา ในขณะที่การทำงาน

ของสมองส่วน Hemisphere ด้านซ้าย เป็นการทำงานในเรื่องของภาษา และการทำงานของ Hemisphere ด้านขวาเป็นทักษะที่ไม่เกี่ยวข้องกับภาษา (Corballis, 1997) จากการศึกษาเรื่องของการทำงานในส่วนต่างๆของสมองที่มีต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า Hemisphere ด้านขวา มีความสัมพันธ์กับการทำงานที่ใช้ภาพ ดังนั้นนักศึกษาที่เรียนรายวิชาแคลคูลัสและการเขียนแบบทางวิศวกรรมที่มีการใช้ภาพจินตนาการ จึงเป็นการช่วยพัฒนาการทำงานของ Hemisphere ด้านขวา เมื่อ Hemisphere ด้านขวาได้รับการพัฒนา กิจกรรมต่างๆที่ต้ใช้ Hemisphere ด้านขวา รวมถึงการหมุนภาพในใจจึงเกิดขึ้นได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมองส่วน Hemisphere ด้านขวา

และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่า นักศึกษาเพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่านักศึกษาเพศหญิง โดยคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจเฉลี่ยของนักศึกษาเพศชายสูงกว่านักศึกษาเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 ตามงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างเพศจากการใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจ ที่สนับสนุนว่าเพศชายมีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่าเพศหญิง (Turos & Ervin, 2000) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ของเพศชายที่มีความสามารถที่สูงกว่าเพศหญิงโดยได้มีการใช้แบบทดสอบความสามารถในการหมุนภาพในใจของ Peter et al., (1995); Shepard & Metzler, (1971); Vandenberg & Kuse, (1978) ซึ่งได้ถูกอ้างอิงในบทการศึกษาในจิตประสาทวิทยา (Neuropsychological literature) (Schoning et al., 2007) การรายงานเรื่องความสามารถของเพศชายที่มีเหนือต่อเพศหญิงในเรื่องของการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจที่ใช้รูปทรงลูกบาศก์มาต่อๆกันนี้เป็นสิ่งที่พบได้ในทุกๆงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีวัตถุประสงค์ในการหาความแตกต่างระหว่างเพศ (Freeman et al., 1995)

ถึงแม้ว่าการทำงานของสมองส่วน Hemisphere ด้านขวาจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความแตกต่างของความสามารถหมุนภาพในใจของกลุ่มตัวอย่าง แต่เพศก็ได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของวิวัฒนาการที่มีมาอย่างยาวนานว่าส่งผลต่อการพัฒนาการหมุนภาพในใจ โดยเพศชายที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ก็ยังมีความสามารถหมุนภาพในใจสูงกว่าเพศหญิงที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

2) ระยะเวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจ จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 6 พบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในตัดสินการหมุนภาพในใจเฉลี่ยของนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ว่า นักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ใช้เวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจน้อยกว่านักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติ

สัมพันธ์ และระยะเวลาที่ใช้ในตัดสินการหมุนภาพในใจเฉลี่ยของนักศึกษาเพศชายสูงกว่านักศึกษาเพศหญิงมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4 ที่กำหนดไว้ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง

ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุหลายประการ เริ่มจากผลของสภาพแวดล้อมทางสังคมที่กลุ่มตัวอย่างผ่านการเล่นคอมพิวเตอร์เกมหรือวีดิโอเกม ทั้งในกลุ่มฝึกและไม่ฝึก ผลของการเล่นเกมคอมพิวเตอร์หรือเกมวีดิโอ ซึ่งเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมในฐานะของเล่น อาจจะช่วยให้กลุ่มตัวอย่างมีความคุ้นเคยกับการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน และเมื่อมาพบกับรูปแบบการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จึงทำให้มีการตอบคำตอบเสมือนการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ความรวดเร็วในการเล่น ด้วยเหตุนี้จึงไม่มีความแตกต่าง สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

แต่อย่างไรก็ตาม การใช้เวลาในการตัดสินใจของเพศหญิงที่เร็วกว่าเพศชายนี้ไม่ได้ส่งผลต่อคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจโดยมีคะแนนความแตกต่างระหว่างเพศอยู่ที่ .001 ซึ่งถือได้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างเพศชายที่มีคะแนนสูงกว่าเพศหญิง การใช้เวลาที่เร็วขึ้นของเพศหญิงจนกระทั่งมีความเร็วที่มากกว่าเพศชายอาจจะมีผลมาจากรูปแบบของการทดสอบที่ทำบนเครื่องคอมพิวเตอร์ และในเรื่องกำหนดระยะเวลาในการทำข้อกระทงแต่ละข้อ ที่ถ้าหมดเวลาแล้วข้อทดสอบจะเปลี่ยนไปโดยอัตโนมัติ และผู้ทำแบบทดสอบจะไม่ได้คะแนนในข้อดังกล่าว โดยเงื่อนไขการทำแบบทดสอบโดยมีการจำกัดเวลาได้สร้างความแตกต่างอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการทำแบบทดสอบโดยไม่มีการจำกัดเวลา ดังจะเห็นได้จากการทำแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลา จากการทำแบบทดสอบ 210 ข้อของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างในการทดลองนำร่องในการวิจัยในครั้งนี้ ที่ได้แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างเพศอย่างชัดเจนที่นักศึกษาเพศชายใช้เวลาในการตัดสินภาพหมุนในใจน้อยกว่านักศึกษาเพศหญิง โดยที่นักศึกษาชายมีคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาหญิงด้วยเช่นกัน ดังนั้นการกำหนดระยะเวลาในการทำข้อสอบ จึงน่าที่จะมีผลต่อการทำแบบทดสอบที่ทำให้เกิดการตัดสินใจที่มีความกดดันต่อนักศึกษาเพศหญิง เพราะกลัวว่าถ้าไม่รีบตัดสินใจข้อสอบจะเปลี่ยนไป เพราะถึงแม้นว่าทั้งนักศึกษาเพศชายและเพศหญิงจะได้รับความกดดันในเรื่องของระยะเวลาที่เหมือนกัน แต่มีความเป็นไปได้ว่านักศึกษาเพศชายสามารถตัดสินการหมุนภาพในใจได้บนการมองเห็นถึงคำตอบที่ถูกต้องในขณะที่นักศึกษาเพศหญิงก็มีการตัดสินใจเช่นเดียวกันแต่ว่าไม่ได้อยู่บนพื้นฐานการมองเห็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยมีค่าเบี่ยงแบนมาตรฐานระหว่างเพศชาย (77.00) กับเพศหญิง (104.14) แสดงอย่างชัดเจนว่าเพศหญิงมีการเกาะกลุ่มกันที่น้อยกว่าเพศชาย และระยะเวลาที่เร็วขึ้นในการตัดสินใจของนักศึกษาเพศหญิง ไม่ได้ส่งผลต่อคะแนนการทำแบบทดสอบการหมุนภาพในใจของนักศึกษาแต่ประการใด

จากการศึกษาเรื่องการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในประเทศไทย ครั้งนี้พบว่ามีความสอดคล้องกับผลของงานวิจัยการหมุนภาพในใจที่ได้ทำเอาไว้ในต่างประเทศในหัวข้อความสัมพันธ์ระหว่างเพศและกลุ่มที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ที่มีต่อคะแนนความสามารถการหมุนภาพในใจ โดยการใช้แบบทดสอบที่พัฒนามาจาก Shepard & Metzler, (1971) แต่ผลของงานวิจัยในครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจกับเพศ และกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ดังที่ปรากฏในงานวิจัยที่ได้ทำก่อนหน้านี้ในต่างประเทศ

ความสามารถของการหมุนภาพในใจจึงน่าจะมีความสัมพันธ์โดยตรงมากจาก 1)เรื่องเพศ โดยเพศชายจะมีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่าเพศหญิง และ2) การฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ที่กลุ่มที่ได้รับประสบการณ์การเรียนในสาขาวิชาที่มีรายวิชาแคลคูลัส และการเขียนแบบทางวิศวกรรม จะส่งผลให้มีความสามารถในการหมุนภาพในใจที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้เรียนในรายวิชาดังกล่าวมาก่อน

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ให้เป็นประโยชน์

ผลการวิจัย การหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอเสนอคำแนะสำหรับการนำผลวิจัย ไปใช้ประโยชน์รายละเอียดที่เสนอแนะมีดังต่อไปนี้

1) การวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่าตัวแปรที่มีส่งผลต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจคือทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนและเพศ จึงมีประโยชน์ต่อการนำผลมาเป็นข้อมูลเสนอแนะในการกำหนดคุณลักษณะของนักศึกษาที่เรียนในสาขาวิชาที่ต้องใช้มิติสัมพันธ์ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจเพื่อใช้ในการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัย

2) สามารถนำแบบทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้นในการวิจัยในครั้งนี้ไปทดลองทำซ้ำในกลุ่มของนักศึกษาเพื่อทำการเปรียบเทียบ โดยอาจจะใช้เกณฑ์การคัดเลือกตัวแปรที่แตกต่างกัน เช่นในเกณฑ์ความแตกต่างในกลุ่มนักศึกษาที่ทำการทดสอบเลือกจากคณะหรือสาขาวิชาที่มีนักศึกษาเพศใดเพศหนึ่งเป็นจำนวนมากกว่าอีกเพศหนึ่ง หรือนักศึกษาที่ชอบการเล่นเกมคอมพิวเตอร์กับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ชอบเล่นเกมคอมพิวเตอร์ หรือกลุ่มนักศึกษาที่เติบโตมาจากต่างจังหวัดกับกลุ่มนักศึกษาที่เติบโตมาในกรุงเทพ เพื่อจะหาความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรที่เปลี่ยนไป เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาศักยภาพความสามารถการหมุนภาพในใจในนักศึกษาต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการหมุนภาพในใจและระยะเวลาในการตัดสินใจหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาเพศชายกับเพศหญิงในกลุ่มที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ และนักศึกษาเพศชายกับเพศหญิงในกลุ่มเปรียบเทียบนี้ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
2. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความความสามารถในการหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง
4. เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายและเพศหญิง

สมมติฐานในการวิจัย

1. ความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ สูงกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ น้อยกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ความสามารถในการหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายสูงกว่าเพศหญิง

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง

กลุ่มตัวอย่างคือ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นปีที่ 3 และนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของจำนวน 120 คนแบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คนและเพศหญิง 30 คนและนักศึกษาที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน เพศชาย 30 คนและเพศหญิง 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ โดยดัดแปลงมาจากงานวิจัยเรื่อง Mental rotation of three-dimensional objects ของ Roger N. Shepard and Jacqueline Metzler ในปี 1971 แบบทดสอบในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 แบบกรอกข้อมูลทั่วไปส่วนบุคคล ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 2 ข้อ

1. เพศ
2. สาขาวิชาที่ศึกษา

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจซึ่งมีข้อกระทงที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว จำนวน 75 ข้อ (KR-20 = .93)

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูลการใช้เวลาในการทำข้อกระทงแต่ละข้อ และคะแนนที่ได้ของกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมจำนวน 120 คน แบ่งกลุ่มในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

1. กลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในระดับชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 ที่มีการฝึกทักษะด้านจินตภาพ และมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30 คน

2. กลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในระดับชั้นปีที่ 3 หรือชั้นปีที่ 4 ที่ไม่ได้รับการฝึกทักษะด้านจินตภาพ และมิติสัมพันธ์ จำนวน 60 คน แบ่งเป็นเพศชาย 30 คน และเพศหญิง 30

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ ต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (F=7.784, p< .01)โดยนักศึกษาปริญญาตรีเพศชายทั้งที่ผ่านการฝึกด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์และที่ไม่ผ่านการฝึกมีความสามารถในการหมุนภาพในใจสูงกว่านักศึกษาปริญญาตรีเพศหญิง

2. ความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ สูงกว่านักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (F=39.308, p<.001)

3. ความสามารถในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายสูงกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (F=69.366, p<.001)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ผ่านการฝึกทักษะด้าน จินตภาพและมิติสัมพันธ์ ไม่แตกต่างจากนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ไม่ผ่านการฝึกทักษะด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์

5. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนภาพในใจระหว่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพศชายมากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญ (F=4.731, p<.05)

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในอนาคต

1) การทำวิจัยเรื่องความสามารถในการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ควรมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการทำข้อสอบ ว่ามีองค์ประกอบใดบ้างที่มีผลต่อการทำข้อสอบ เช่น องค์ประกอบเรื่องระดับความยากง่ายของข้อสอบ จำนวนข้อสอบ การกำหนดระยะเวลาในการทำข้อสอบ มาเพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจและระยะเวลาที่ใช้ในการตัดสิน อันจะช่วยให้เข้าถึงความสามารถที่แท้จริงในการทำข้อสอบ

2) การวิจัยครั้งต่อไป ควรได้มีการวิจัยในหัวข้อการเปรียบเทียบความสามารถการหมุนภาพในใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีอีก แต่ให้ทดลองใช้ต้นแบบในการพัฒนาแบบทดสอบโดยใช้แบบทดสอบการหมุนภาพในใจของ Vandenberg & Kuse, (1978) ที่เป็นแบบทดสอบที่มีข้อเลือก 4 ตัวเลือก แต่อาจเพิ่มการศึกษาตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ เช่น ประสบการณ์ในการเล่นคอมพิวเตอร์เกมของนักศึกษา เป็นต้น

3) การศึกษาถึงกลวิธีที่ใช้ในการตัดสินภาพในใจของนักศึกษา และขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินภาพหมุนในใจ อันจะเป็นการศึกษาที่ช่วยให้เข้าใจถึงกระบวนการทางความคิดของนักศึกษาไทยที่มีต่อการหมุนภาพในใจ ที่อาจจะมีความเหมือนหรือแตกต่างเมื่อเทียบกับงานวิจัยในต่างประเทศ และในเพศที่ต่างกัน หรือมีประสบการณ์ด้านจินตภาพและมิติสัมพันธ์ที่ต่างกันอาจจะทำให้มีความแตกต่างกันในทางกลวิธีหรือขั้นตอนทางความคิดในการหมุนภาพในใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาอังกฤษ

Alias, M., Black, T.R., & Gray, D.E. (2002). Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students. *International Education Journal, 3*, 1-12.

Alivisatos, B., & Pertrides, M. (1997). Functional activation of human brain during mental rotation. *Neuropsychologia, 35(2),* 111-118.

Ascher, E.A. (2000). Mental rotation in artists and non-artists. Retrieved on December 11, 2008 from http://groups.colgate.edu/cjs/student_papers/2000/ascher.pdf.

Bertel, S., Barkowsky, T., Konig, P., Schultheis, H., & Freksa, C. (2006). Sketching mental images and reasoning with sketches: NEVILLE- a computational model of mental & external spatial problem solving. *Proceeding of the 7th International Conference on Cognitive Modeling,* 349-350.

Casey, B.M. (1996). Understanding individual differences in spatial ability within females: A nature/nurture interactionist framework. *Developmental Review, 16,* 214-260.

Clements-Stephens, A.M., Rimrodt, S.L., & Cutting, L.E. (2009). Developmental sex differences in basic visuospatial processing: Differences in strategy use?. *Neuroscience Letter, 449,* 155-160.

Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology, 24,* 329-340.

Corballis, M.C. (1997). Mental rotation and the right hemisphere. *Brain and Language*, 57,100-121.

Flaherty, M. (2004). Gender differences in mental rotation ability in three cultures: Ireland, Ecuador and Japan. Retrieved on December 11, 2008 from http://www.jstage.jst.go.jp/article/psysoc/48/1/48_31/_article

Galotti, K.M. (2008). *Cognitive Psychology: In and out of the Laboratory* (4th ed). California: Wadsworth/Thomson Learning.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Gorman, R.O.(1999). Sex differences in spatial abilities*: An evolutionary explanation.* Retrieved on December 11, 2008 from http://www.homepages.shu.ac.uk/~dsjog/**sex**_diffs_1999.pdf

Hagen, E.H. (1999). Environment of evolutionary adapters (EEA). Retrieved on December 11, 2008 from http://www.anth.ucsb.edu/projects/human/epfaq/eea.html.

Kavakli, M., & Gero, J.S. (2001). *Sketching as mental imagery processing*. Retrieved on December 11, 2008 from http://www.cs.gmu.edu/~jgero//publications/2001/01KavakliGeroDesStudies.pdf.

Mc Afoose, J. (2004). The effects of mental rotation time based on rotating 'similar' and 'mirrored' objects at different degree. *Psychology 2112 Practical Report*.

Moore, D.S. & Johnson, S.P. (2008). Mental rotation in human infants: A sex difference. Retrieved on December 11, 2008 from http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2651884.

Nemeath, B. & Hoffmann, M. (2006). Gender differences in spatial visualization among engineering students. *Annales Mathematicae et Informaticae, 33,* 169-174.

Olkun, S. (2003). Making connection: Improving spatial abilities with engineering drawing activities. *International Journal of Mathematics and learning*. Retrieved on December 11, 2008 from http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf.

Pinel, J.P.J. (2006). *Biopsychology* (6th ed.). Boston: Person Education.

Quaiser-Pohl, C., Geiser, C., & Lehmann, W. (2005). The relationship between computer – game preference, gender, and mental-rotation ability. *Personal and Individual Differences. 40*, 609-619.

Rafi, A., Sansudin, K. A., & Ismail, A. On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology and Society*, *9(3)*, 149-159.

Reed, S.K. (2004). *Cognition theory and applications*, Belmont: Wadsworth/Thomson Learning.

Samsudin, K.A., & Ismail, A. (2004). The improvement of mental rotation through computer-based multimedia tutor. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, *1(2),* 24-34.

Shoning, S., Engelien, A., Kugle, H., Schafer, S., Schiffbauer, H., Zwitserlood, P., Pletziger, E., Beizai, P., Kersting, A., Ohrmann, P., Greb, R.R ., Lehmann, W., Heindel, W., Arolt, V., & Konrad, C. (2007). Functional anatomy of visual-spatial working memory during mental rotation is influenced by sex, menstrual cycle, and sex steroid hormones. *Neuropsychologia*, 45, 3203-3214.

Sutton, K., & Heathcote, A. (2003). Acquisition of mental rotation skills. *Australian Journal of Psychology,* 55, 93-93.

Turos, J.M., & Ervin, A.I. (2000) Training and gender differences on web–based mental rotation task. Retrieved on December 11, 2008. from http://viz.bd.psu.edu/viz/conferences/Training-and-Gender.pdf.

Velez, C.M., Silver, D., & Termaine, M. (2005) Understanding visualization through spatial ability differences. Retrieved on February 19, 2009 from www.caip.rutgers.edu/~mariacv/publications/vis05.pdf.

Wright, R., Thompson, W.L., Ganis, G., Newcombe, N.S., & Kosslyn, S.M. (2008). Training generalized spatial skills. *Psychonomic Bulletin & Review*, *15(4)*, 763-771.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
คุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก1 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ (*N* = 96)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
1	3	0.36	0.03	
2	1	0.49	0.20	คัดเลือกไว้
3	1	0.64	0.43	คัดเลือกไว้
4	1	0.33	0.00	
5	1	0.69	0.05	
6	3	0.41	0.27	คัดเลือกไว้
7	2	0.61	0.11	
8	3	0.41	0.06	
9	2	0.71	0.01	
10	2	0.91	0.19	
11	1	0.64	0.22	คัดเลือกไว้
12	1	0.70	0.44	คัดเลือกไว้
13	3	0.74	0.18	
14	1	0.51	0.26	คัดเลือกไว้
15	2	0.79	0.31	คัดเลือกไว้
16	2	0.52	0.24	คัดเลือกไว้
17	2	0.63	0.09	
18	1	0.68	0.04	
19	2	0.75	0.40	คัดเลือกไว้
20	1	0.57	0.22	คัดเลือกไว้
21	1	0.82	0.34	
22	1	0.94	0.18	
23	1	0.59	0.22	คัดเลือกไว้
24	3	0.67	0.48	คัดเลือกไว้
25	3	0.60	0.40	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
26	2	0.79	0.09	
27	2	0.64	0.22	คัดเลือกไว้
28	1	0.76	0.27	คัดเลือกไว้
29	2	0.48	0.03	
30	2	0.74	0.34	คัดเลือกไว้
31	3	0.67	0.20	คัดเลือกไว้
32	2	0.60	0.31	คัดเลือกไว้
33	1	0.63	0.12	
34	2	0.77	0.33	คัดเลือกไว้
35	3	0.58	0.34	คัดเลือกไว้
36	1	0.63	-0.01	
37	1	0.73	0.22	คัดเลือกไว้
38	2	0.66	0.40	คัดเลือกไว้
39	2	0.26	0.04	
40	1	0.43	0.56	คัดเลือกไว้
41	1	0.46	0.45	คัดเลือกไว้
42	2	0.70	0.13	
43	2	0.52	0.08	
44	3	0.47	-0.73	
45	3	0.60	0.30	คัดเลือกไว้
46	3	0.39	0.17	
47	2	0.68	0.23	คัดเลือกไว้
48	3	0.38	0.22	คัดเลือกไว้
49	3	0.69	0.36	คัดเลือกไว้
50	2	0.47	0.35	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
51	3	0.48	0.30	คัดเลือกไว้
52	3	0.68	0.11	
53	1	0.73	0.46	คัดเลือกไว้
54	3	0.61	0.23	คัดเลือกไว้
55	1	0.64	0.54	คัดเลือกไว้
56	3	0.66	0.16	
57	3	0.55	0.25	คัดเลือกไว้
58	1	0.73	0.21	คัดเลือกไว้
59	2	0.47	0.29	คัดเลือกไว้
60	1	0.64	0.31	คัดเลือกไว้
61	2	0.46	0.31	คัดเลือกไว้
62	1	0.80	0.38	คัดเลือกไว้
63	3	0.72	0.39	คัดเลือกไว้
64	2	0.59	0.33	คัดเลือกไว้
65	3	0.78	0.29	คัดเลือกไว้
66	2	0.64	0.08	
67	3	0.68	0.35	คัดเลือกไว้
68	3	0.75	0.07	
69	3	0.52	0.26	คัดเลือกไว้
70	3	0.53	0.46	คัดเลือกไว้
71	2	0.58	0.17	
72	3	0.71	0.29	คัดเลือกไว้
73	1	0.44	0.46	คัดเลือกไว้
74	3	0.77	0.21	คัดเลือกไว้
75	2	0.78	0.23	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
76	3	0.61	0.16	
77	3	0.52	0.50	คัดเลือกไว้
78	3	0.63	0.33	คัดเลือกไว้
79	2	0.66	0.22	คัดเลือกไว้
80	3	0.82	0.30	
81	3	0.79	0.29	คัดเลือกไว้
82	1	0.80	0.43	คัดเลือกไว้
83	3	0.78	0.27	คัดเลือกไว้
84	3	0.84	0.31	
85	2	0.81	0.20	
86	3	0.59	0.37	คัดเลือกไว้
87	2	0.75	0.34	คัดเลือกไว้
88	2	0.96	0.32	
89	1	0.65	-0.01	
90	3	0.72	0.50	คัดเลือกไว้
91	1	0.94	0.35	
92	3	0.67	0.30	คัดเลือกไว้
93	3	0.80	0.25	คัดเลือกไว้
94	3	0.69	0.13	
95	3	0.79	0.52	คัดเลือกไว้
96	2	0.80	0.15	
97	2	0.67	0.46	คัดเลือกไว้
98	1	0.81	0.23	
99	3	0.76	0.35	คัดเลือกไว้
100	1	0.78	0.20	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
101	2	0.69	0.15	
102	1	0.92	0.33	
103	2	0.88	0.19	
104	1	0.57	0.35	คัดเลือกไว้
105	1	0.68	0.12	
106	3	0.56	0.10	
107	2	0.58	0.54	คัดเลือกไว้
108	1	0.56	0.39	คัดเลือกไว้
109	2	0.75	0.35	คัดเลือกไว้
110	1	0.68	0.20	คัดเลือกไว้
111	1	0.64	0.28	คัดเลือกไว้
112	1	0.73	0.11	
113	1	0.95	0.29	
114	1	0.76	0.32	คัดเลือกไว้
115	2	0.59	0.35	คัดเลือกไว้
116	2	0.63	0.19	
117	1	0.69	0.32	คัดเลือกไว้
118	1	0.67	0.24	คัดเลือกไว้
119	1	0.74	0.43	คัดเลือกไว้
120	3	0.66	0.35	คัดเลือกไว้
121	2	0.72	0.21	คัดเลือกไว้
122	2	0.78	0.35	คัดเลือกไว้
123	2	0.78	0.23	คัดเลือกไว้
124	2	0.73	0.34	คัดเลือกไว้
125	3	0.77	0.39	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
126	2	0.67	0.21	คัดเลือกไว้
127	2	0.90	0.12	
128	1	0.86	0.07	
129	3	0.47	0.48	คัดเลือกไว้
130	3	0.54	0.27	คัดเลือกไว้
131	1	0.96	0.06	
132	3	0.66	0.46	คัดเลือกไว้
133	1	0.61	0.40	คัดเลือกไว้
134	3	0.76	0.28	คัดเลือกไว้
135	1	0.71	0.31	คัดเลือกไว้
136	2	0.80	0.36	คัดเลือกไว้
137	1	0.92	0.27	
138	1	0.85	0.43	
139	1	0.76	0.24	คัดเลือกไว้
140	2	0.61	0.32	คัดเลือกไว้
141	2	0.59	0.15	
142	2	0.77	0.49	คัดเลือกไว้
143	2	0.80	0.36	คัดเลือกไว้
144	1	0.82	0.02	
145	3	0.48	0.29	คัดเลือกไว้
146	3	0.61	0.47	คัดเลือกไว้
147	1	0.88	0.43	
148	3	0.54	0.39	คัดเลือกไว้
149	2	0.80	0.16	
150	2	0.53	0.39	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
151	1	0.61	0.57	คัดเลือกไว้
152	2	0.55	0.43	คัดเลือกไว้
153	3	0.68	0.47	คัดเลือกไว้
154	2	0.78	0.35	คัดเลือกไว้
155	1	0.59	0.53	คัดเลือกไว้
156	2	0.76	0.16	
157	2	0.82	0.22	
158	2	0.81	0.22	
159	2	0.54	0.57	คัดเลือกไว้
160	2	0.72	0.21	คัดเลือกไว้
161	3	0.50	0.39	คัดเลือกไว้
162	3	0.77	0.13	
163	3	0.82	0.21	
164	3	0.68	0.35	คัดเลือกไว้
165	3	0.57	0.31	คัดเลือกไว้
166	1	0.82	0.37	
167	2	0.89	0.25	
168	1	0.88	0.31	
169	1	0.64	0.21	คัดเลือกไว้
170	3	0.57	0.46	คัดเลือกไว้
171	2	0.72	0.43	คัดเลือกไว้
172	3	0.86	0.21	
173	1	0.97	0.30	
174	1	0.98	0.17	
175	2	0.71	0.53	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
176	3	0.74	0.53	คัดเลือกไว้
177	3	0.81	0.44	
178	2	0.68	0.50	คัดเลือกไว้
179	2	0.68	0.48	คัดเลือกไว้
180	3	0.59	0.38	คัดเลือกไว้
181	1	0.94	0.23	
182	3	0.66	0.40	คัดเลือกไว้
183	2	0.86	0.24	
184	3	0.76	0.17	
185	3	0.71	0.30	คัดเลือกไว้
186	3	0.68	0.46	คัดเลือกไว้
187	1	0.79	0.38	คัดเลือกไว้
188	1	0.66	0.18	
189	1	0.73	0.44	คัดเลือกไว้
190	3	0.77	-0.36	คัดเลือกไว้
191	1	0.83	0.49	
192	1	0.73	0.23	คัดเลือกไว้
193	1	0.95	0.20	
194	1	0.85	0.12	
195	2	0.79	0.43	คัดเลือกไว้
196	1	0.95	0.15	
197	2	0.73	0.14	
198	2	0.81	0.26	
199	2	0.61	0.46	คัดเลือกไว้
200	2	0.69	0.63	คัดเลือกไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก 1 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	p	r	หมายเหตุ
201	2	0.50	0.38	คัดเลือกไว้
202	2	0.84	0.16	
203	3	0.82	0.07	
204	3	0.66	0.52	คัดเลือกไว้
205	3	0.83	0.20	
206	1	0.92	0.19	
207	3	0.80	0.27	คัดเลือกไว้
208	1	0.61	0.42	คัดเลือกไว้
209	1	0.67	0.40	คัดเลือกไว้
210	1	0.75	0.22	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ แบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 210 ข้อ ได้คัดเลือกข้อกระทงที่มีค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ แบบพอยท์ไบซีเรียล (Point Biserial correlation : $r_{p.bis}$) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 130 ข้อ แยกเป็น

กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มข้อง่าย จำนวน 39 ข้อ
กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มข้อปานกลาง จำนวน 42 ข้อ
กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มข้อยาก จำนวน 49 ข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ (Corrected item-total correlation) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ (*N* = 96)

ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ	ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ
2	1	0.170	40	1	0.343**
3	1	0.384**	41	1	0.027
6	3	0.237	45	3	0.241
11	1	0.211	47	2	0.248**
12	1	0.297**	48	3	0.186
14	1	0.282**	49	3	0.329**
15	2	0.117	50	2	0.334**
16	2	0.222	51	3	0.317**
19	2	0.250**	53	1	0.468**
20	1	0.135	54	3	0.216
23	1	0.187	55	1	0.423**
24	3	0.453**	57	3	0.232
25	3	0.378**	58	1	0.139
27	2	0.239	59	2	0.288**
28	1	0.207	60	1	0.311**
30	2	0.287**	61	2	0.293**
31	3	0.126	62	1	0.386**
32	2	0.289**	63	3	0.170
34	2	0.300**	64	2	0.300**
35	3	0.334**	65	3	0.262**
37	1	0.111	67	3	0.323**
38	2	0.361**	69	3	0.293**

**p<.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ	ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ
70	3	0.364**	108	1	0.388**
72	3	0.263**	109	2	0.334**
73	1	0.340**	110	1	0.164
74	3	0.177	111	1	0.293**
75	2	0.170	114	1	0.287**
77	3	0.289**	115	2	0.334**
78	3	0.349**	117	1	0.281**
79	2	0.229	118	1	0.242**
81	3	0.275**	119	1	0.414**
82	1	0.432**	120	3	0.359**
83	3	0.217	121	2	0.245**
86	3	0.382**	122	2	0.332**
87	2	0.334**	123	2	0.221
90	3	0.333**	124	2	0.171
92	3	0.234	125	3	0.363**
93	3	0.174	126	2	0.192
95	3	0.424**	129	3	0.501**
97	2	0.452**	130	3	0.275**
99	3	0.332**	132	3	0.426**
100	1	0.150	133	1	0.402**
104	1	0.326**	134	3	0.241
107	2	0.327**	135	1	0.331**

**p<.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก2 (ต่อ)

ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ	ข้อ	กลุ่ม	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่น ๆ
136	2	0.282**	171	2	0.449**
139	1	0.207	175	2	0.435**
140	2	0.323**	176	3	0.578**
142	2	0.481**	178	2	0.368**
143	2	0.342**	179	2	0.472**
145	3	0.285**	180	3	0.374**
146	3	0.476**	182	3	0.384**
148	3	0.390**	185	3	0.247**
150	2	0.394**	186	3	0.473**
151	1	0.583**	187	1	0.397**
152	2	0.434**	189	1	0.433**
153	3	0.448**	192	1	0.181
154	2	0.197	195	2	0.464**
155	1	0.539**	199	2	0.327**
159	2	0.585**	200	2	0.518**
160	2	0.149	201	2	0.398**
161	3	0.380**	204	3	0.527**
164	3	0.372**	207	3	0.211
165	3	0.319**	208	1	0.439**
169	1	0.219	209	1	0.408**
170	3	0.435**	210	1	0.168

**p<.01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่าค่าวิกฤติ .242 (df = 90)

หมายเหตุ กลุ่มที่ 1 คือกลุ่มข้อง่าย จำนวน 25 ข้อ
กลุ่มที่ 2 คือกลุ่มข้อปานกลาง จำนวน 32 ข้อ
กลุ่มที่ 3 คือกลุ่มข้อยาก จำนวน 36 ข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก3 ข้อกระทงที่ถูกคัดเลือกทั้งหมด 75 ข้อ โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ (Corrected item-total correlation : CITC) ตามระดับความยากกลุ่มละ 25 ข้อ

กลุ่มข้อง่าย		กลุ่มข้อปานกลาง		กลุ่มข้อยาก	
ข้อ	CICT	ข้อ	CICT	ข้อ	CICT
3	0.3843**	19	0.2816**	24	0.4526**
12	0.297**	30	0.2874**	25	0.3779**
14	0.2816**	32	0.2888**	35	0.9396**
40	0.3427**	34	0.3003**	49	0.3285**
53	0.4679**	38	0.3614**	51	0.3174**
55	0.4232**	47	0.248**	65	0.2621**
60	0.311**	50	0.3336**	67	0.3232**
62	0.3861**	59	0.2879**	69	0.2931**
73	0.3404**	61	0.2927**	70	0.364**
82	0.4316**	64	0.3001**	72	0.2628**
104	0.3262**	87	0.3336**	77	0.2889**
108	0.3881**	97	0.4515**	78	0.3487**
111	0.2927**	107	0.3273**	81	0.275**
114	0.2868**	109	0.3336**	86	0.3815**
117	0.2805**	115	0.3339**	90	0.3327**
118	0.2424**	121	0.2453**	95	0.4241**
119	0.4138**	122	0.3321**	99	0.3316**
133	0.4022**	136	0.2822**	120	0.3592**
135	0.3311**	140	0.3233**	125	0.3631**
151	0.5826**	142	0.4805**	129	0.5006**
155	0.4476**	143	0.3419**	130	0.275**
187	0.3973**	150	0.3942**	132	0.426**
189	0.4328	152	0.4343**	145	0.2853**

**$p<.01$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 7(ต่อ) ข้อกระทงที่ถูกคัดเลือกทั้งหมด 75 ข้อ โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อกระทงแต่ละข้อกับคะแนนรวมของข้ออื่นๆ (Corrected item-total correlation : CITC) ตามระดับความยากกลุ่มละ 25 ข้อ

กลุ่มข้อง่าย		กลุ่มข้อปานกลาง		กลุ่มข้อยาก	
ข้อ	CICT	ข้อ	CICT	ข้อ	CICT
208	0.4386**	159	0.5847**	146	0.4761**
209	0.4084**	171	0.4494**	148	0.3895**
KR-20 = .82		KR-20 = .83		KR-20 = .85	
KR-20 ทั้งฉบับ = .93					

**p<.01

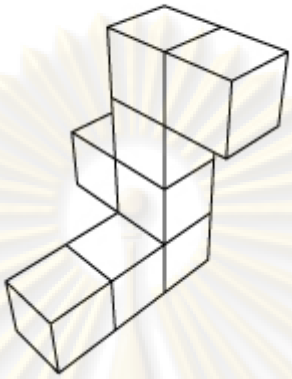
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

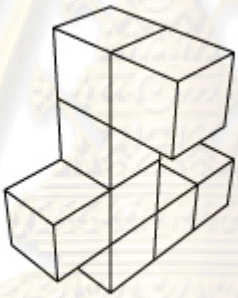
ภาพรูปทรงเรขาคณิตในแบบทดสอบการหมุนภาพในใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

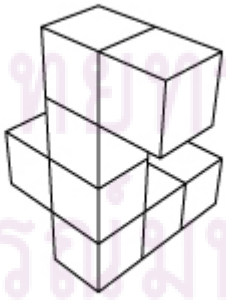
รูปทรงเรขาคณิตที่พัฒนามาจากแบบวัดของ Shepard & Meltzler (1971)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 1



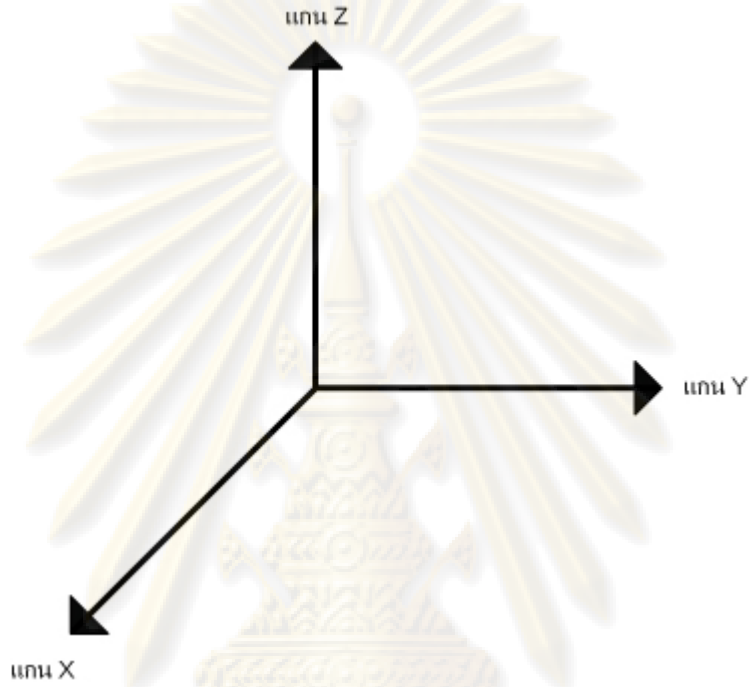
รูปทรงเรขาคณิตที่ 2



รูปทรงเรขาคณิตที่ 3

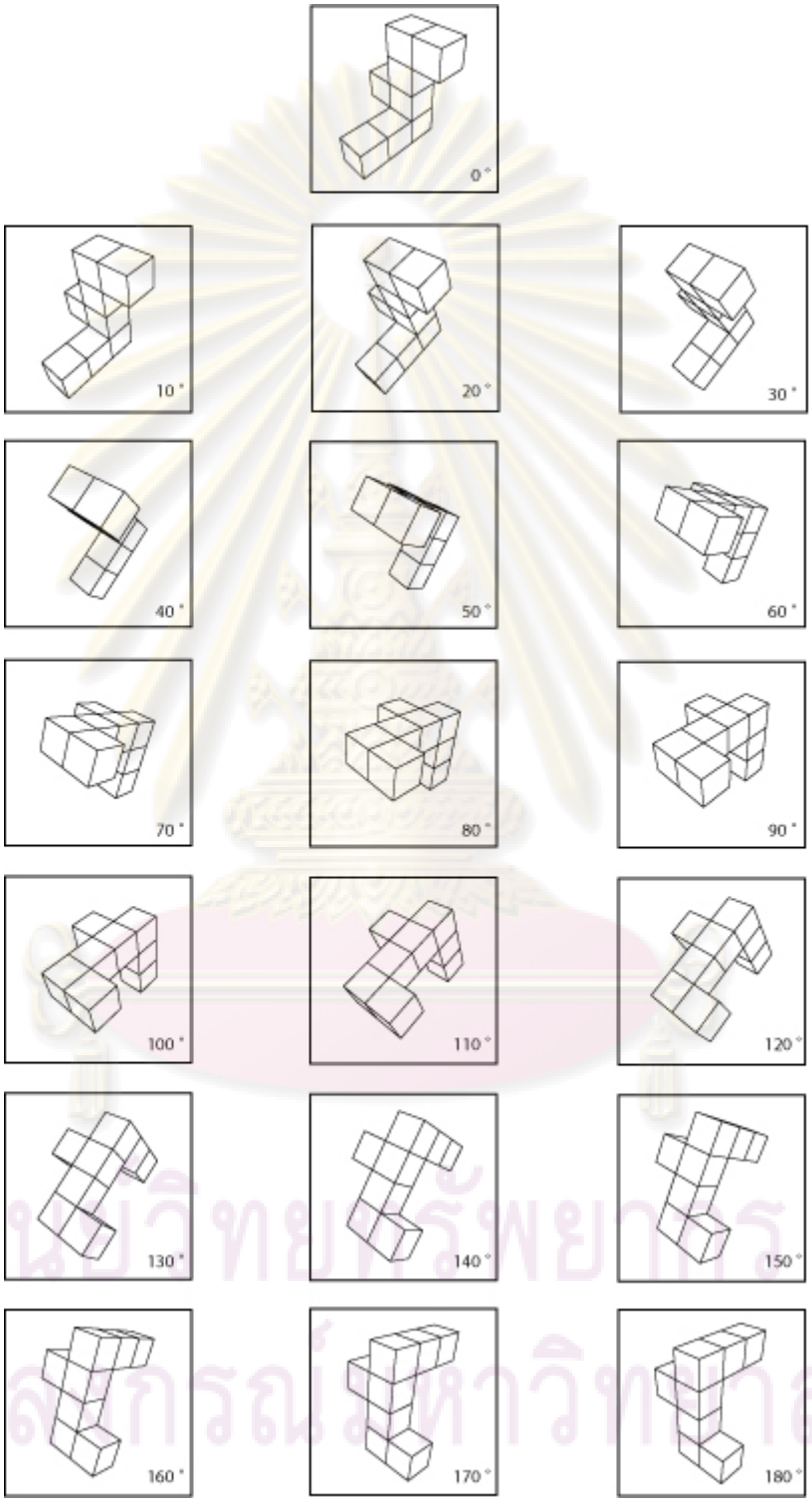
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แนวแกนในการหมุนของรูปเรขาคณิต



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

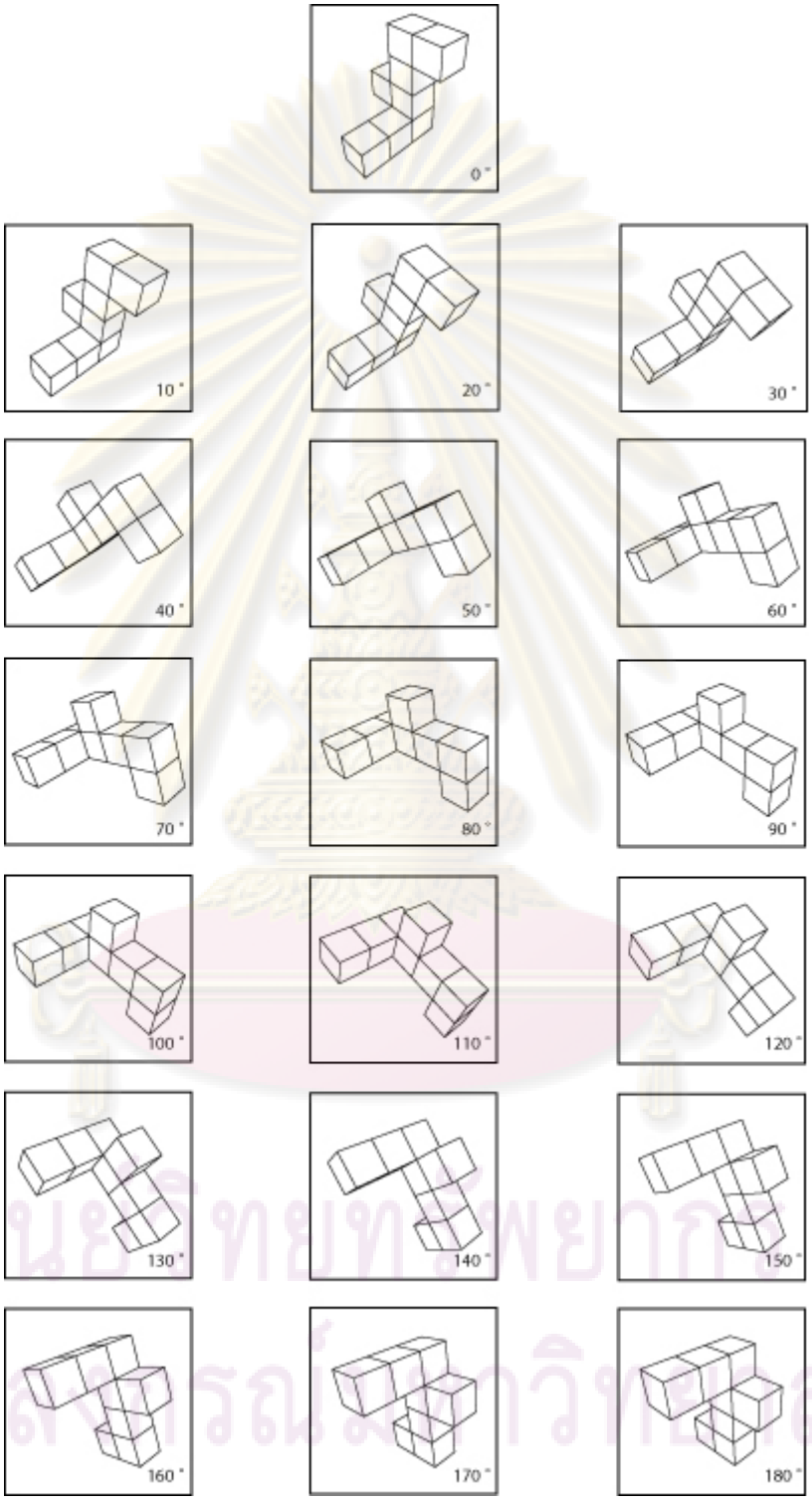
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 1



รูปทรงเรขาคณิตที่ 1 หมุนในแนวแกน X ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

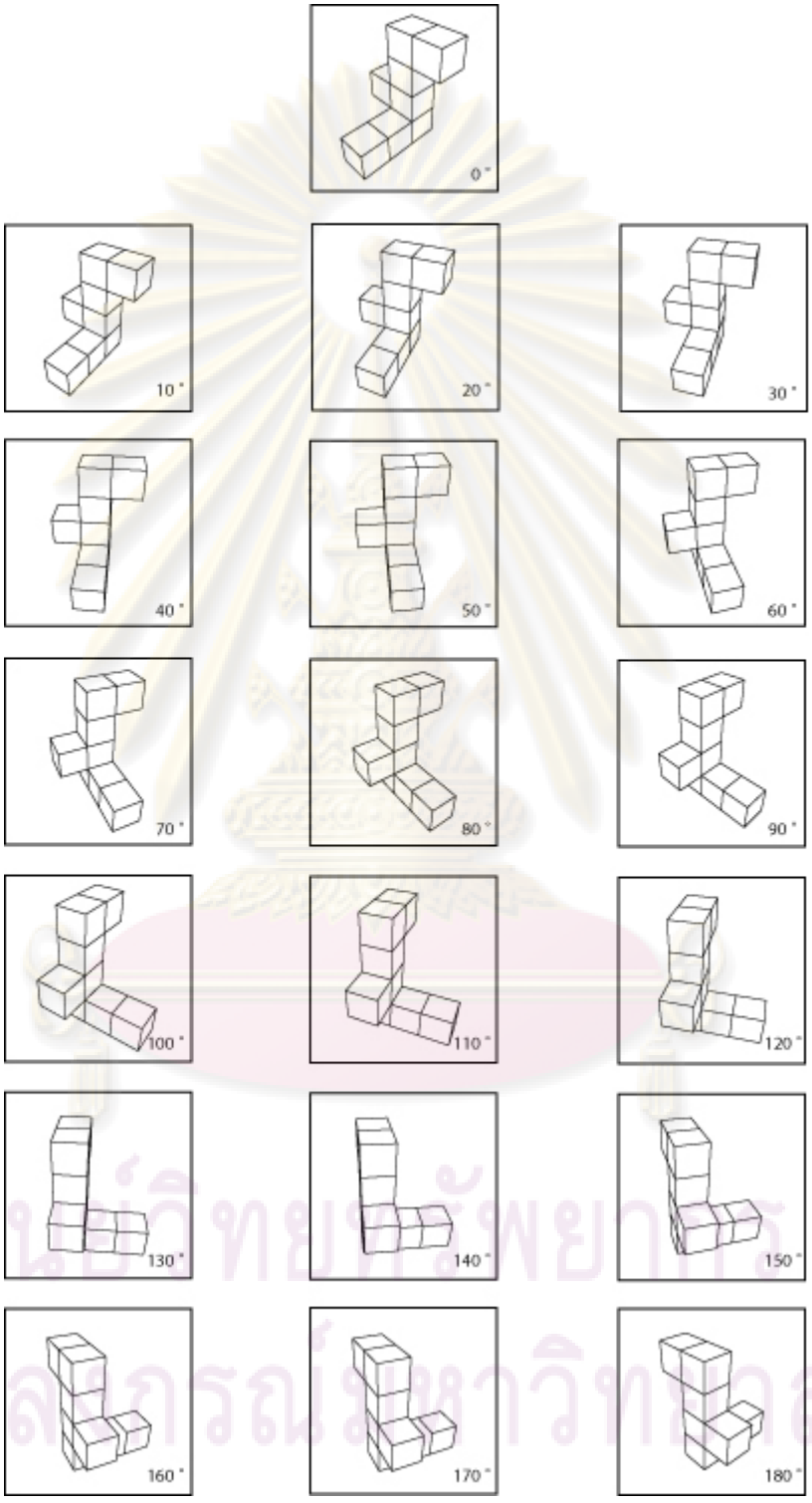
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 1 (ต่อ)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 1 หมุนในแนวแกน Y ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

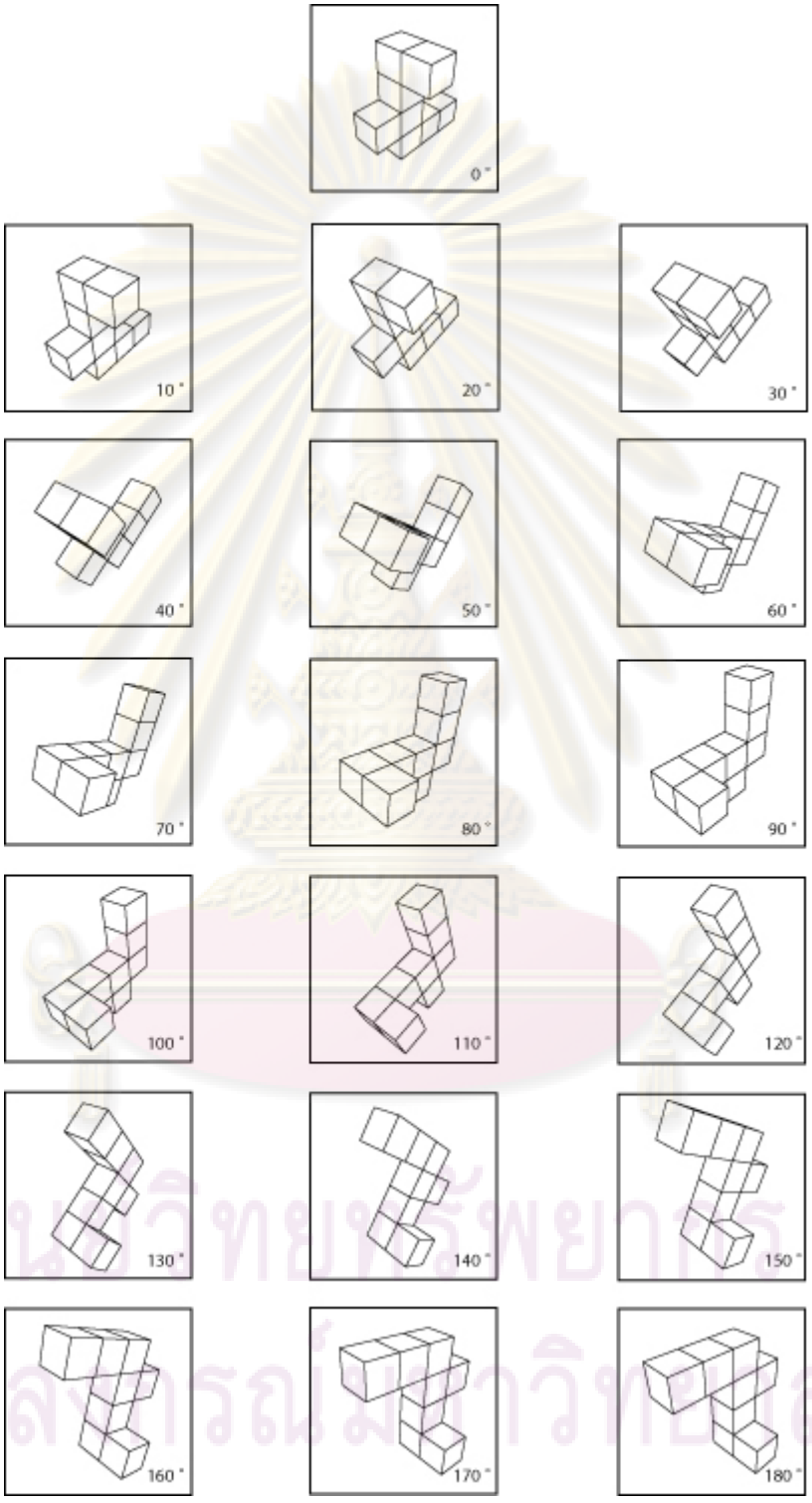
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 1 (ต่อ)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 1 หมุนในแนวแกน Z ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

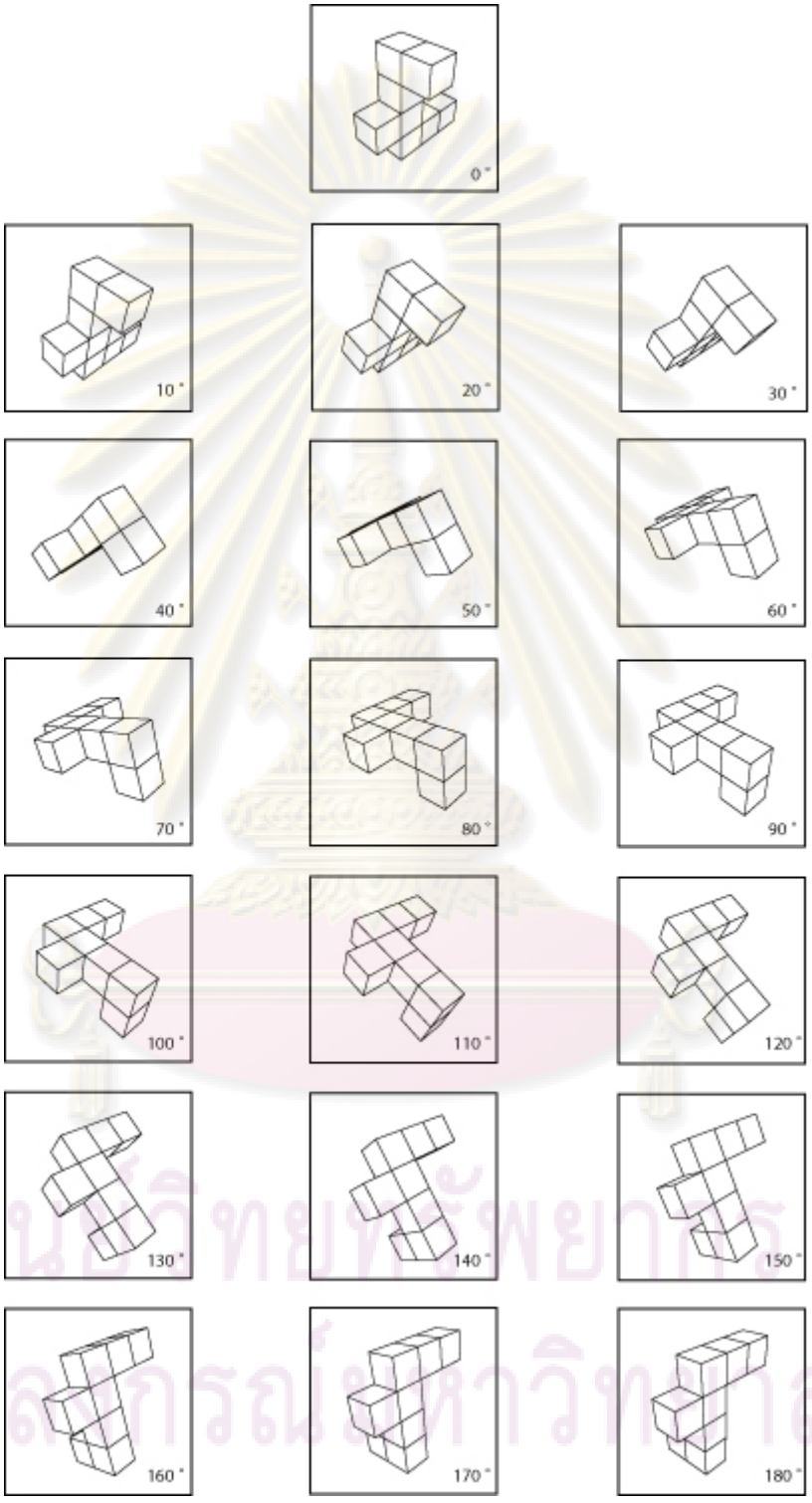
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 2



รูปทรงเรขาคณิตที่ 2 หมุนในแนวแกน X ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

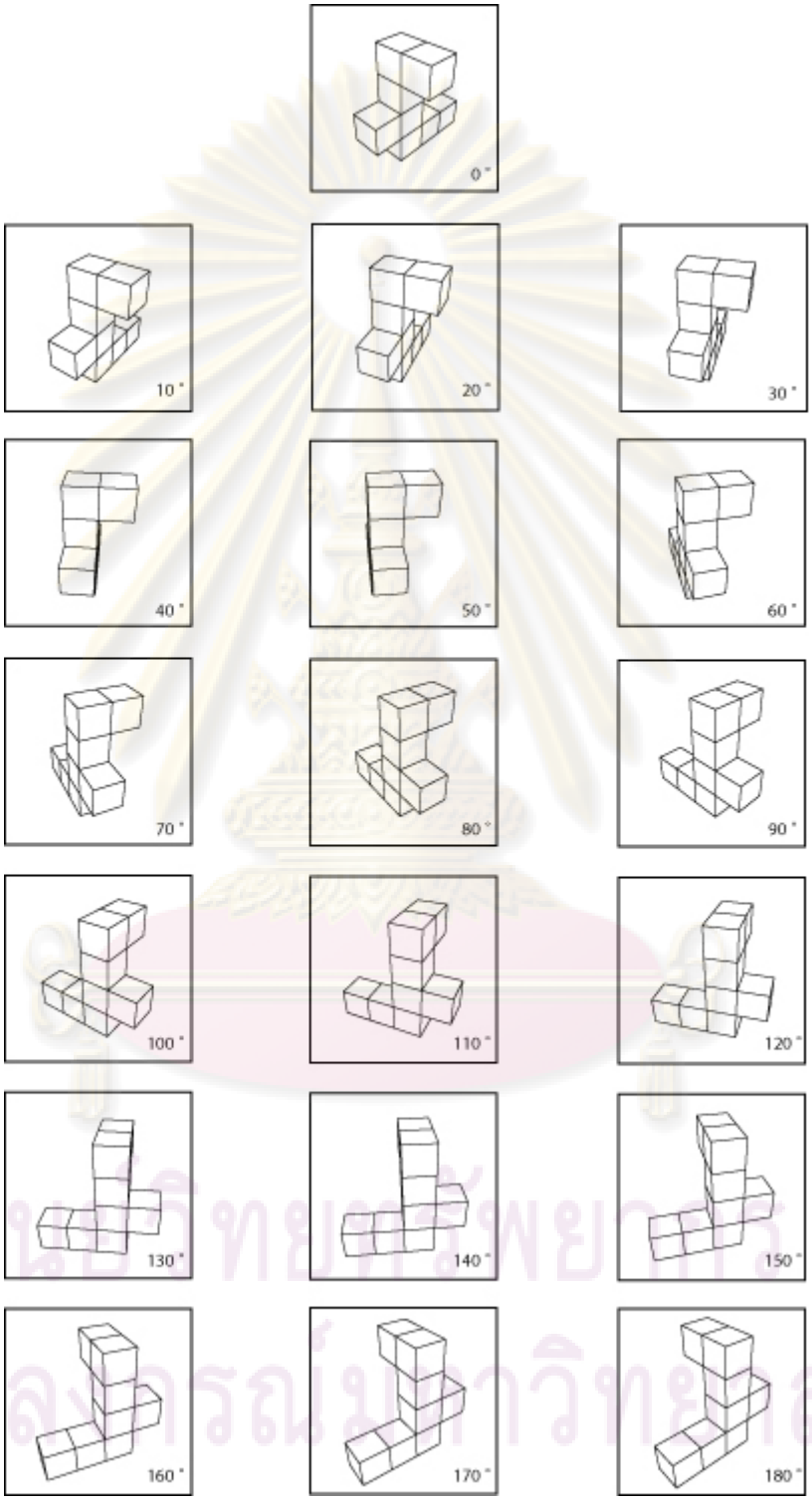
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 2 (ต่อ)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 2 หมุนในแนวแกน Y ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

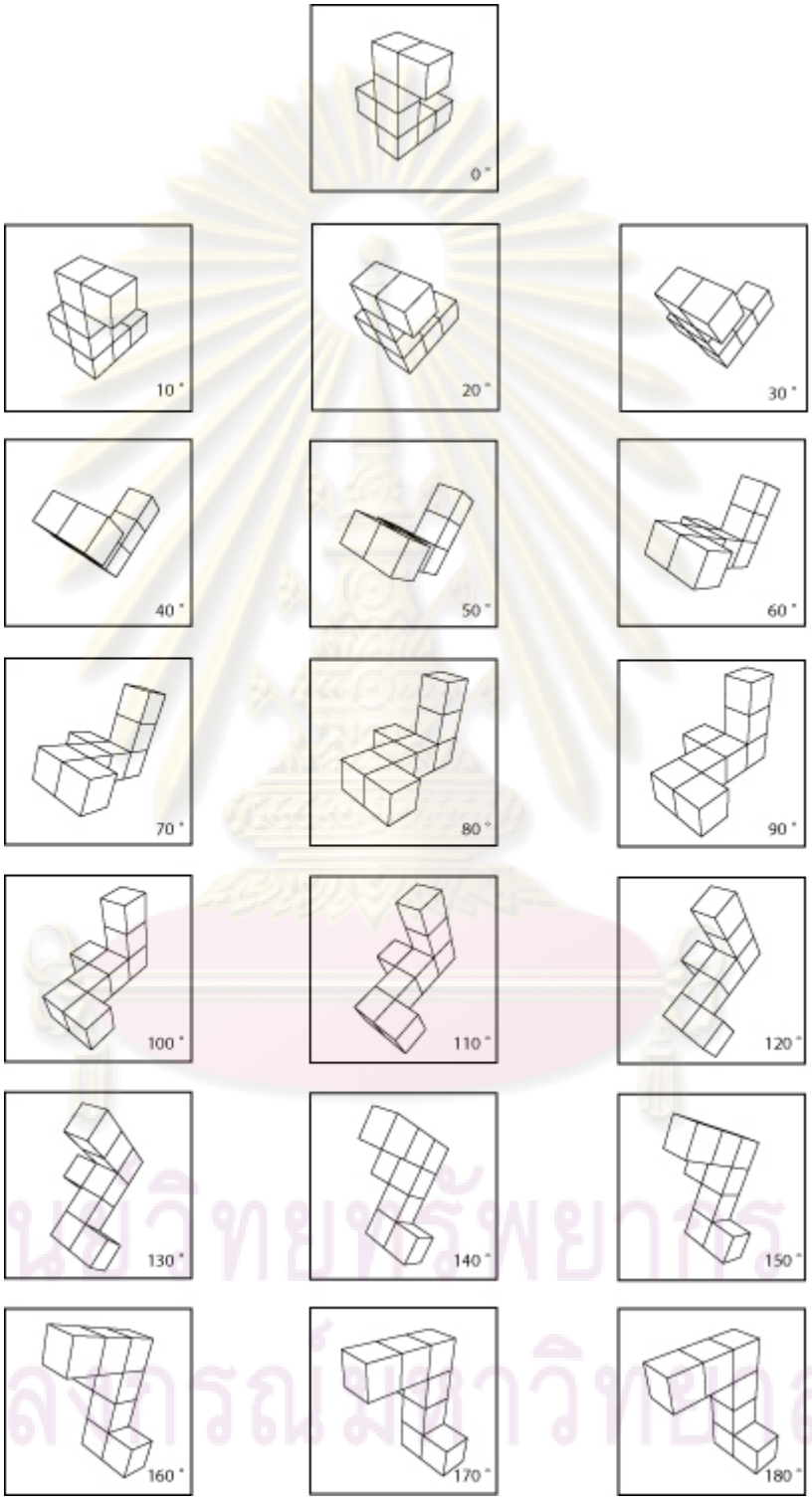
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 2 (ต่อ)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 2 หมุนในแนวแกน Z ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

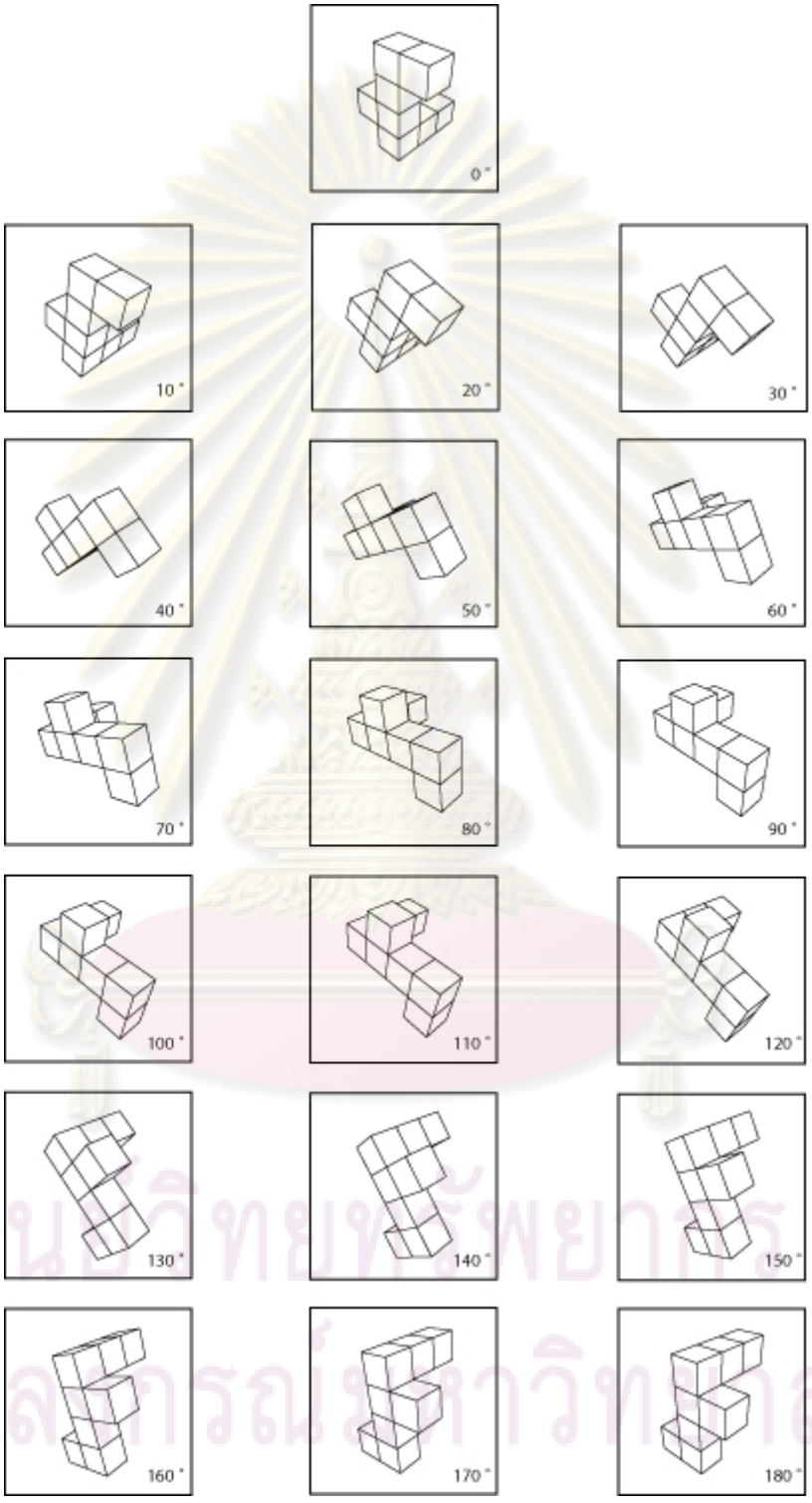
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 3



รูปทรงเรขาคณิตที่ 3 หมุนในแนวแกน X ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

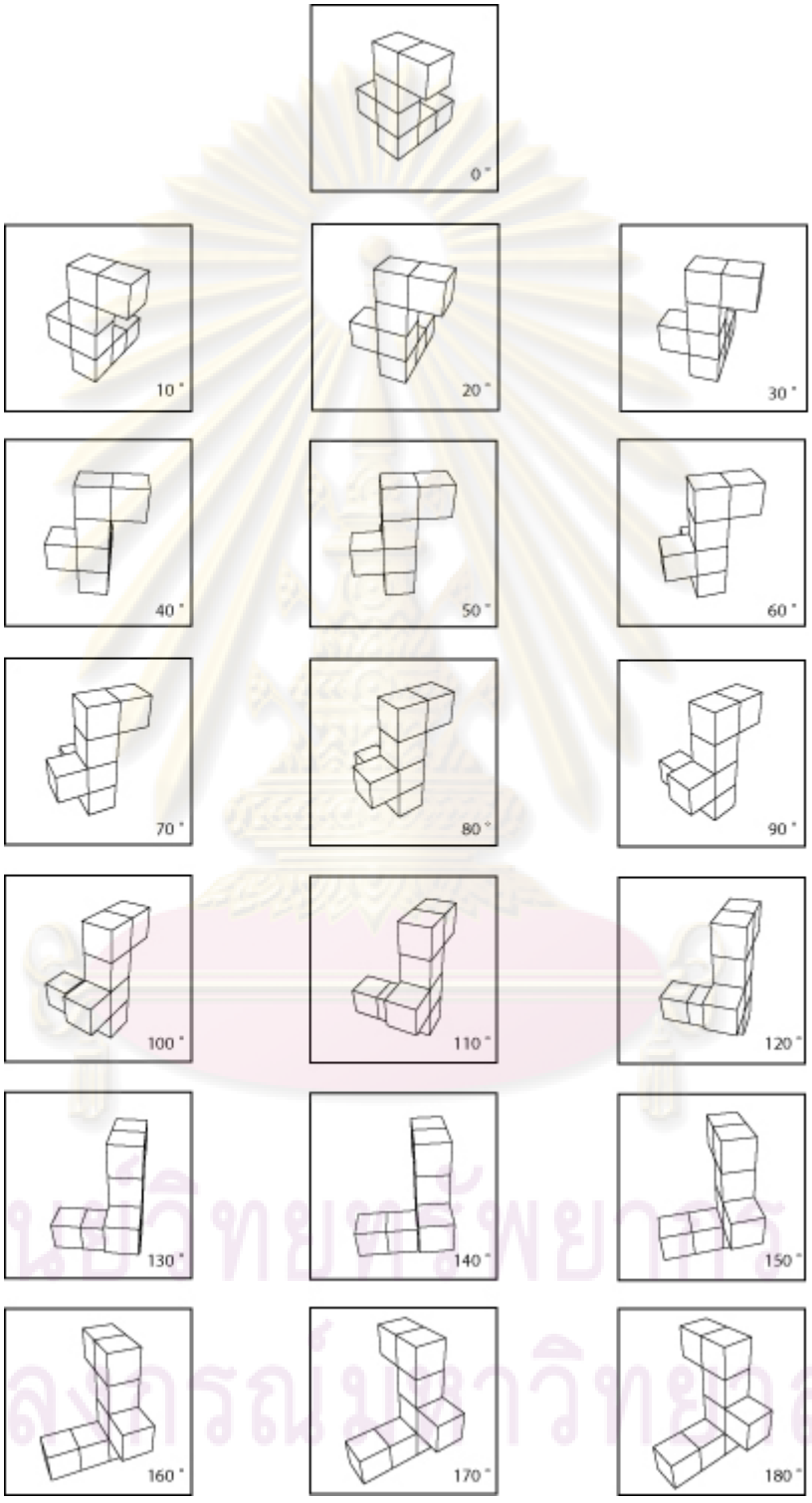
ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 3 (ต่อ)



รูปทรงเรขาคณิตที่ 3 หมุนในแนวแกน Y ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพแสดงการหมุนของรูปทรงเรขาคณิตที่ 3 (ต่อ)



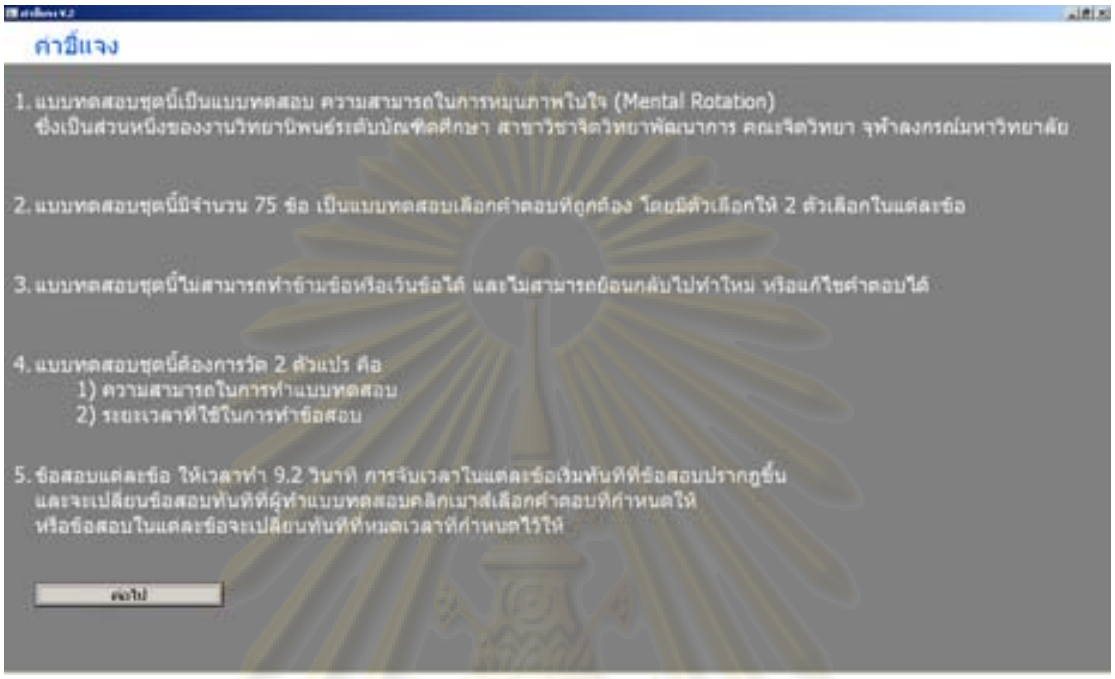
รูปทรงเรขาคณิตที่ 3 หมุนในแนวแกน Z ปรับระดับครั้งละ 10 องศา จาก 0 -180

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

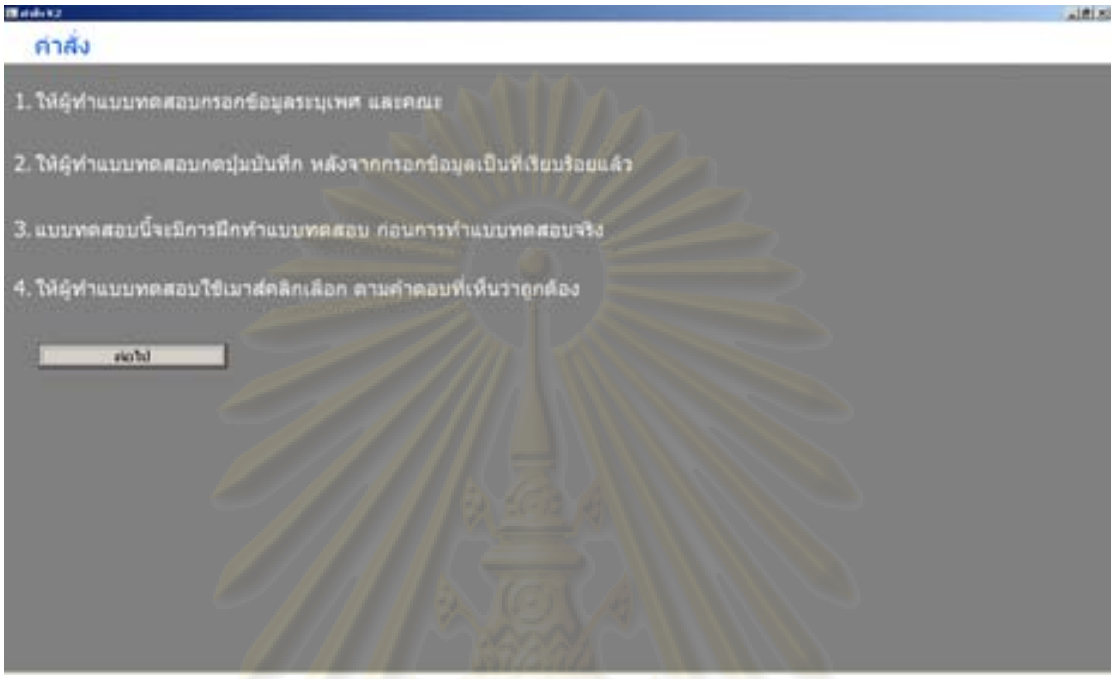
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ



หน้าคำชี้แจง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

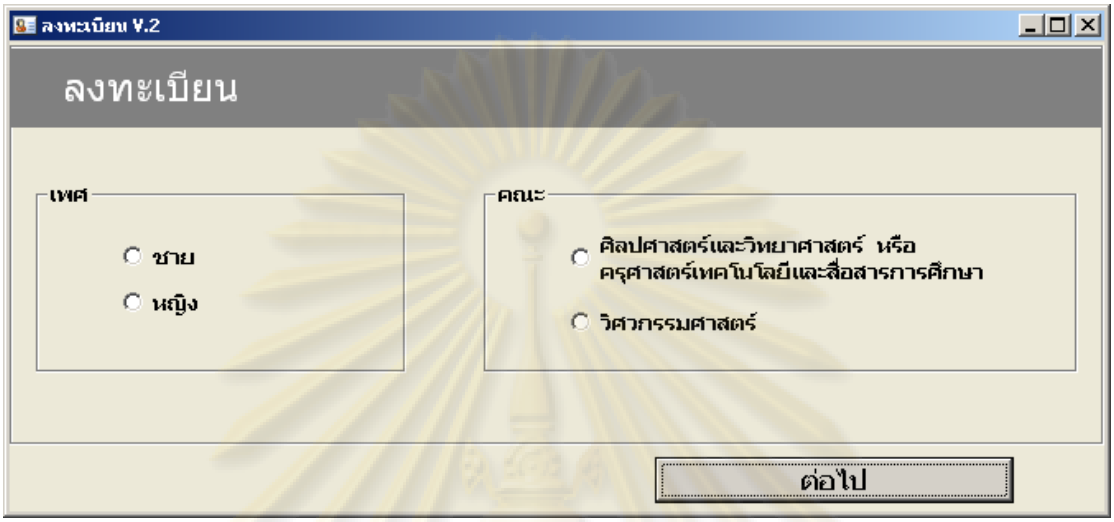
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ



หน้าคำสั่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

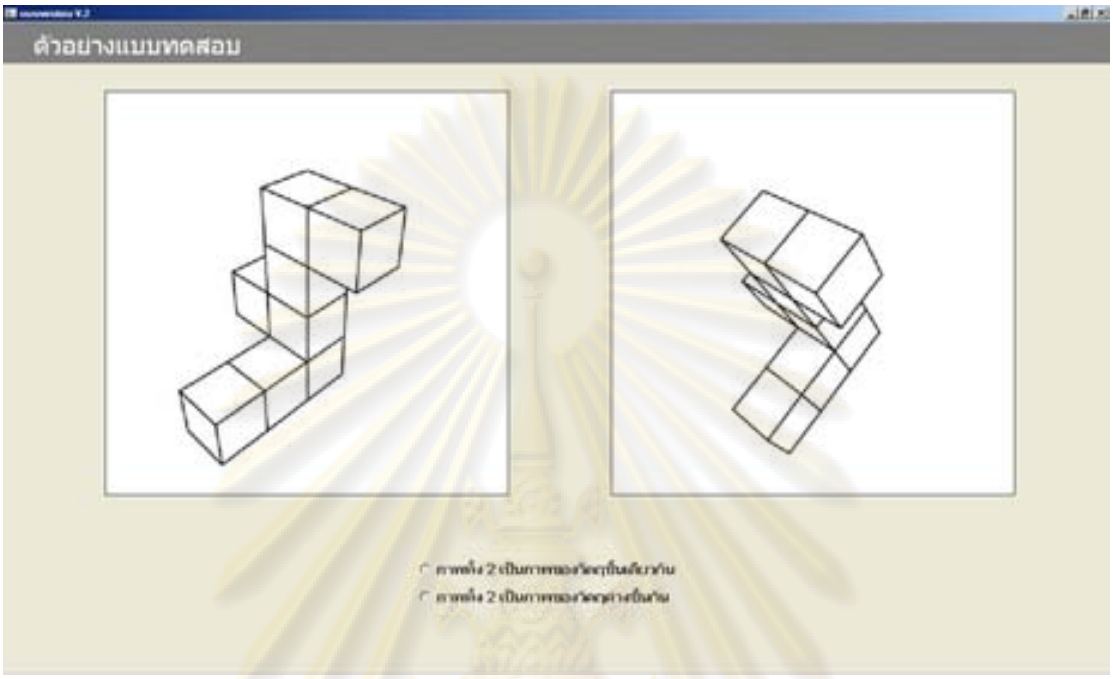
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ



หน้ากรอกข้อมูลส่วนบุคคล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

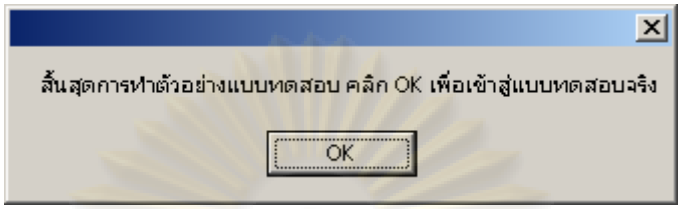
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ

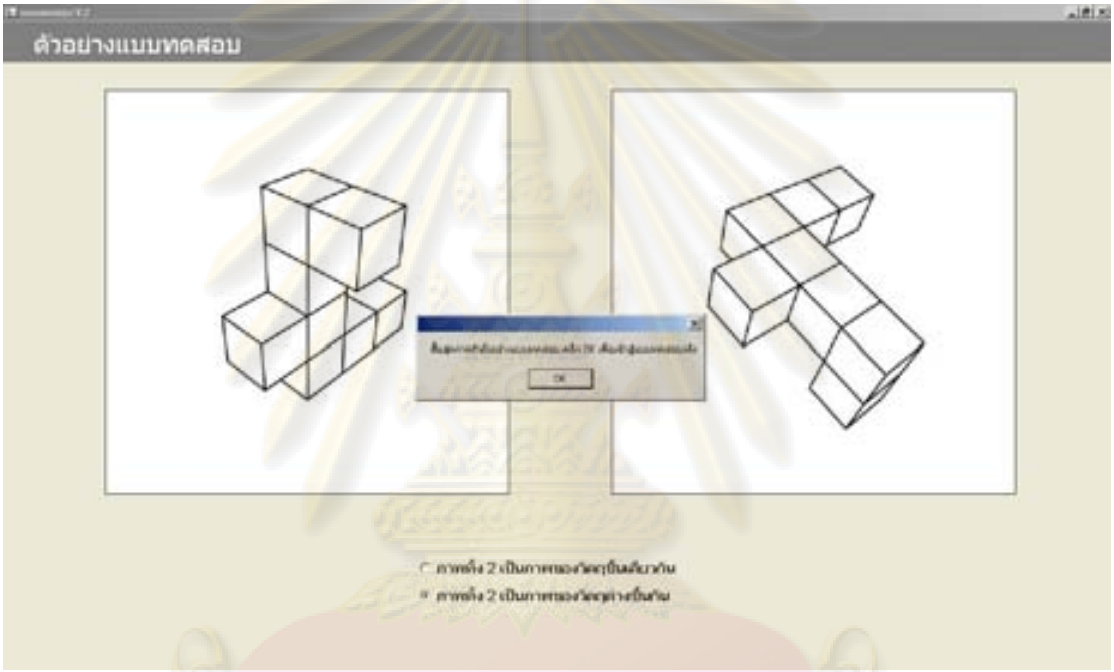


หน้าตัวอย่างโปรแกรมการทำแบบทดสอบก่อนเข้าสู่การทำแบบทดสอบจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ

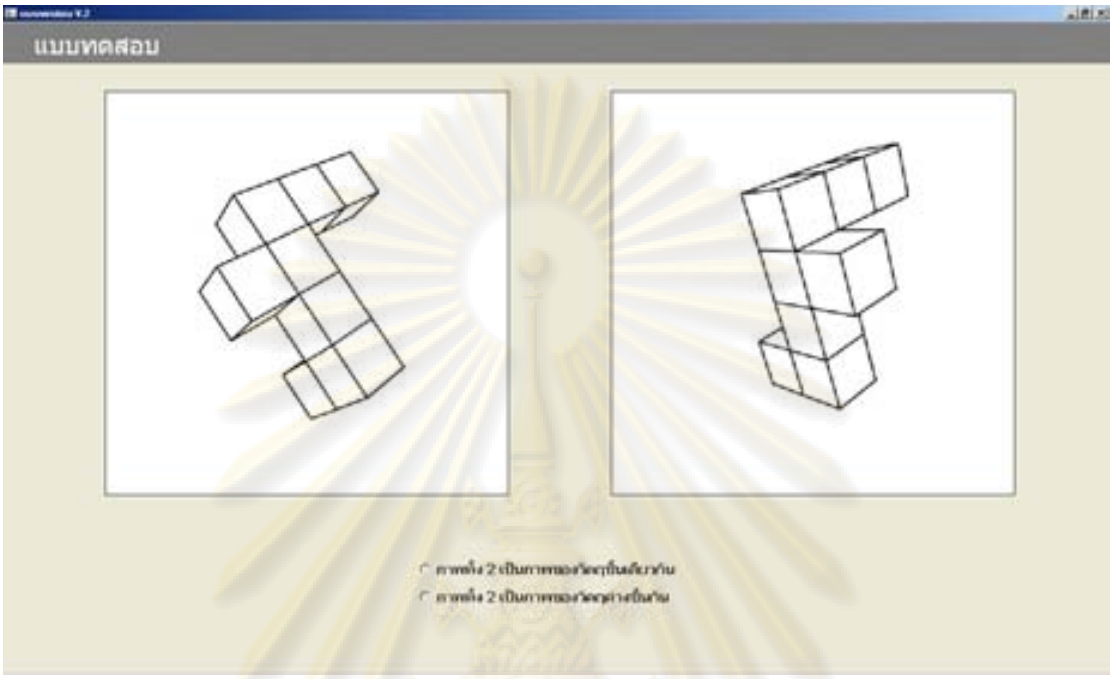




หน้าแสดงสิ้นสุดตัวอย่างการทำแบบทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

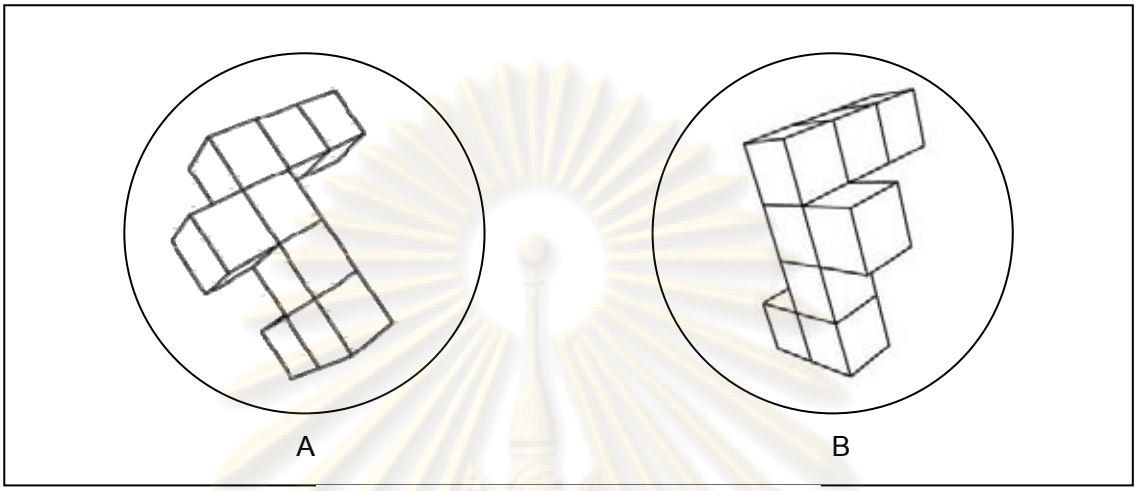
โปรแกรมแบบทดสอบวัดความสามารถการหมุนภาพในใจ



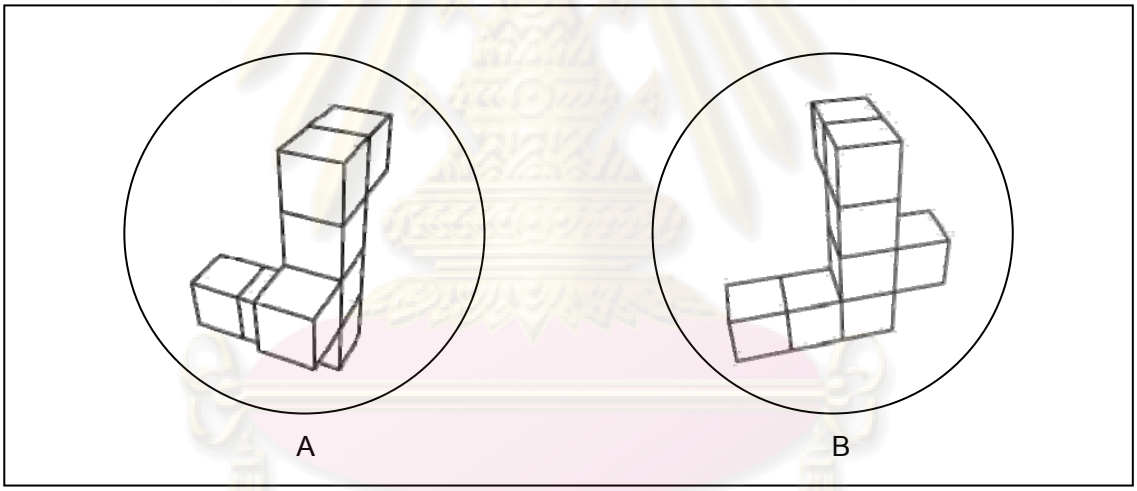
หน้าโปรแกรมแบบทดสอบจริงจำนวน 75 ข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

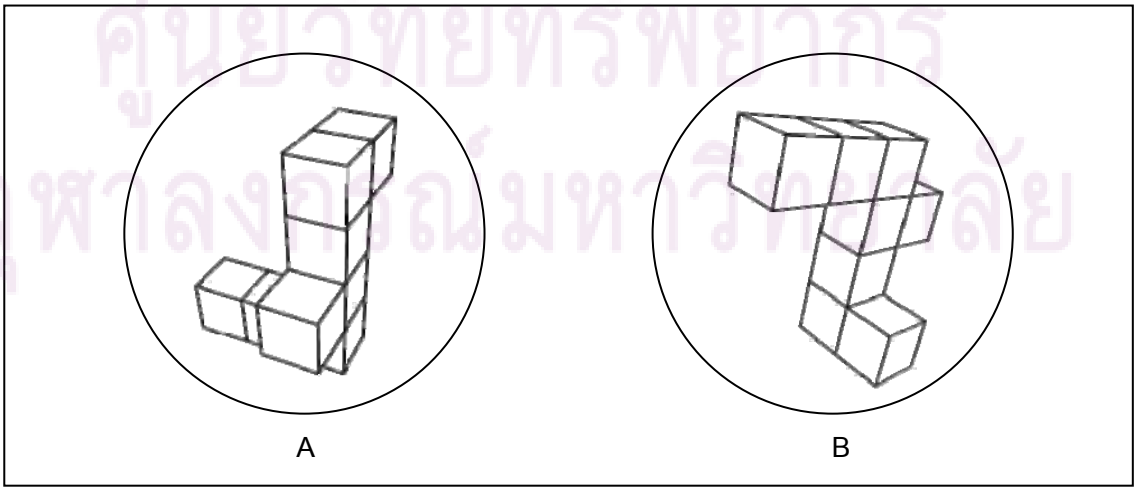
แบบทดสอบการหมุนภาพในใจจำนวน 75 ข้อ



ข้อที่ 1 (กลุ่มข้องาย หมุน 30 องศา)

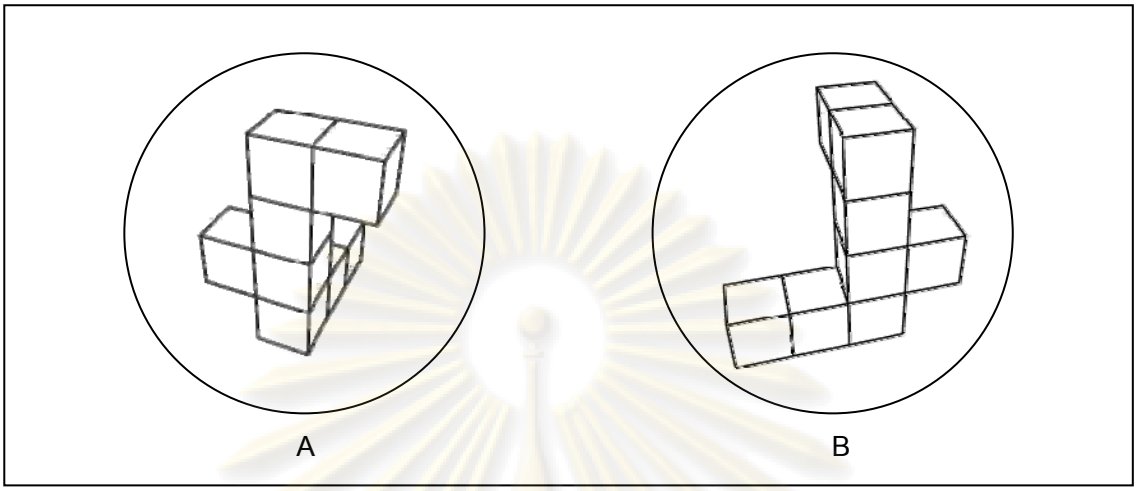


ข้อที่ 2 (กลุ่มข้องาย หมุน 40 องศา)

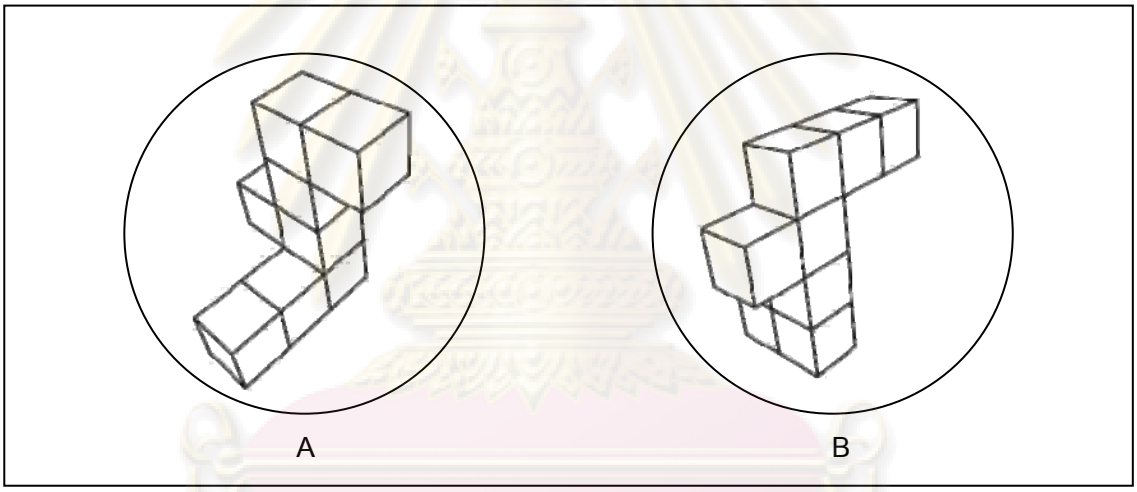


ข้อที่ 3 (กลุ่มข้องาย หมุน 50 องศา)

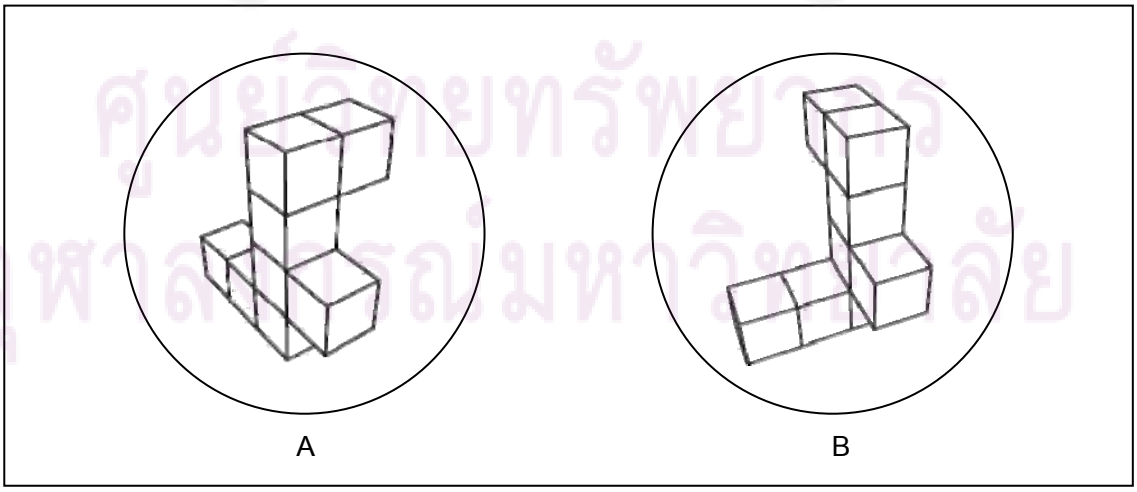
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 4 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

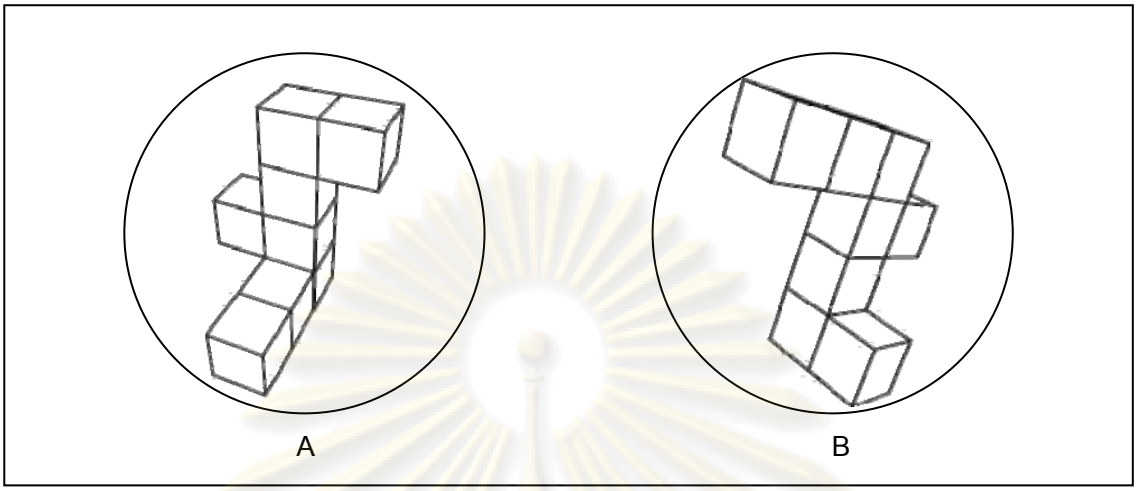


ข้อที่ 5 (กลุ่มข้อยาก หมุน 160 องศา)

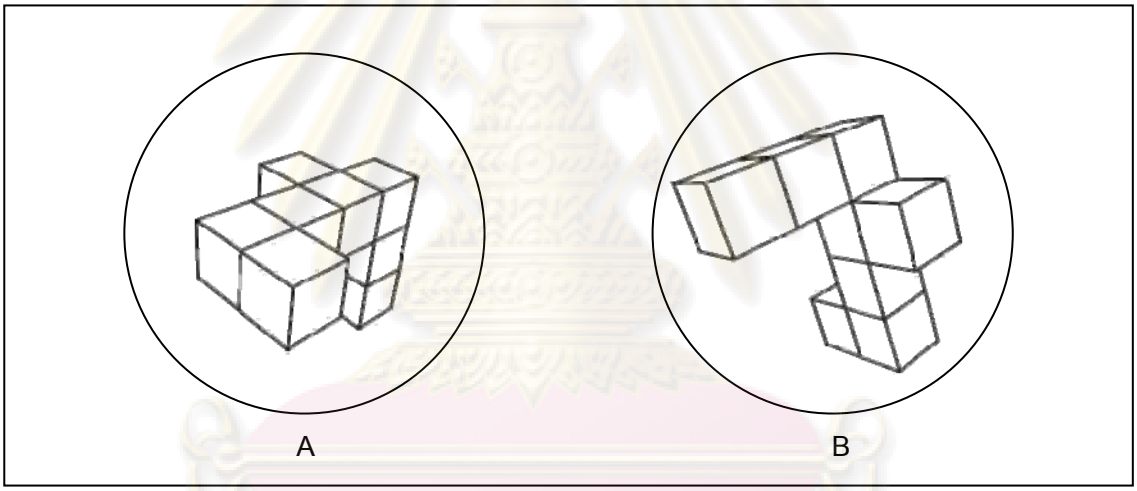


ข้อที่ 6 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

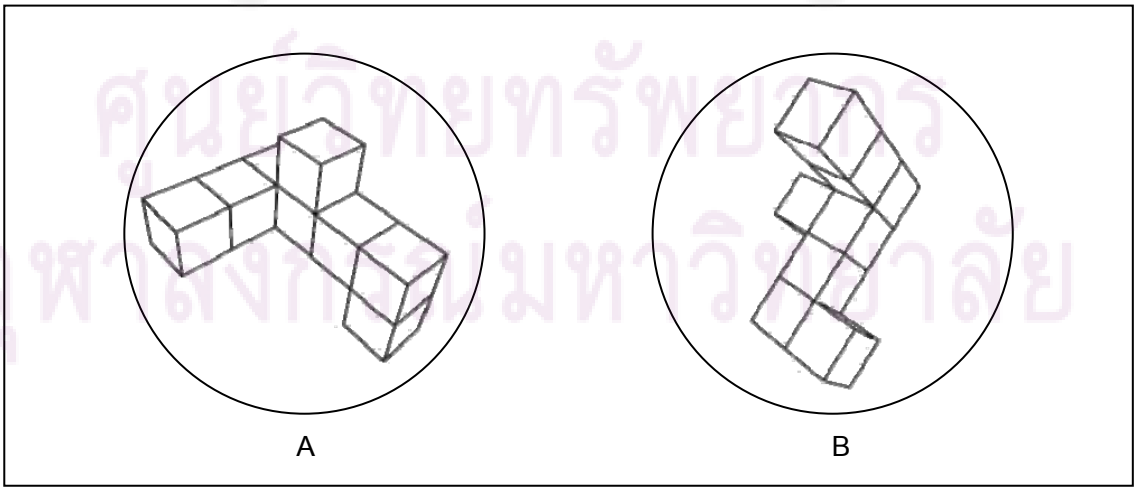
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 7 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

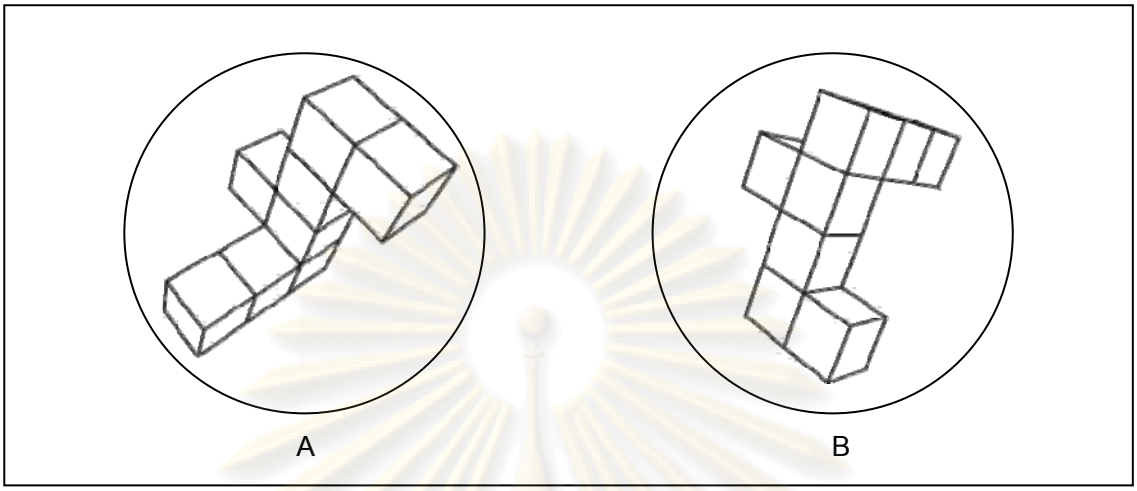


ข้อที่ 8 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

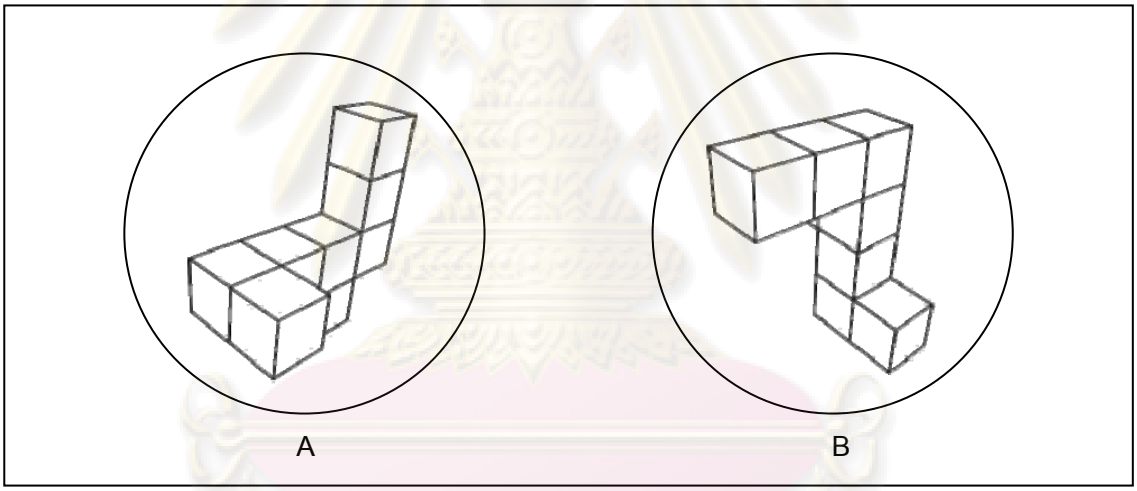


ข้อที่ 9 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

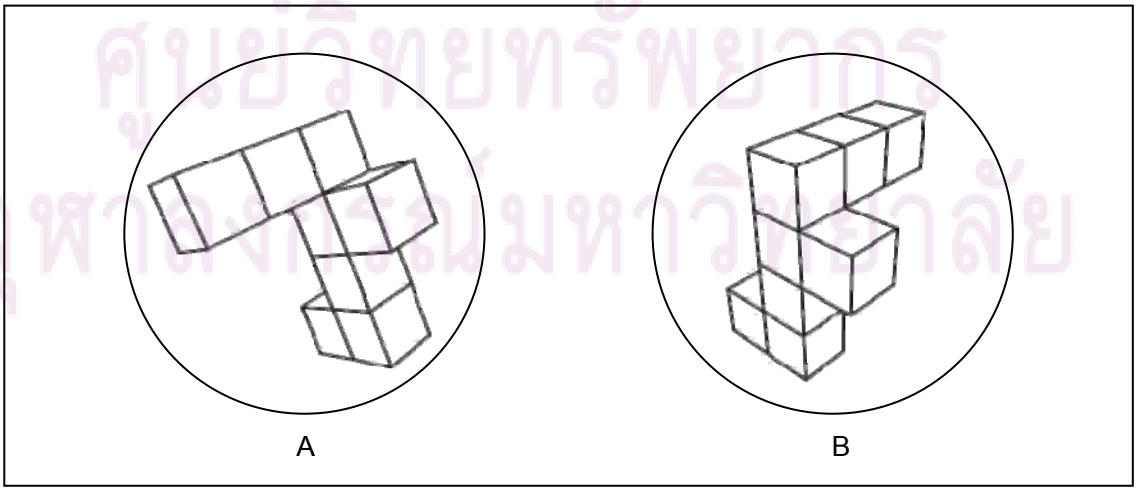
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 10 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

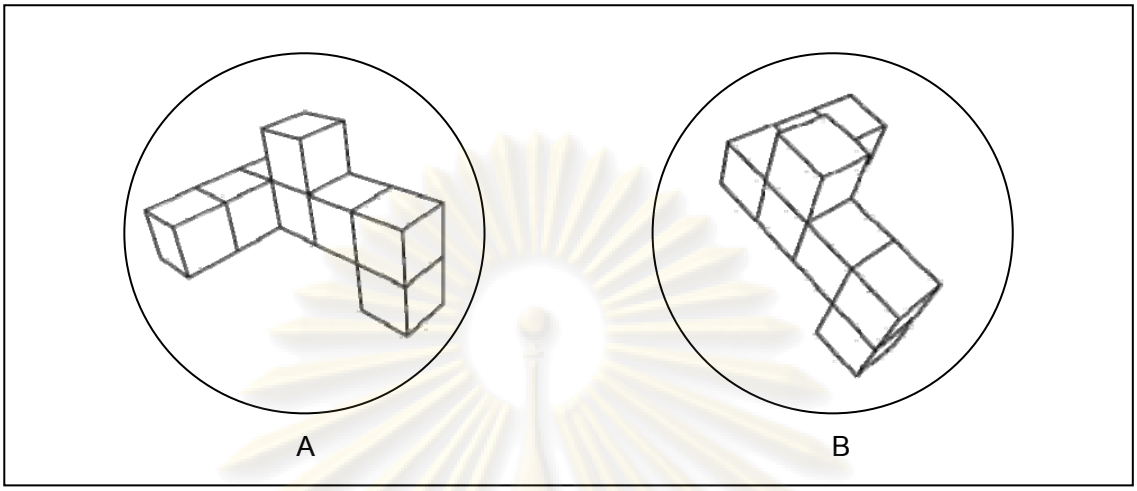


ข้อที่ 11 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 90 องศา)

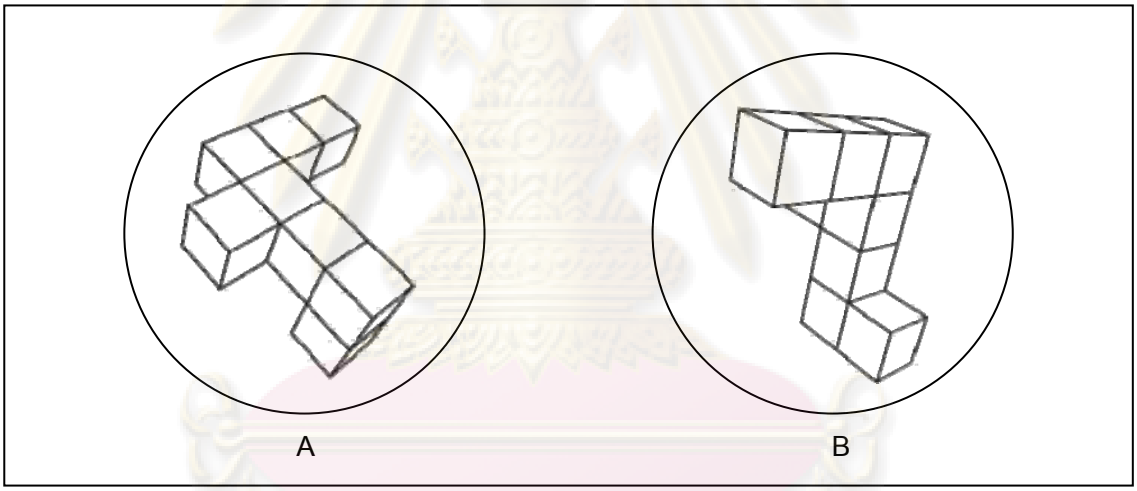


ข้อที่ 12 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

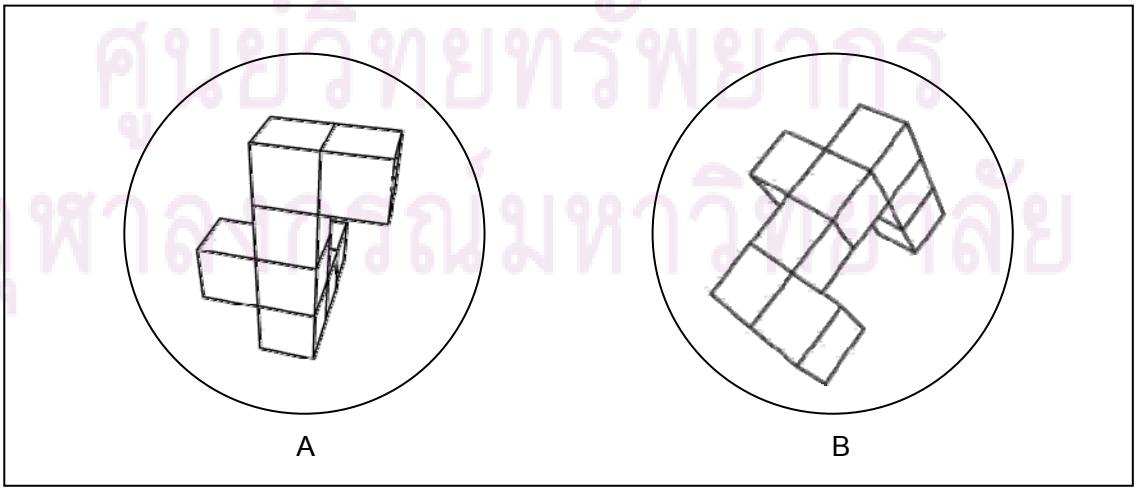
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 13 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

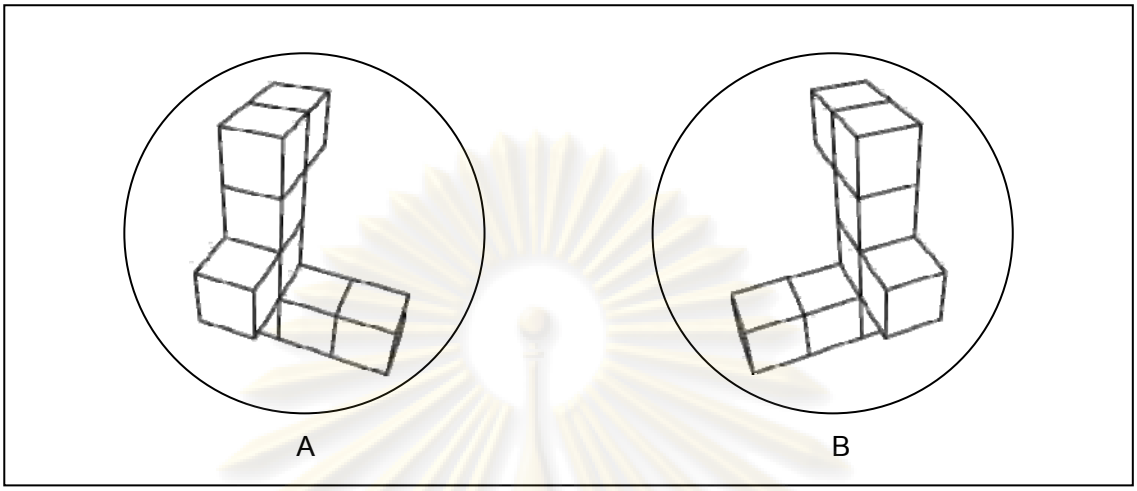


ข้อที่ 14 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 50 องศา)

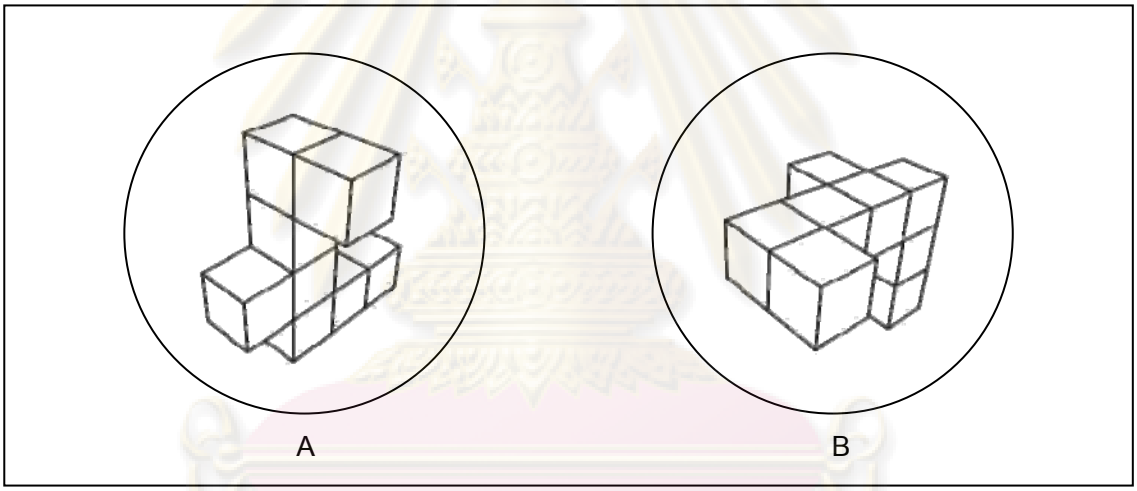


ข้อที่ 15 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 90 องศา)

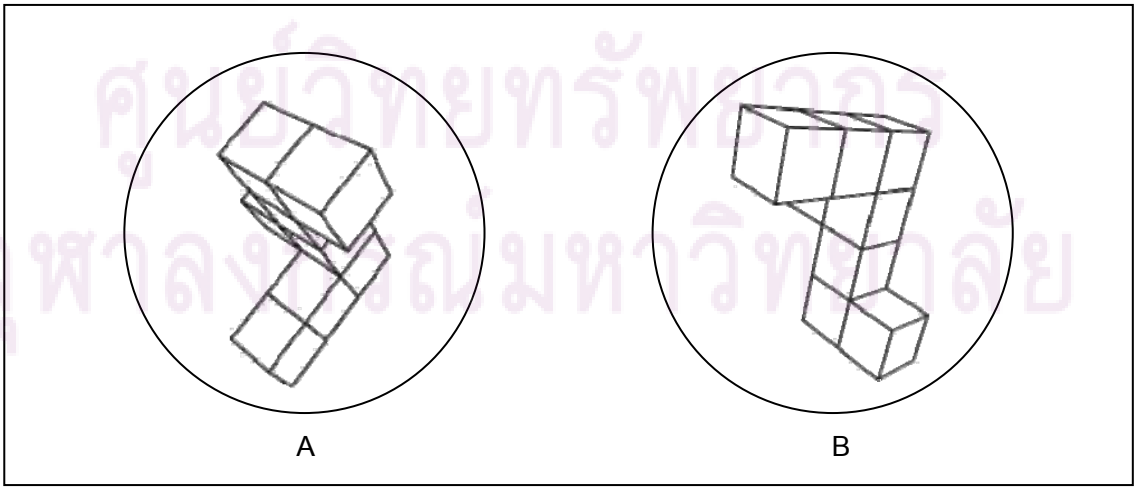
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 16 (กลุ่มข้องาย หมุน 50 องศา)

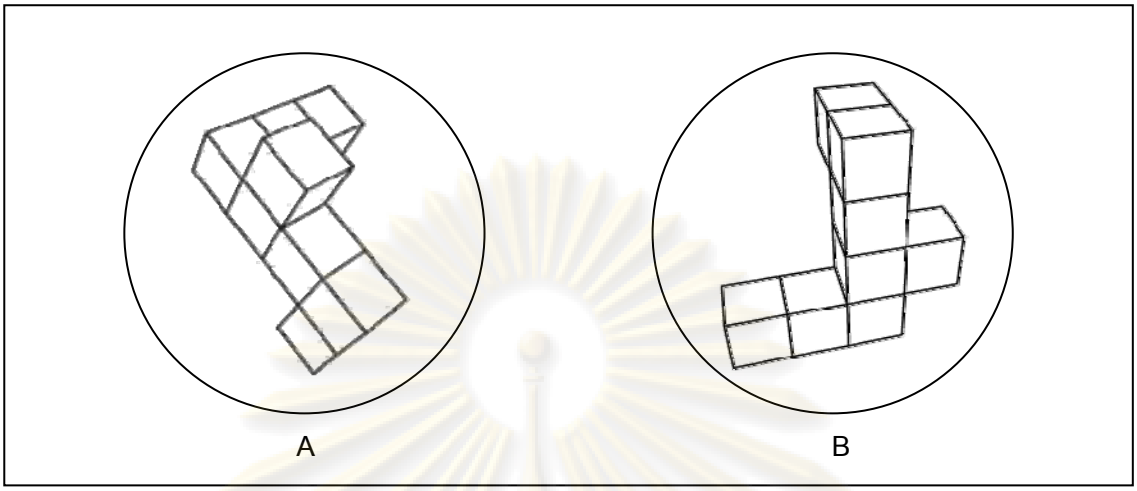


ข้อที่ 17 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

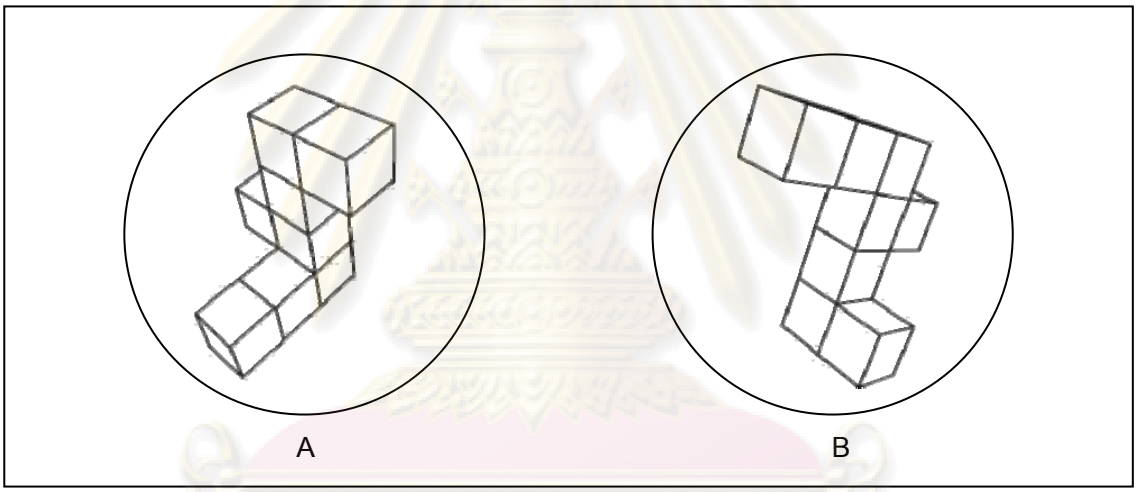


ข้อที่ 18 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

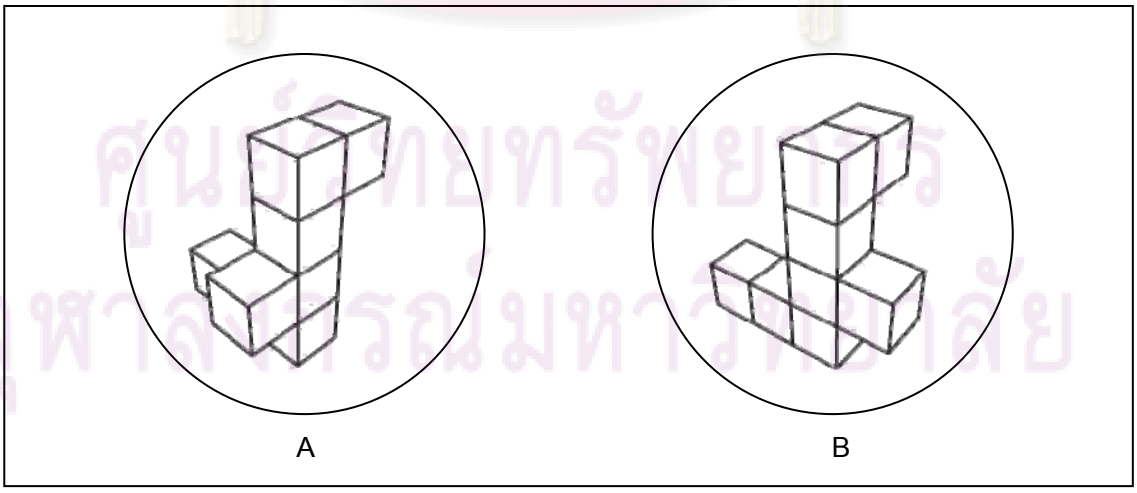
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 19 (กลุ่มข้องาย หมุน 30 องศา)

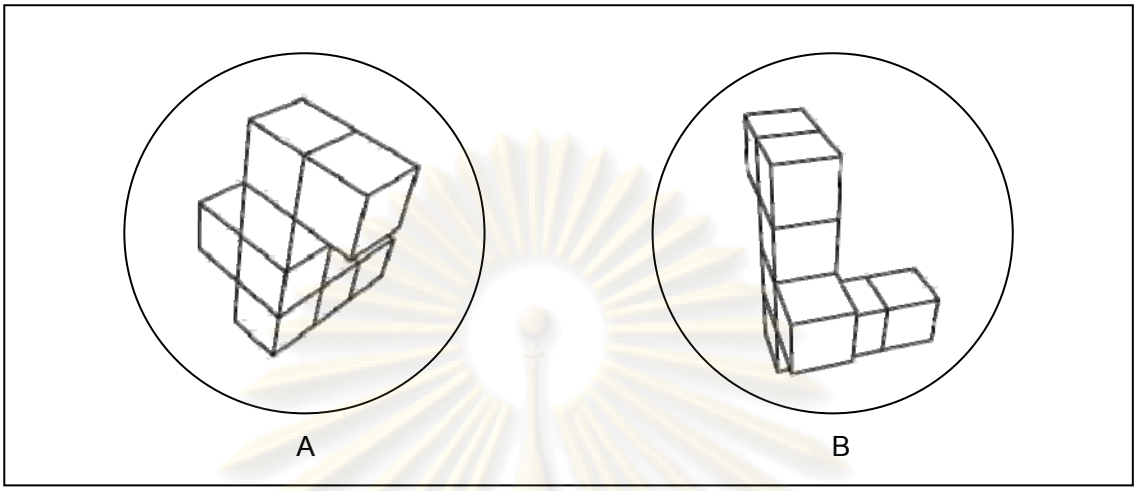


ข้อที่ 20 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

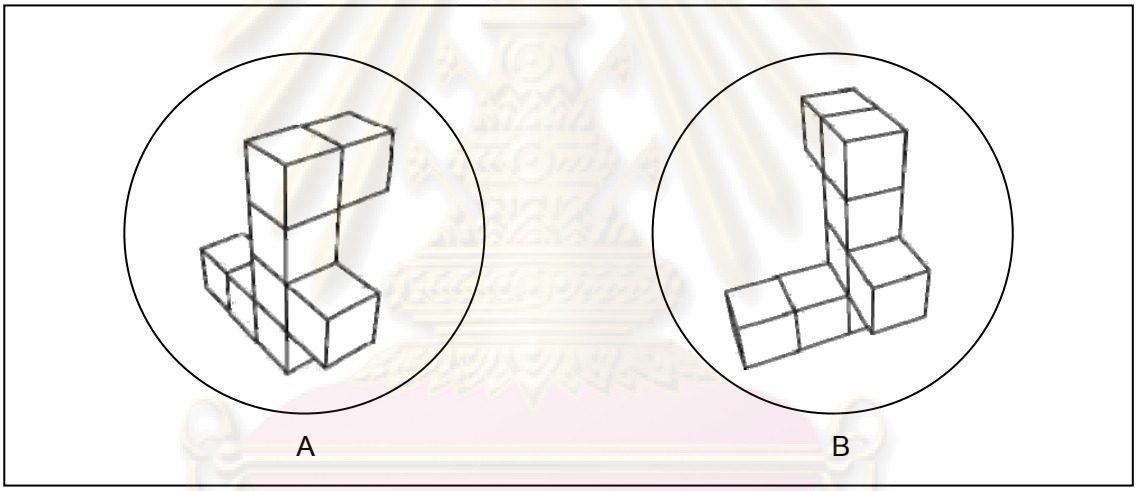


ข้อที่ 21 (กลุ่มข้องาย หมุน 10 องศา)

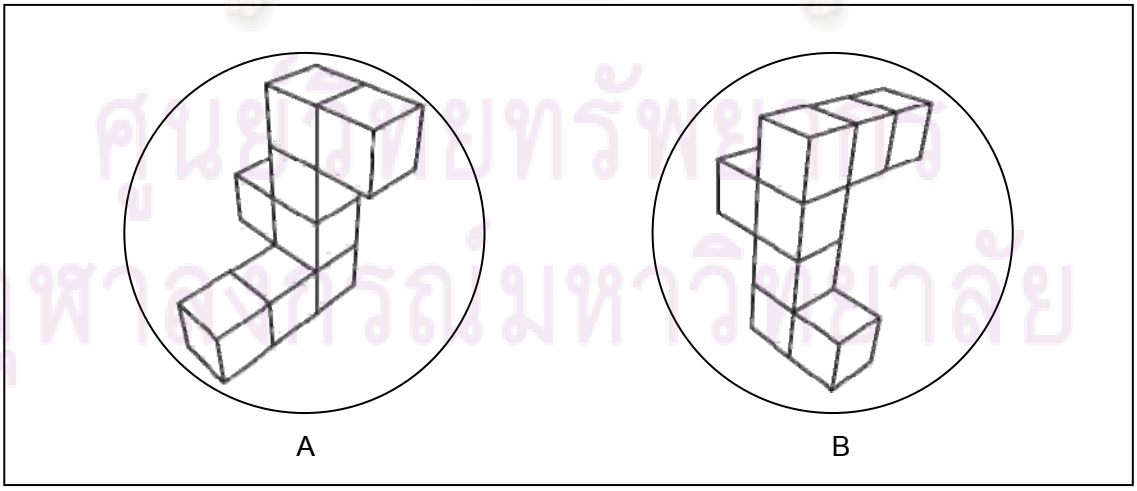
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 22 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

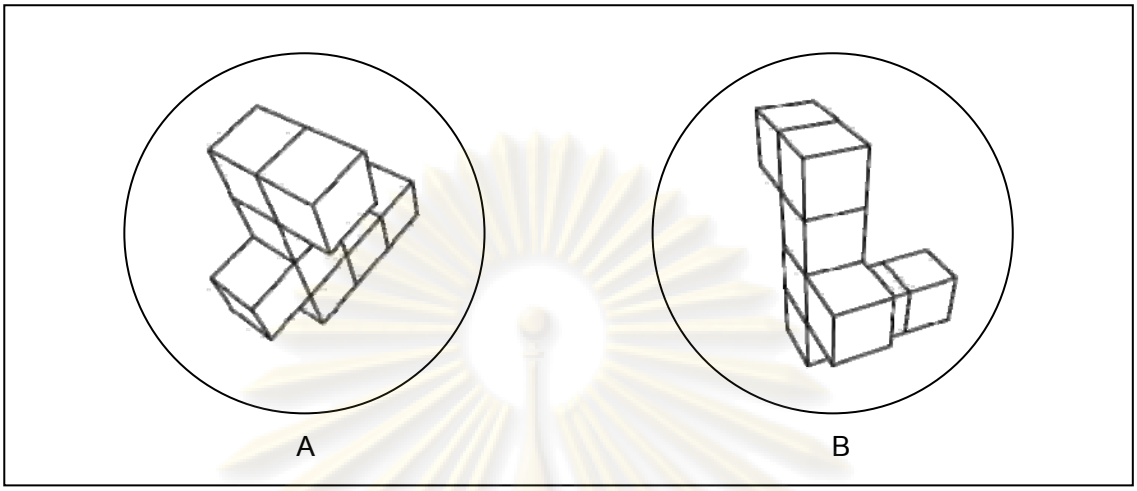


ข้อที่ 23 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

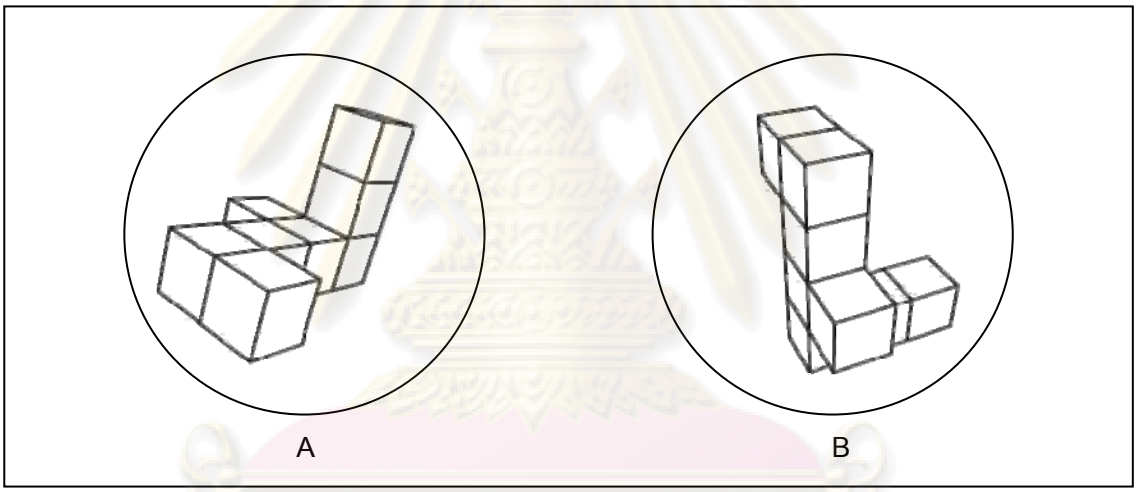


ข้อที่ 24 (กลุ่มข้อยาก หมุน 170 องศา)

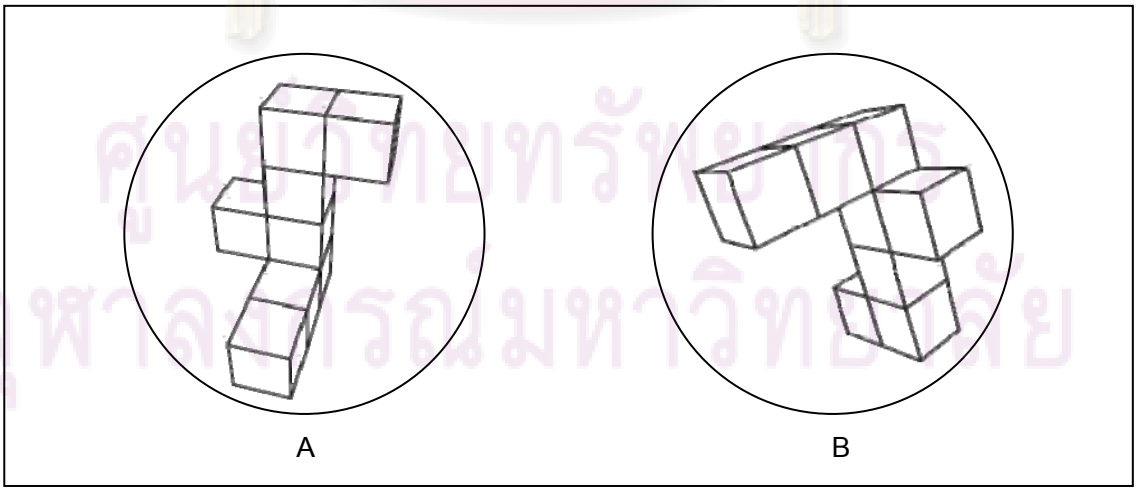
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 25 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

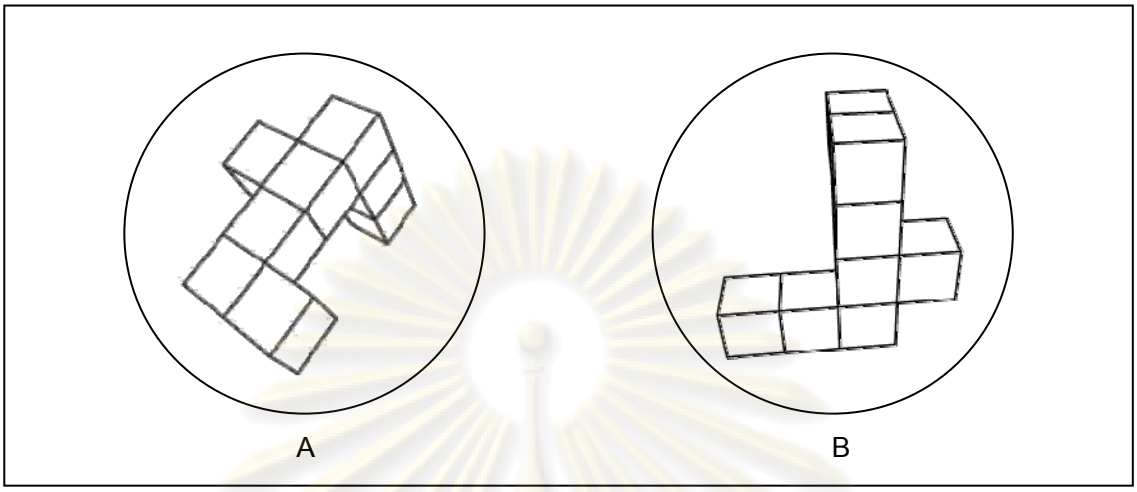


ข้อที่ 26 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 90 องศา)

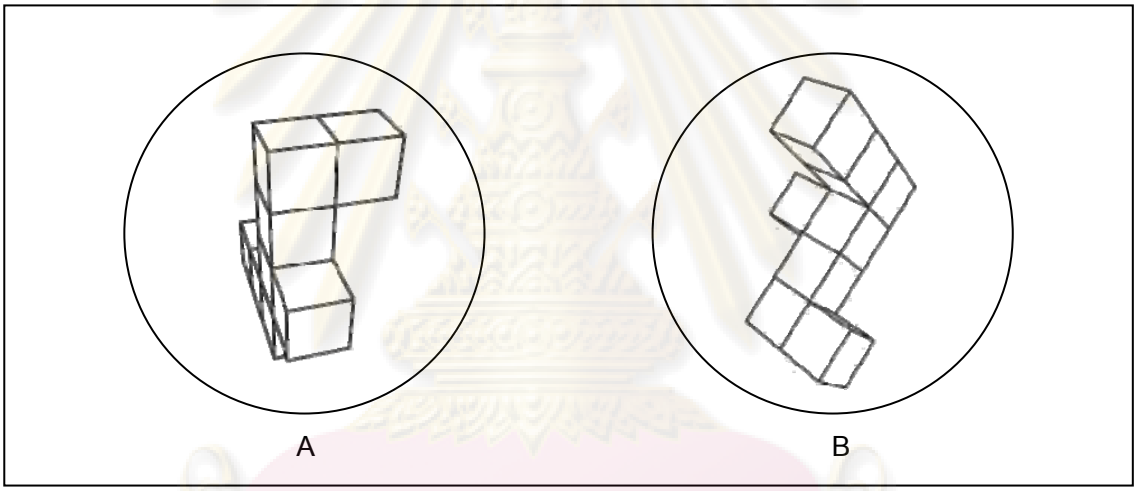


ข้อที่ 27 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

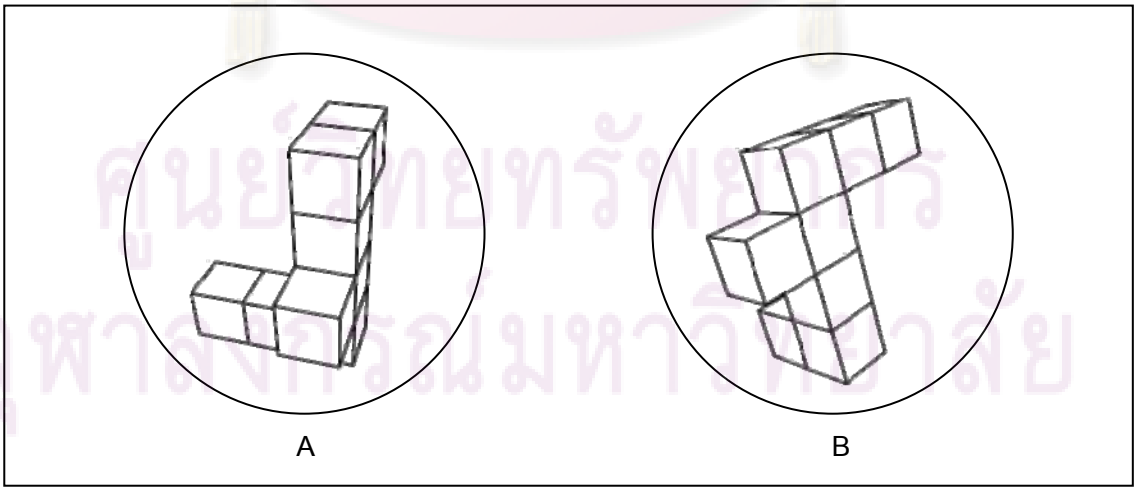
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 28 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 20 องศา)

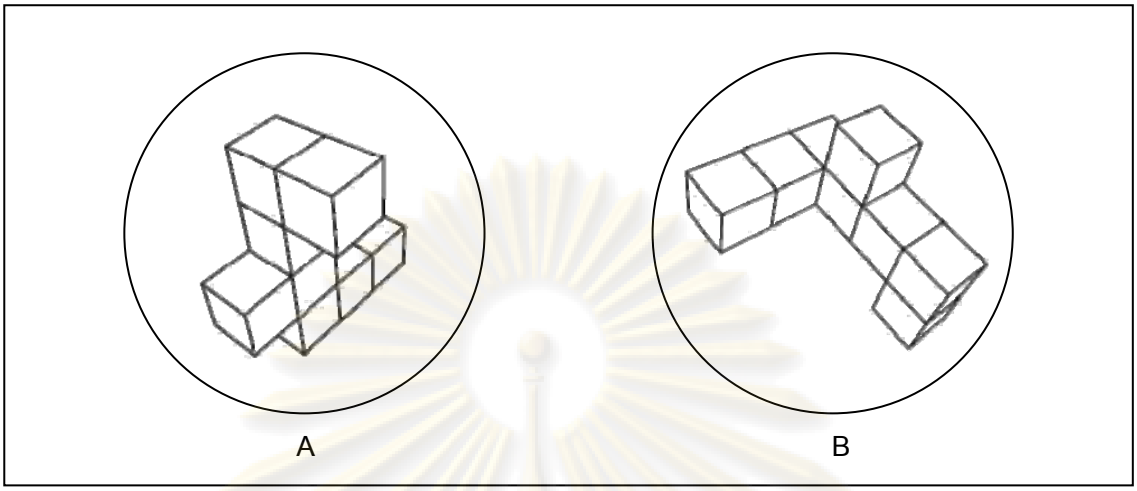


ข้อที่ 29 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

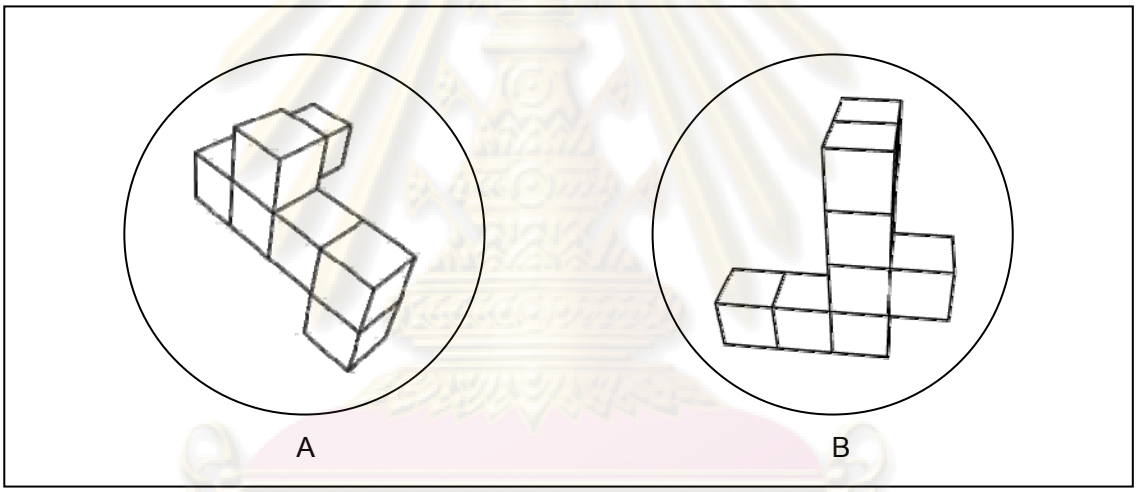


ข้อที่ 30 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 40 องศา)

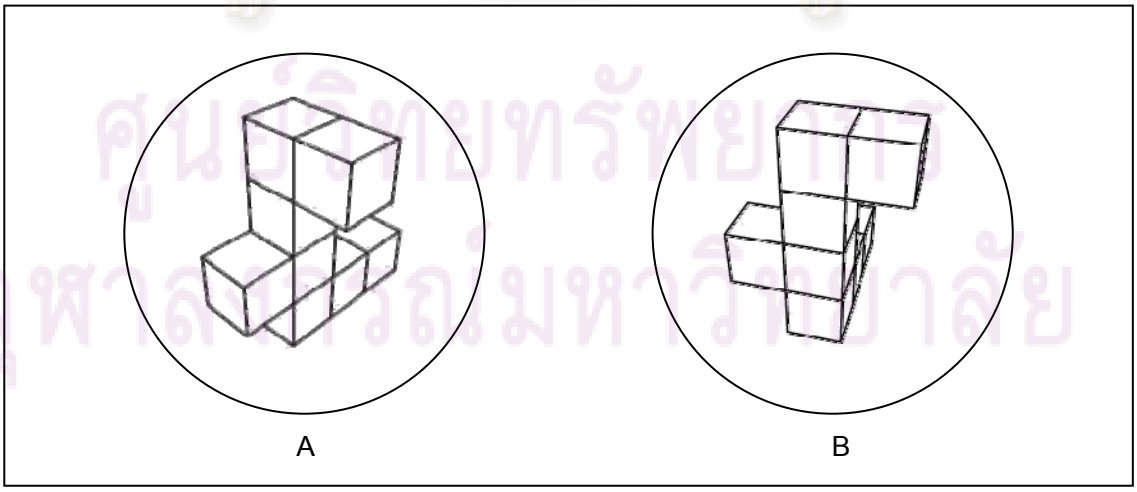
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 31 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 100 องศา)

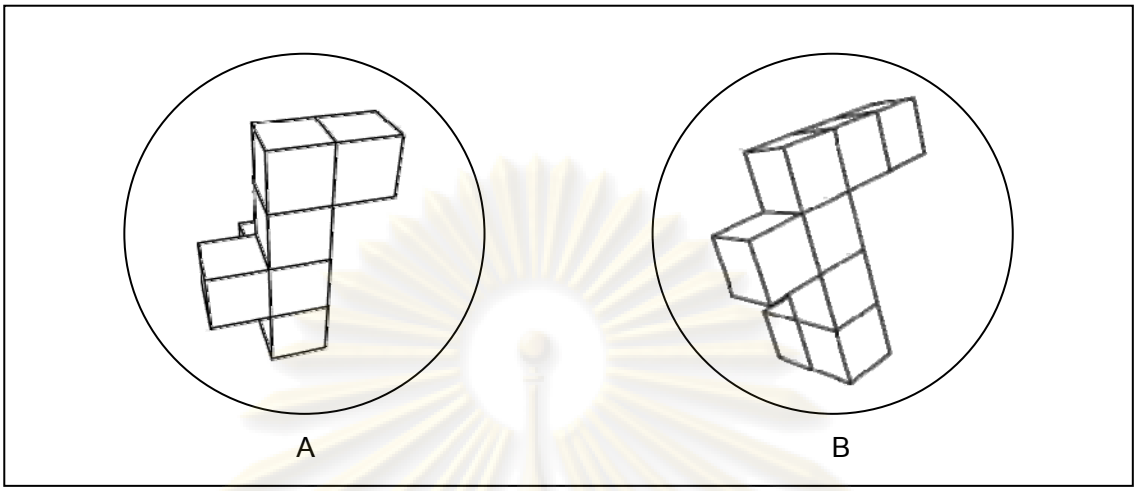


ข้อที่ 32 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

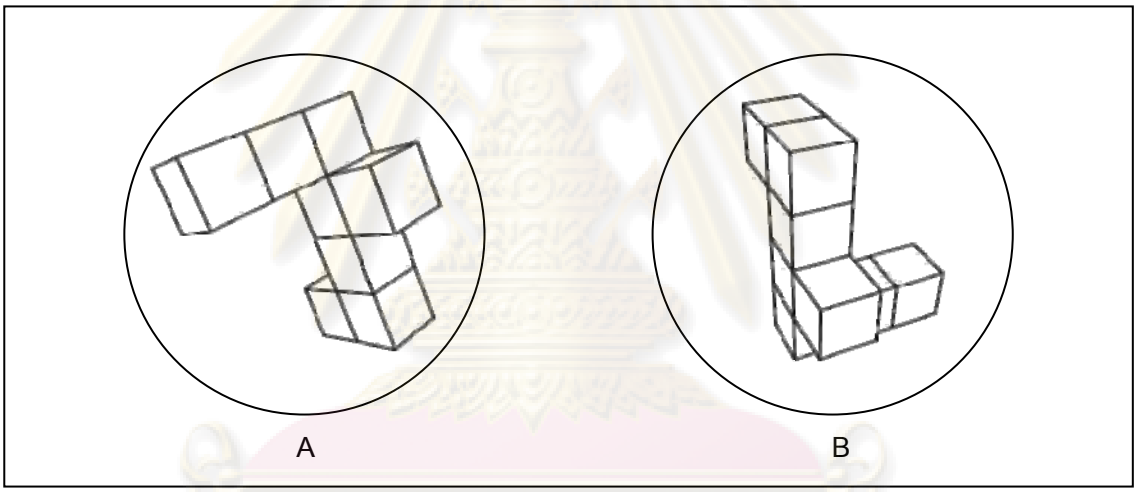


ข้อที่ 33 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

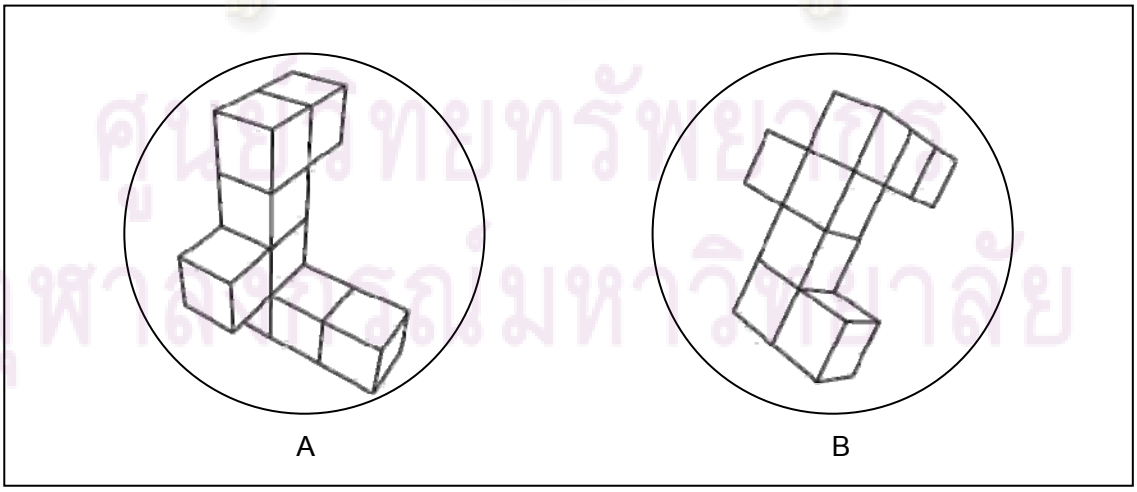
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 34 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 100 องศา)

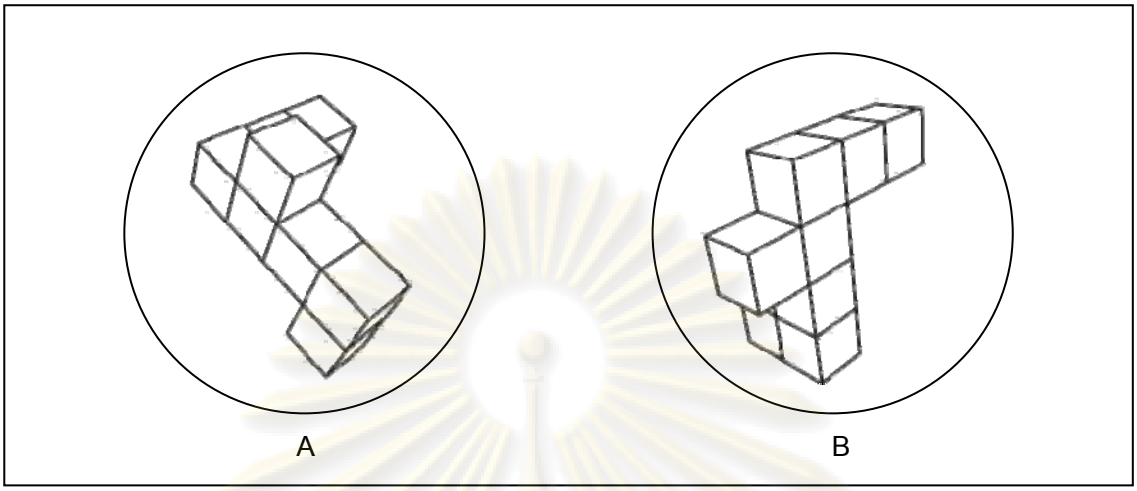


ข้อที่ 35 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 10 องศา)

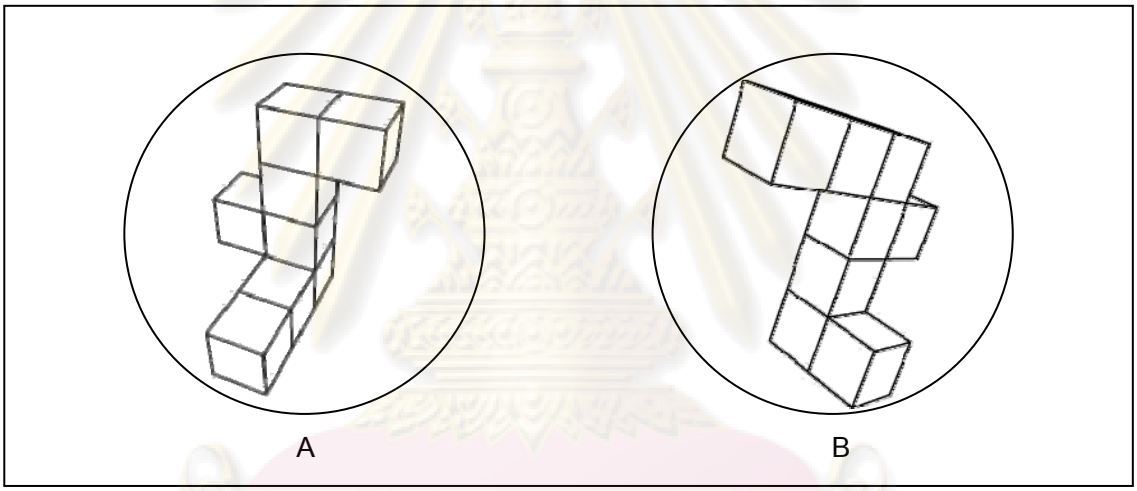


ข้อที่ 36 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 40 องศา)

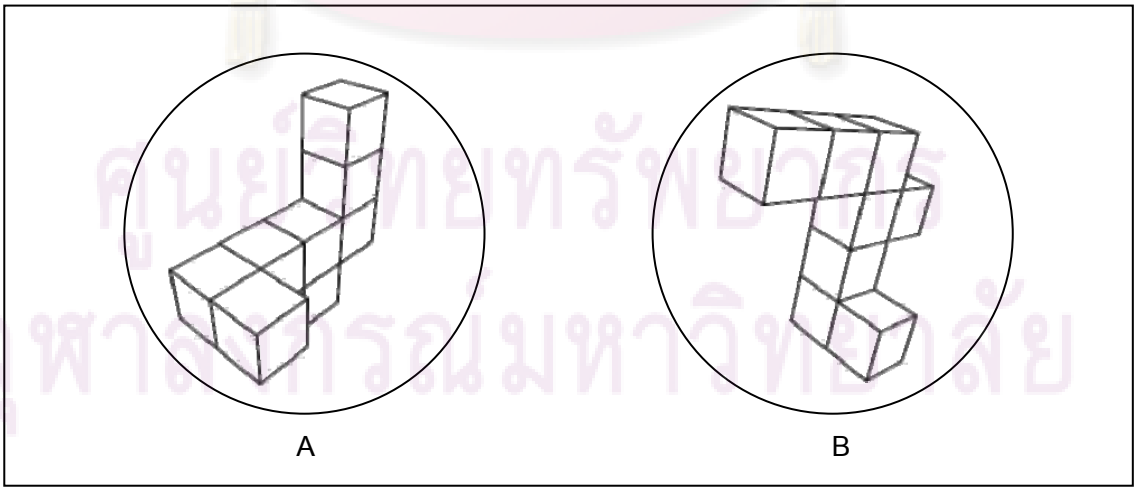
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 37 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 60 องศา)

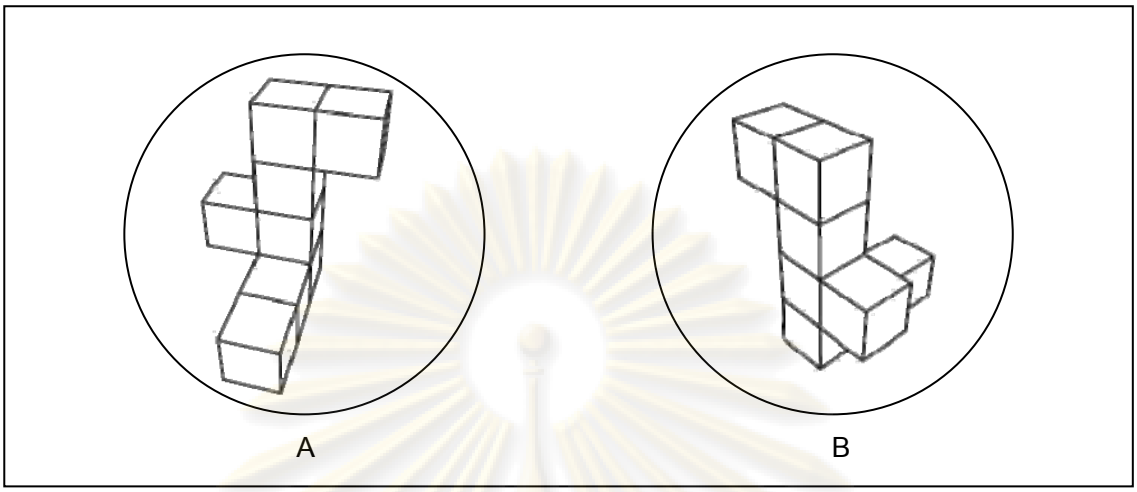


ข้อที่ 38 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

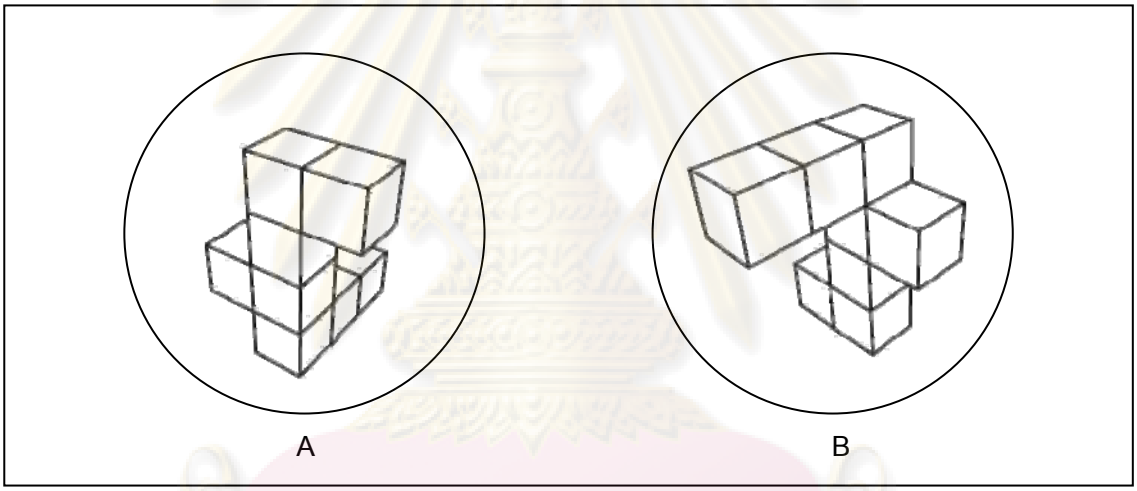


ข้อที่ 39 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

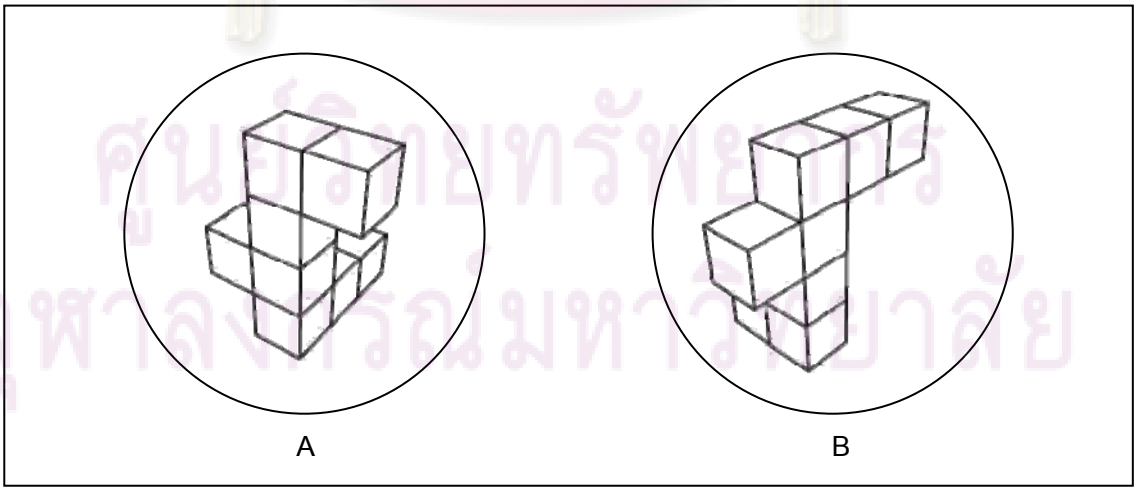
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 40 (กลุ่มข้อยาก หมุน 150 องศา)

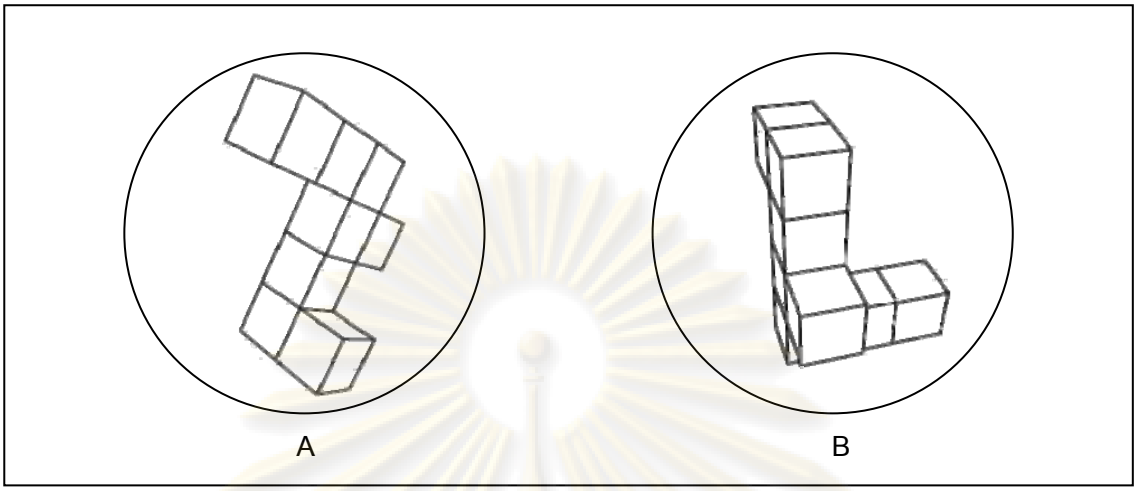


ข้อที่ 41 (กลุ่มข้อยาก หมุน 170 องศา)

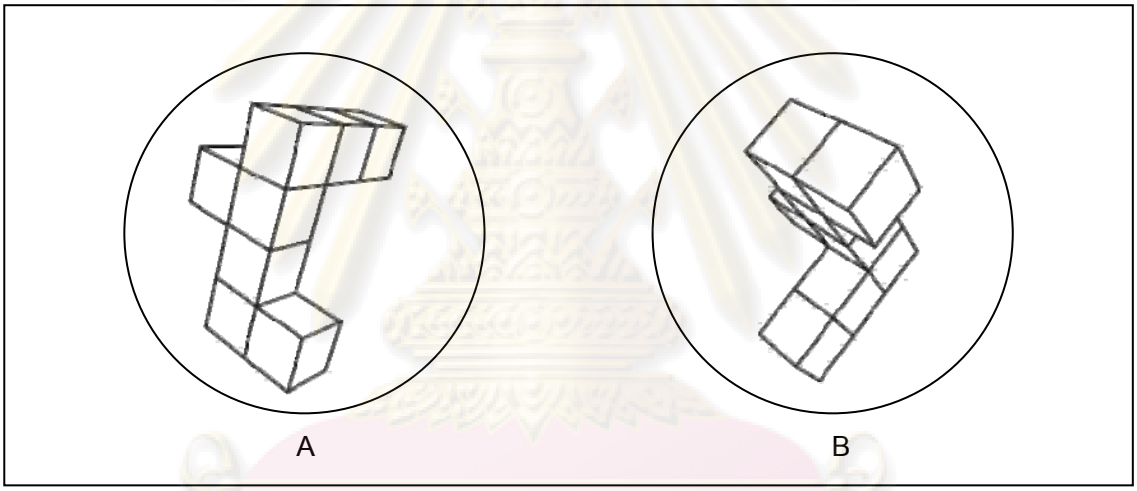


ข้อที่ 42 (กลุ่มข้อยาก หมุน 170 องศา)

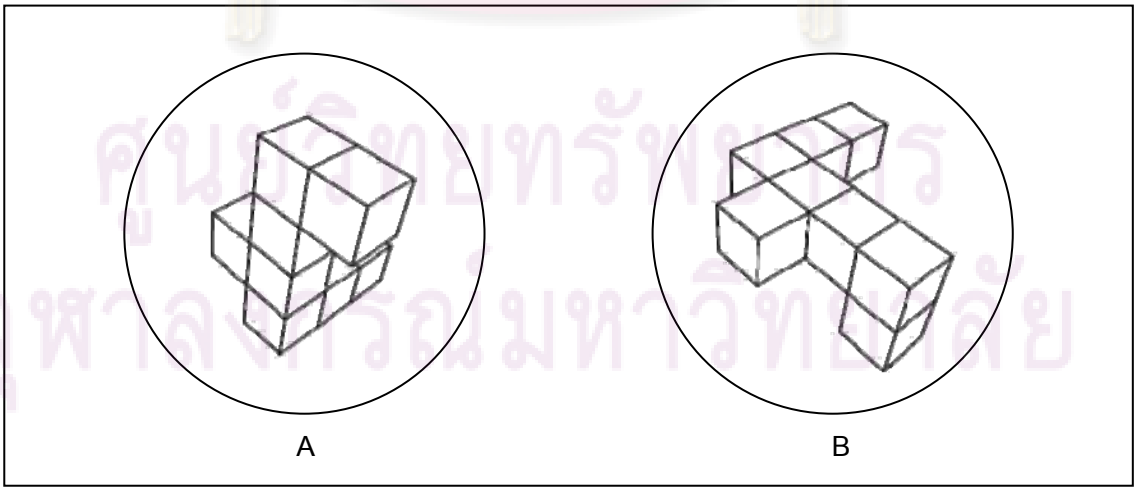
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 43 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 10 องศา)

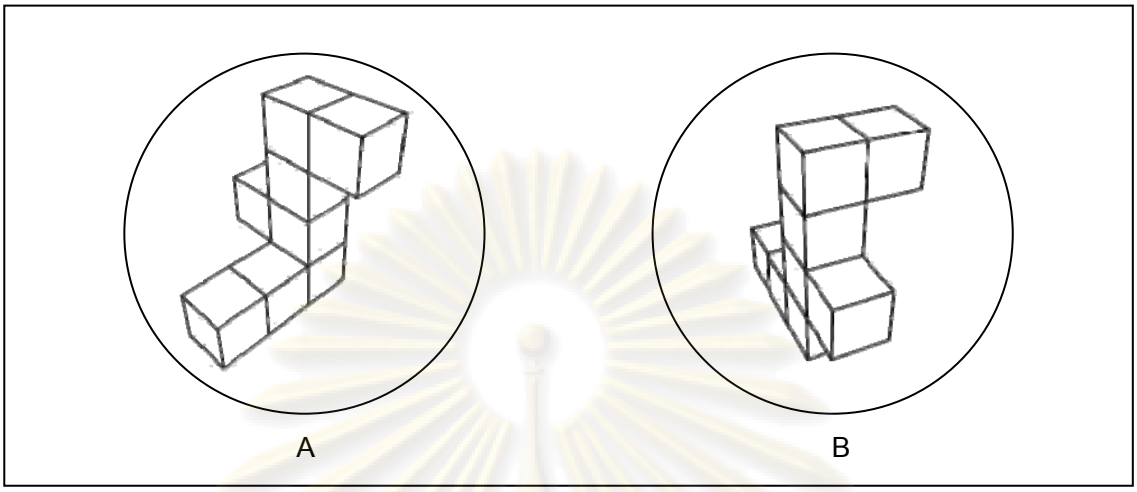


ข้อที่ 44 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 10 องศา)

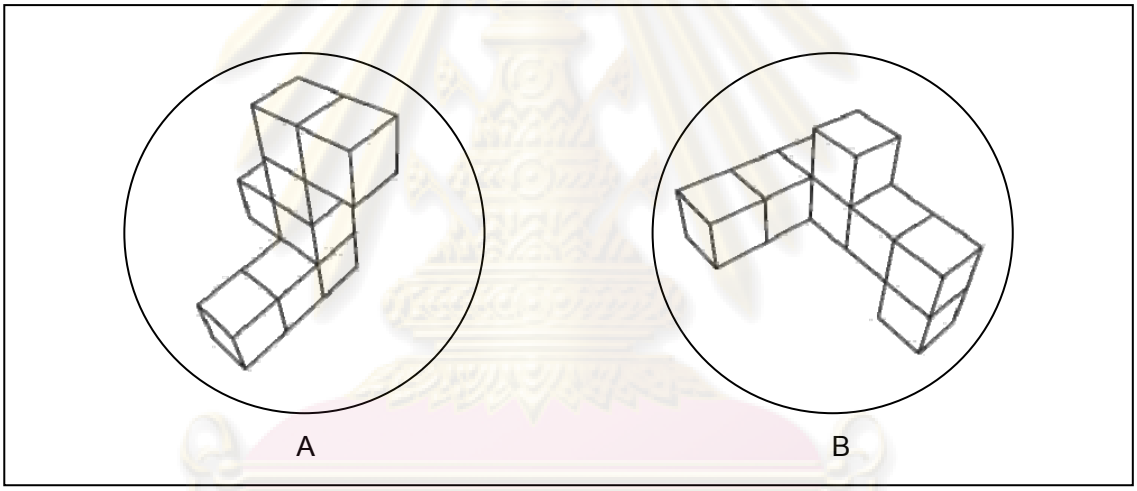


ข้อที่ 45 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 90 องศา)

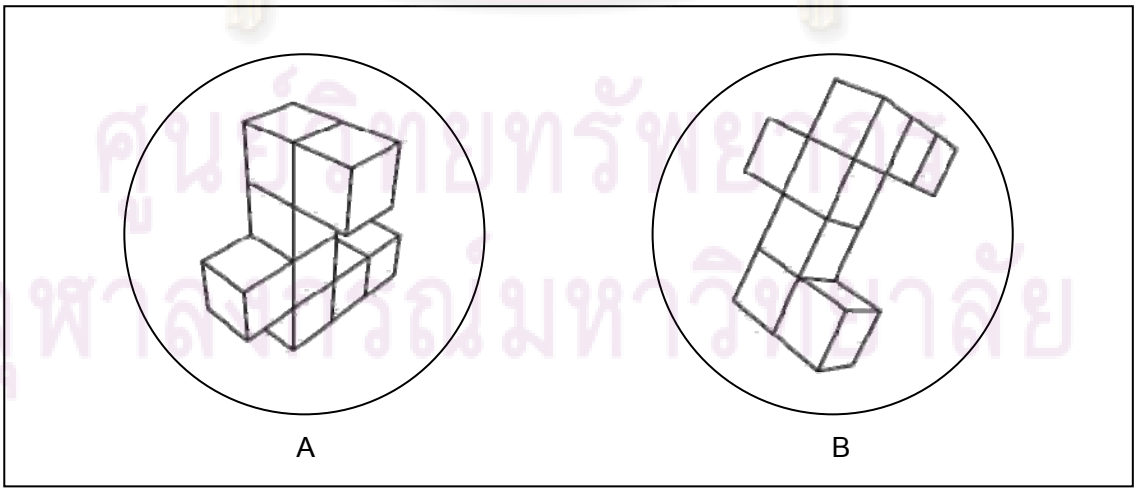
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 46 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

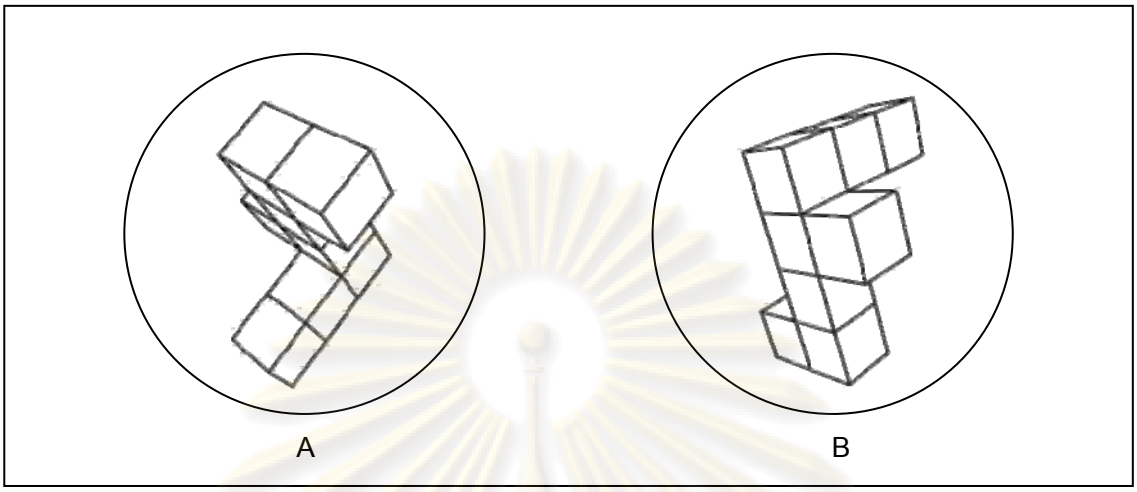


ข้อที่ 47 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 90 องศา)

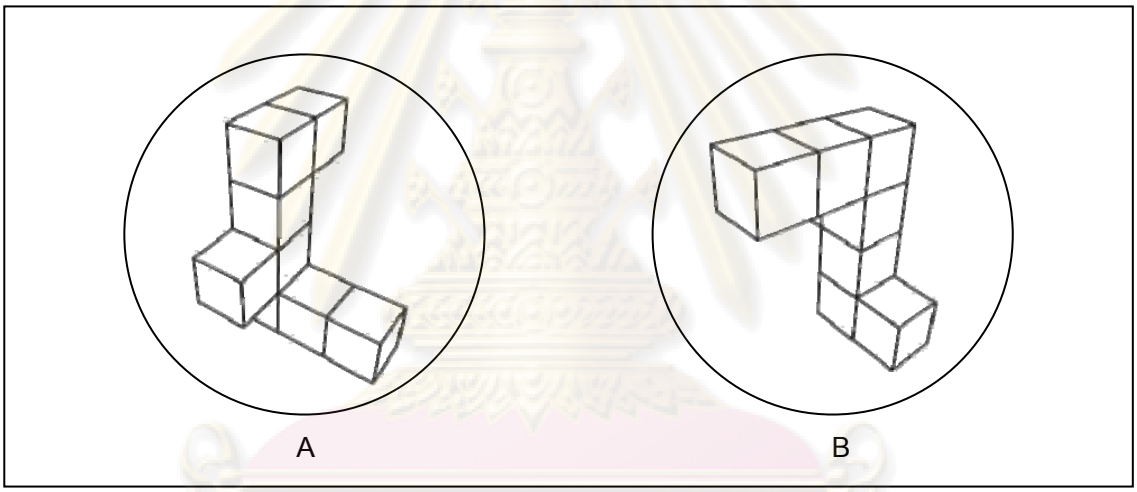


ข้อที่ 48 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

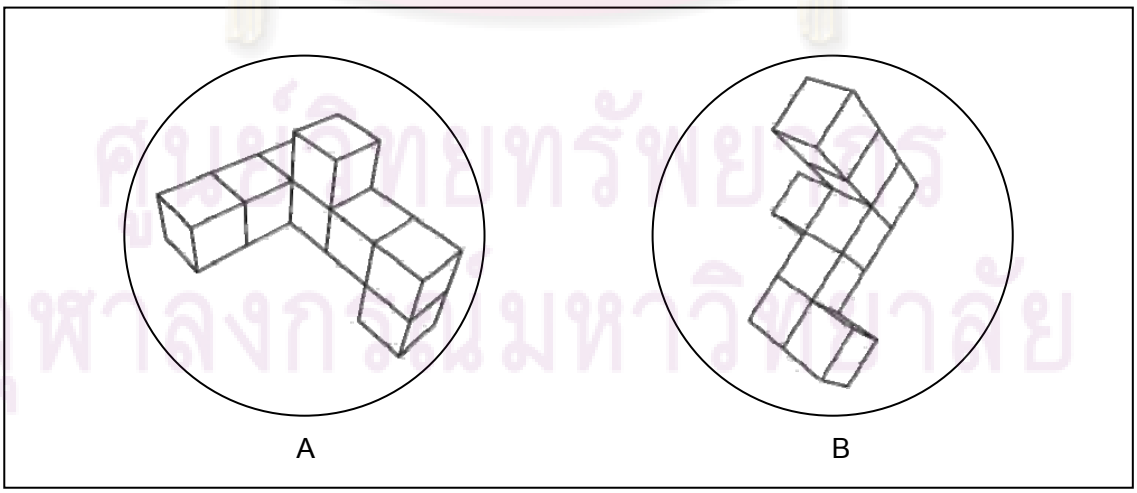
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 49 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

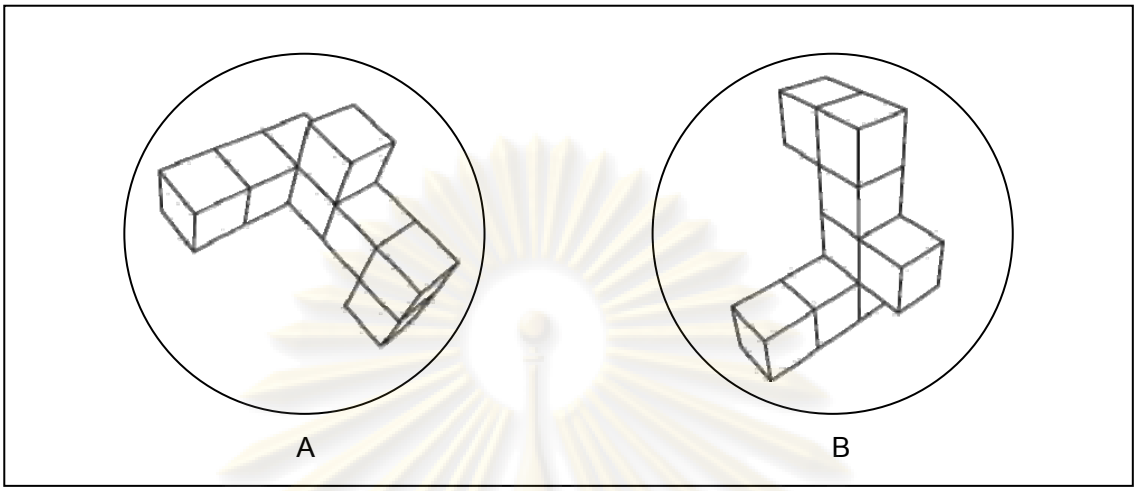


ข้อที่ 50 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

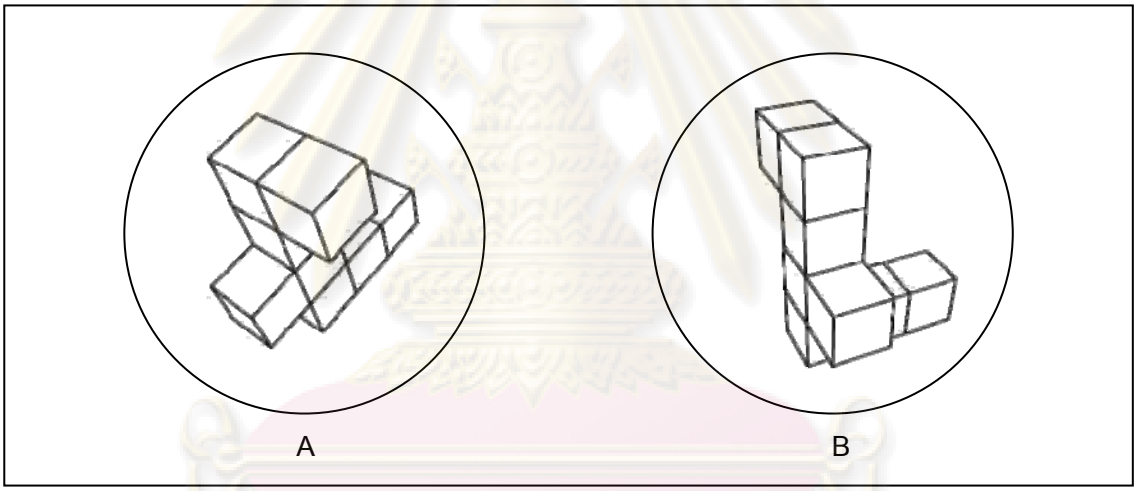


ข้อที่ 51 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

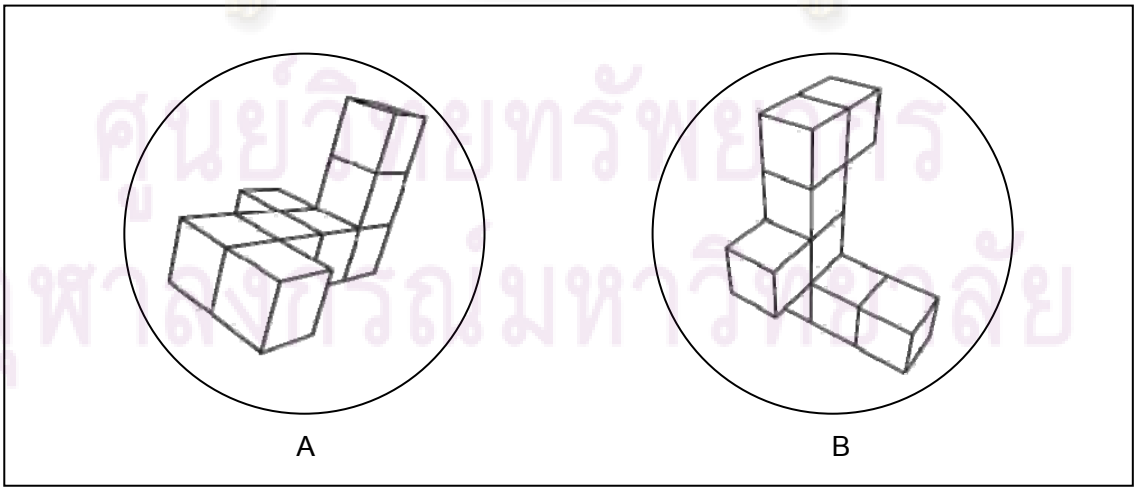
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 52 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

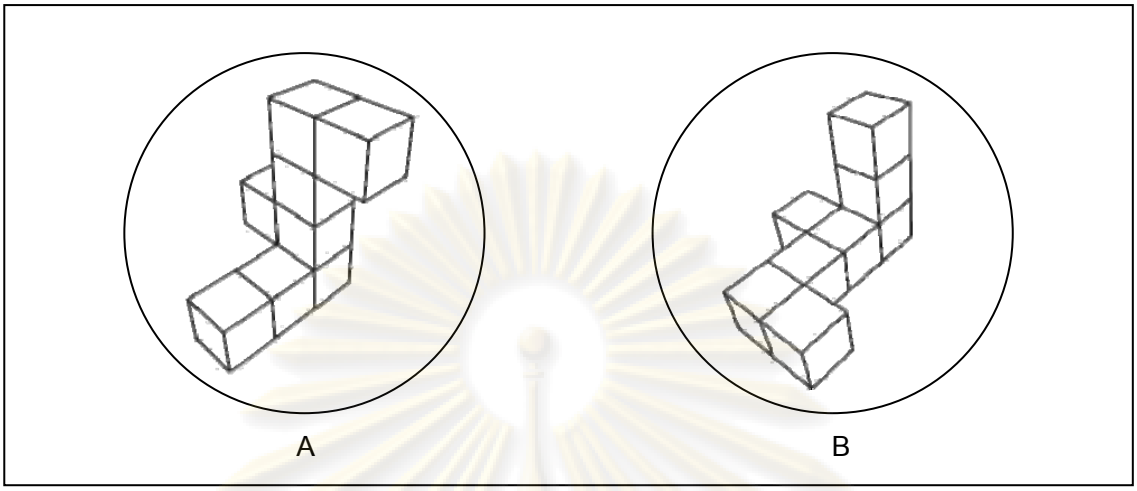


ข้อที่ 53 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

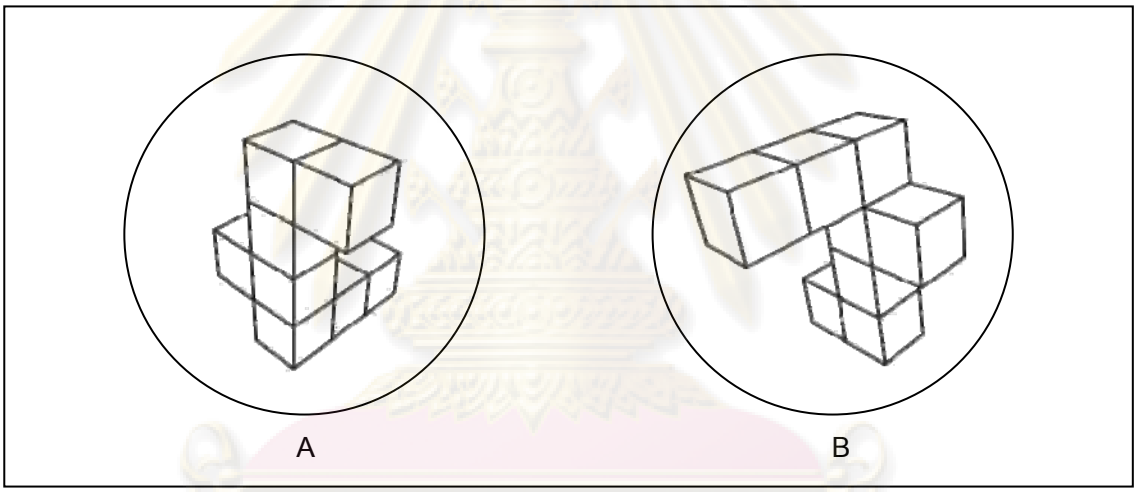


ข้อที่ 54 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

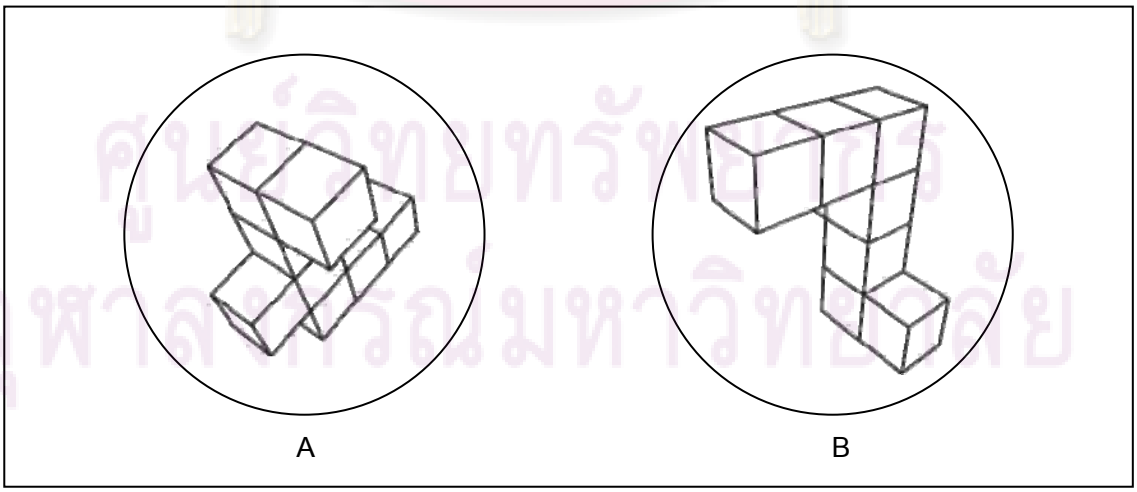
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 55 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 100 องศา)

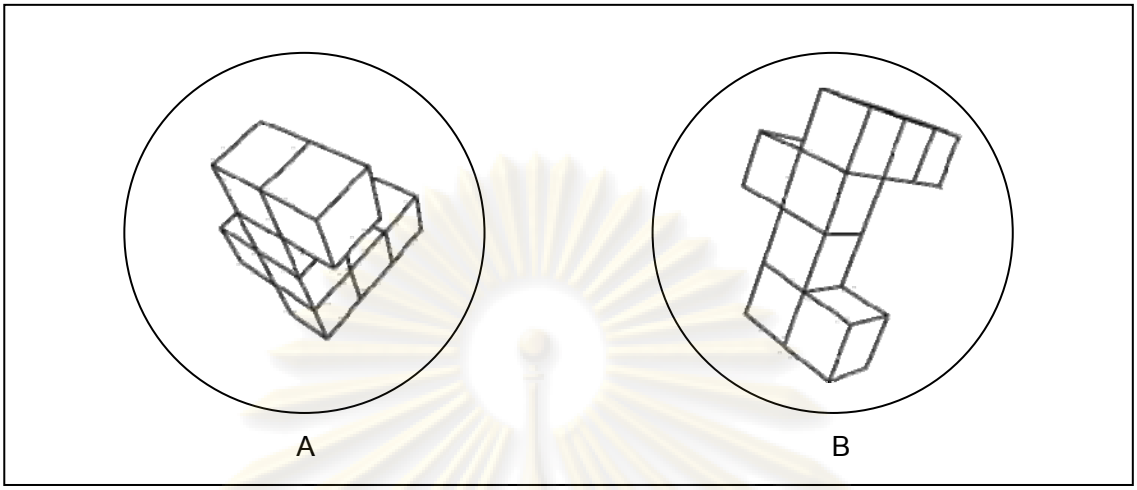


ข้อที่ 56 (กลุ่มข้อยาก หมุน 170 องศา)

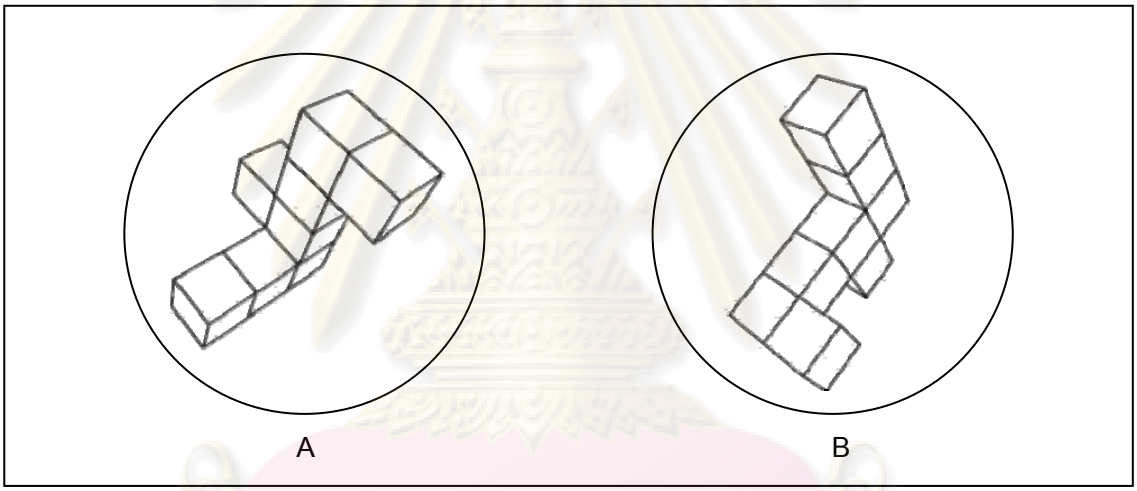


ข้อที่ 57 (กลุ่มข้อยาก หมุน 150 องศา)

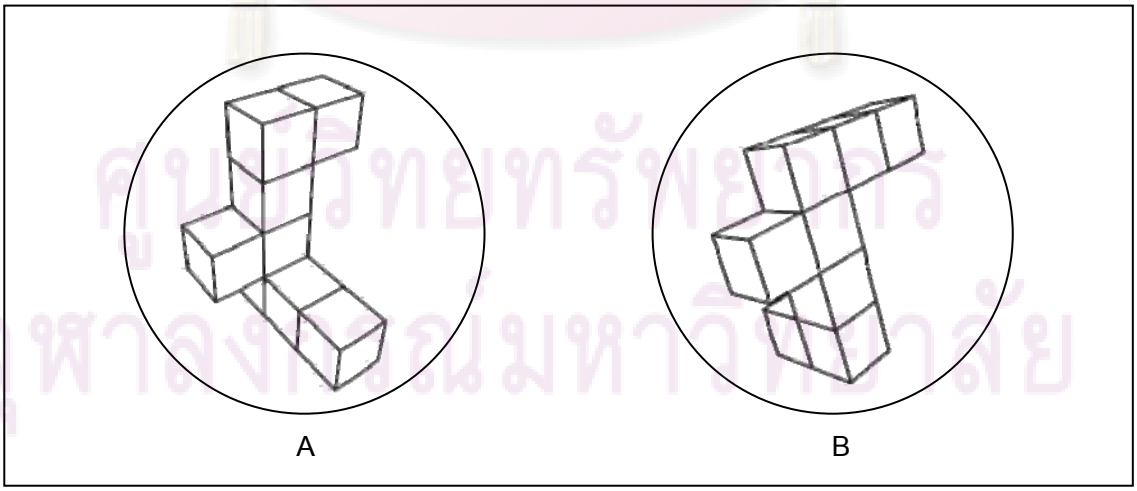
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 58 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

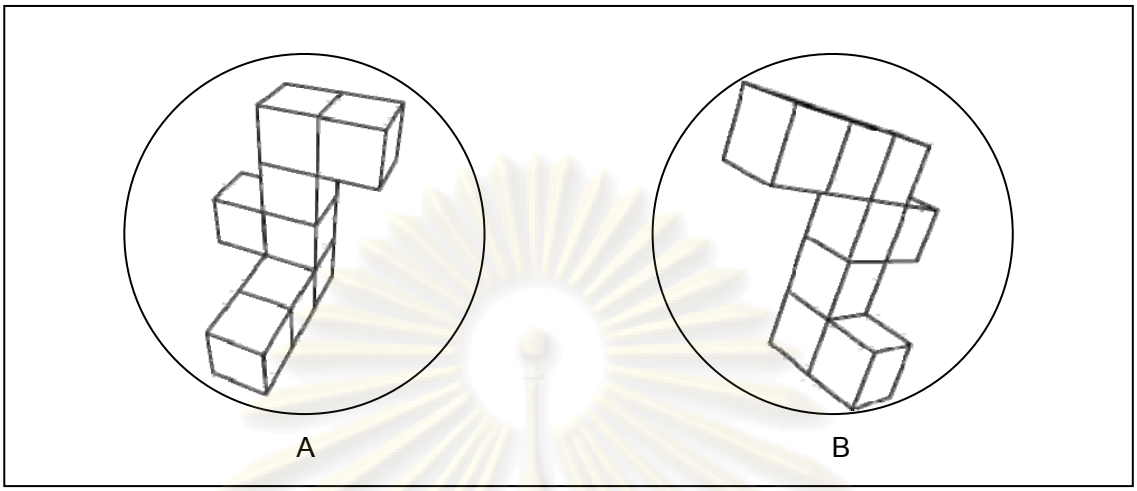


ข้อที่ 59 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 100 องศา)

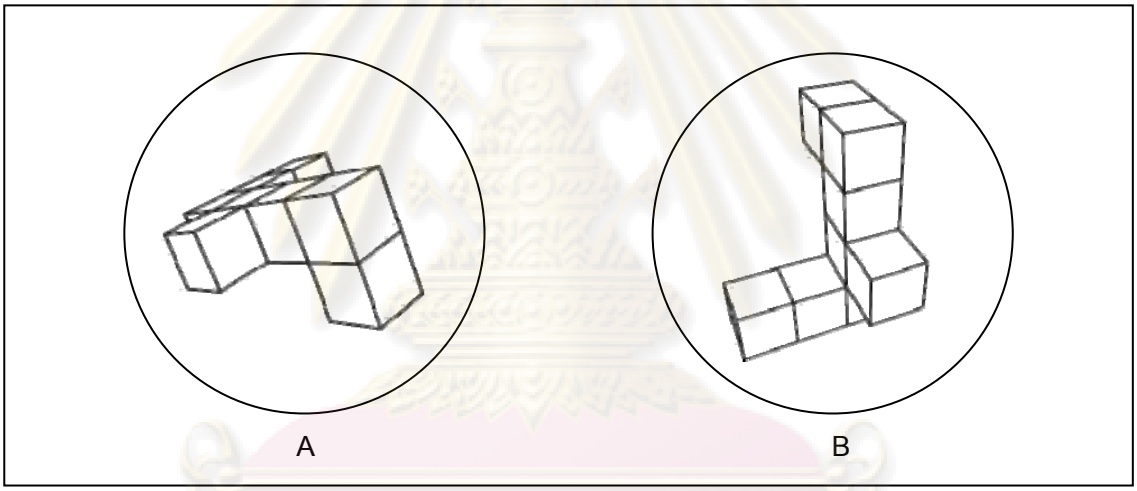


ข้อที่ 60 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

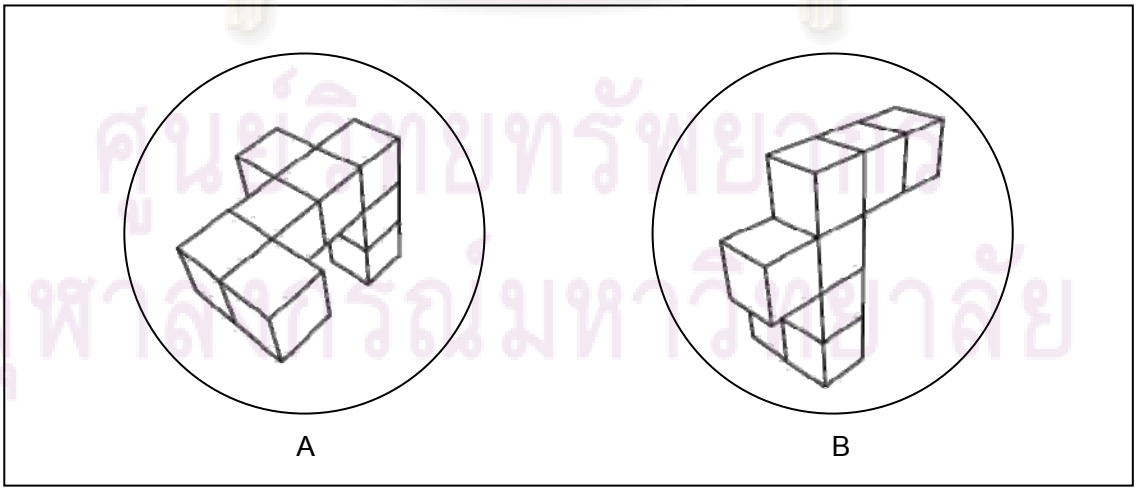
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 61 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

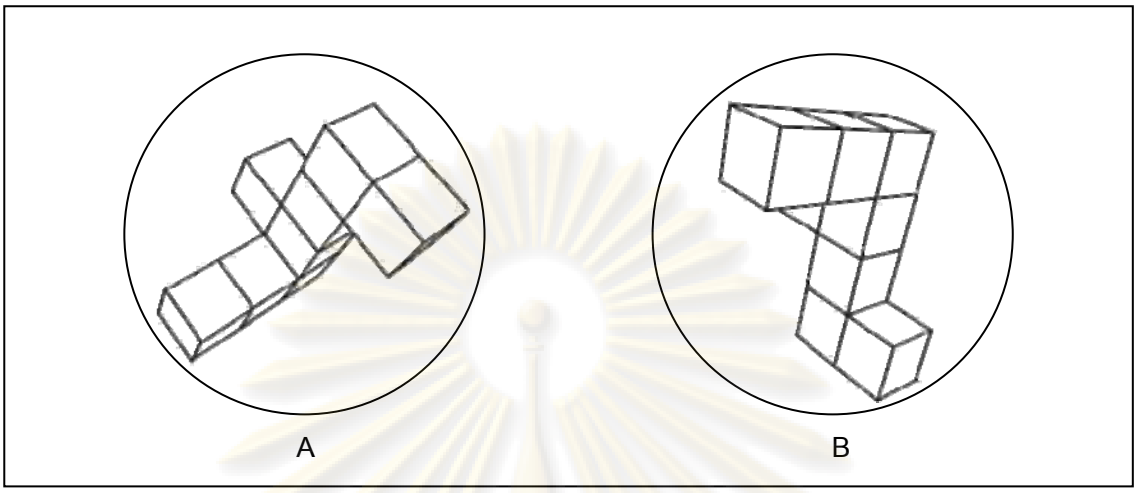


ข้อที่ 62 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 100 องศา)

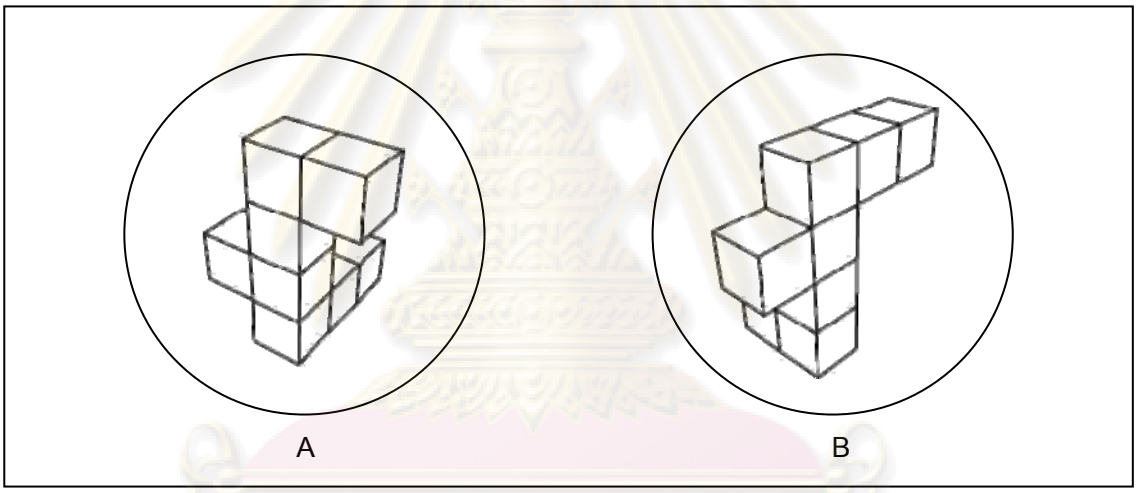


ข้อที่ 63 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

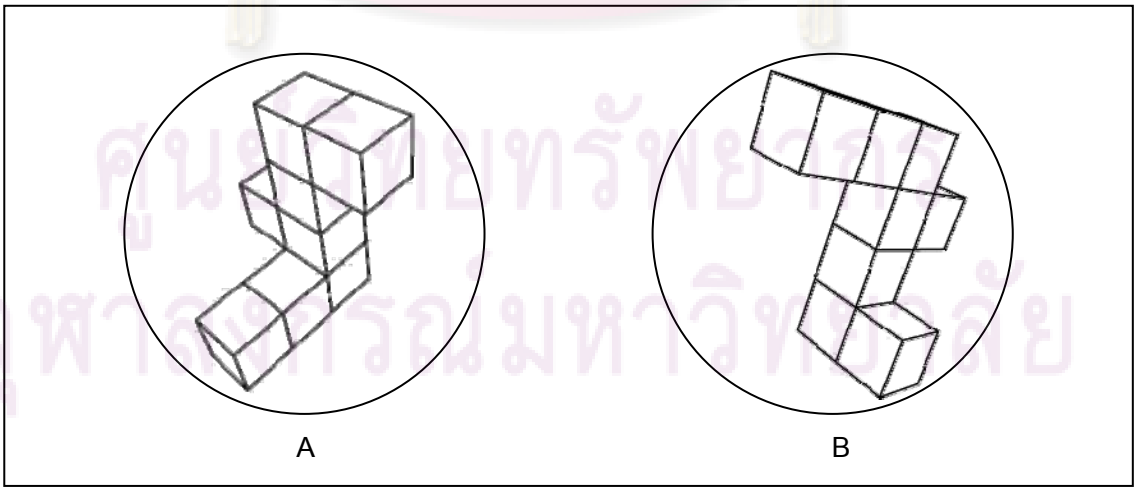
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 64 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)

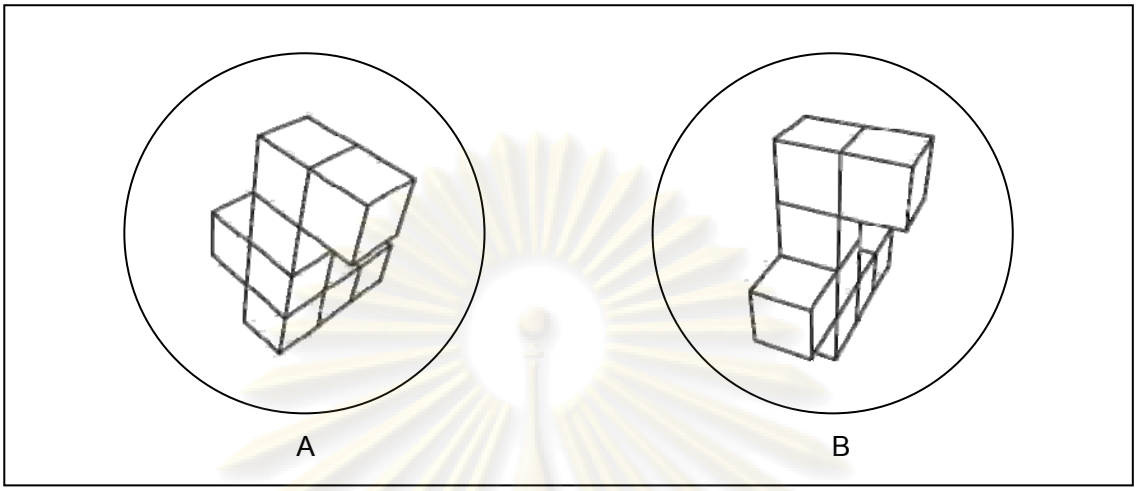


ข้อที่ 65 (กลุ่มข้อยาก หมุน 170 องศา)

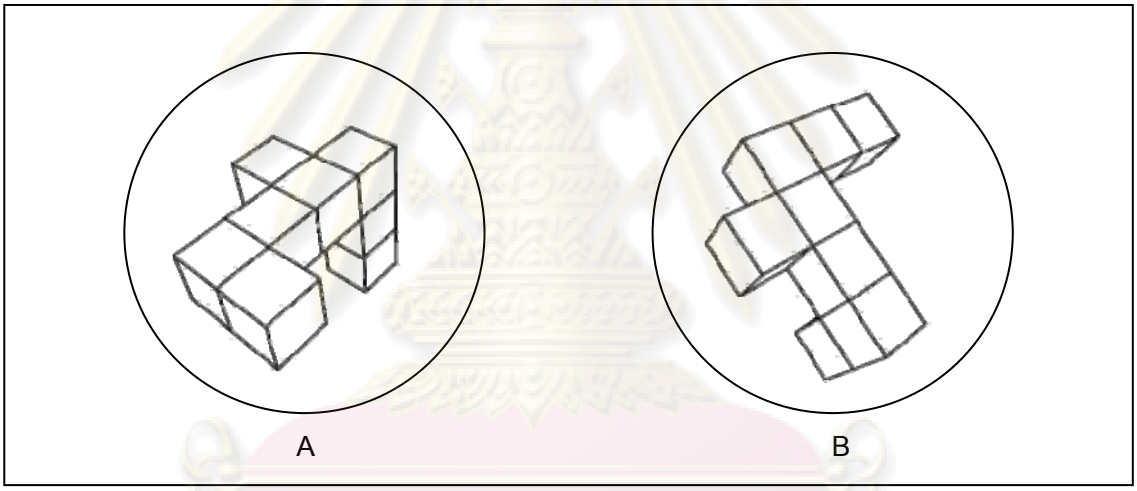


ข้อที่ 66 (กลุ่มข้อยาก หมุน 140 องศา)

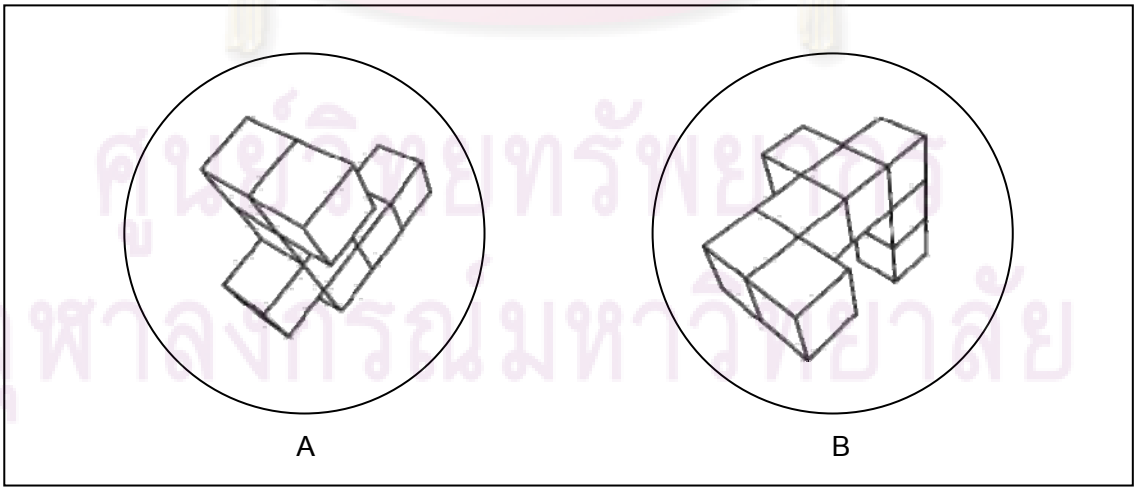
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 67 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 10 องศา)

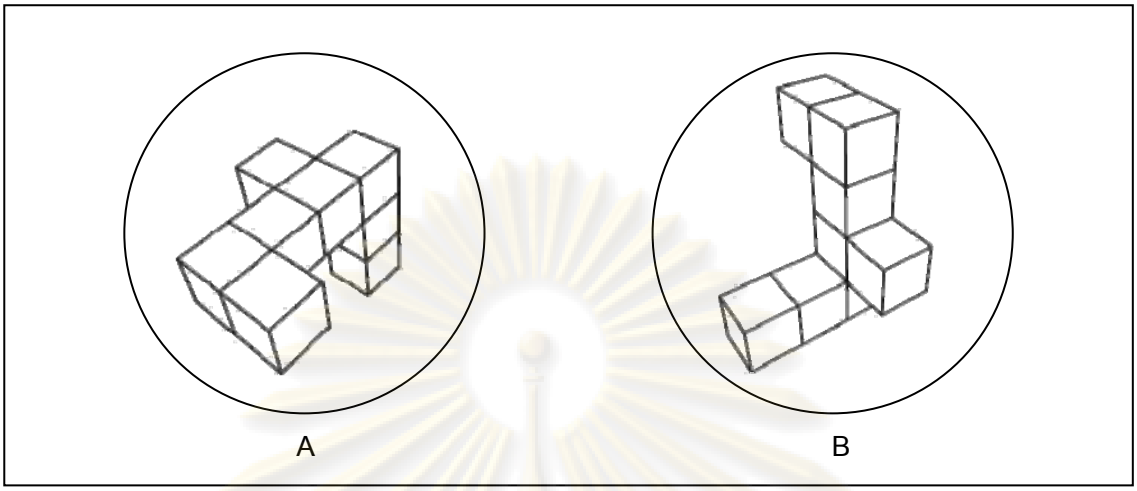


ข้อที่ 68 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 30 องศา)

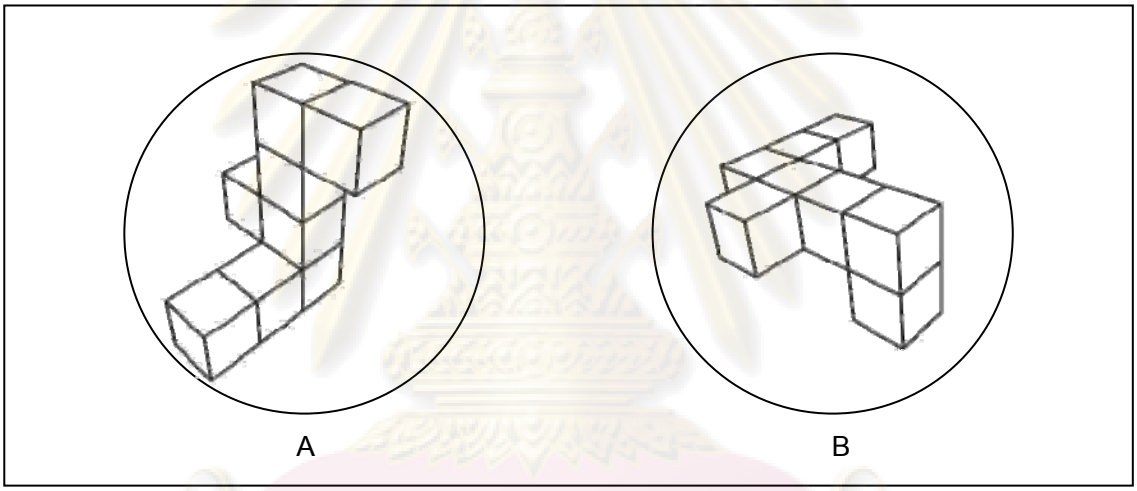


ข้อที่ 69 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

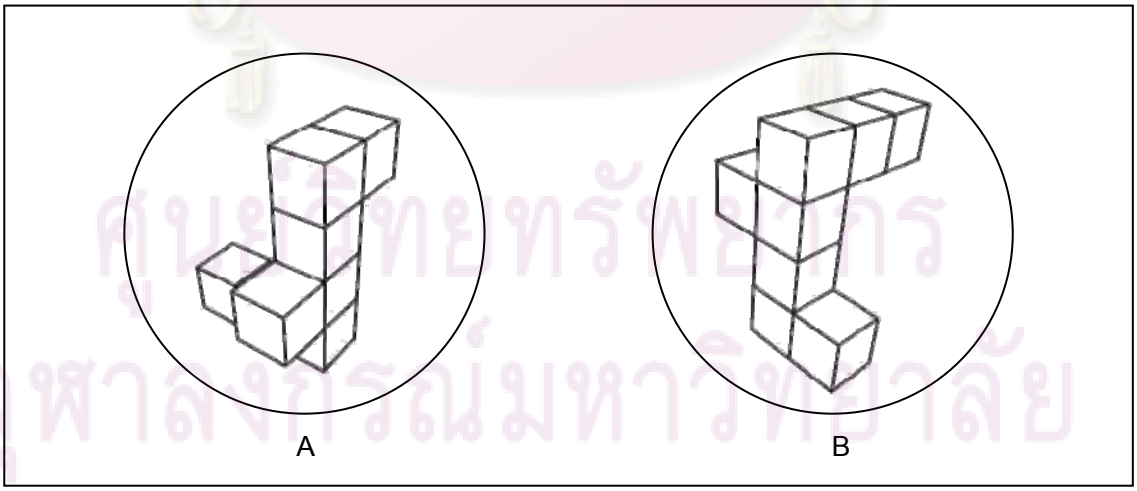
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 70 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

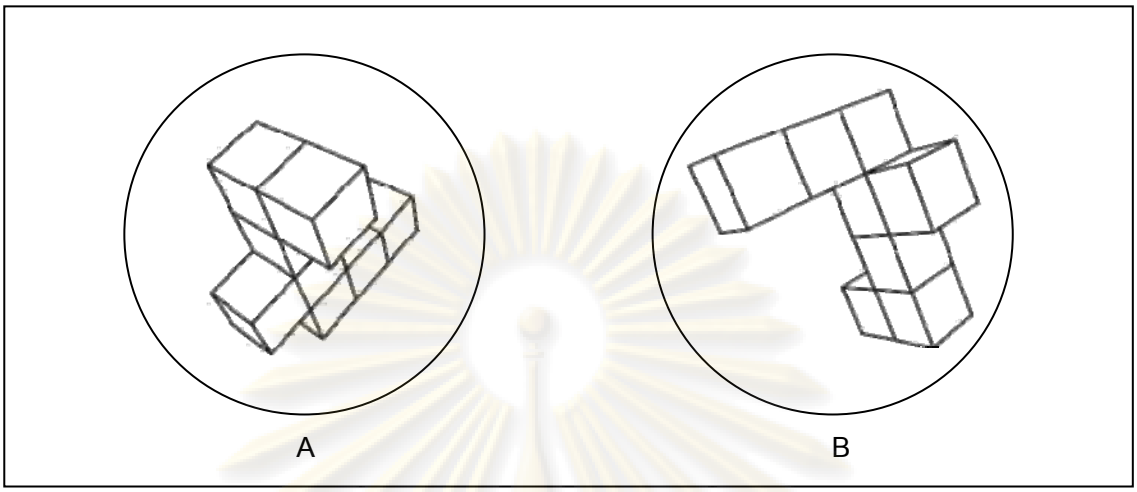


ข้อที่ 71 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 80 องศา)

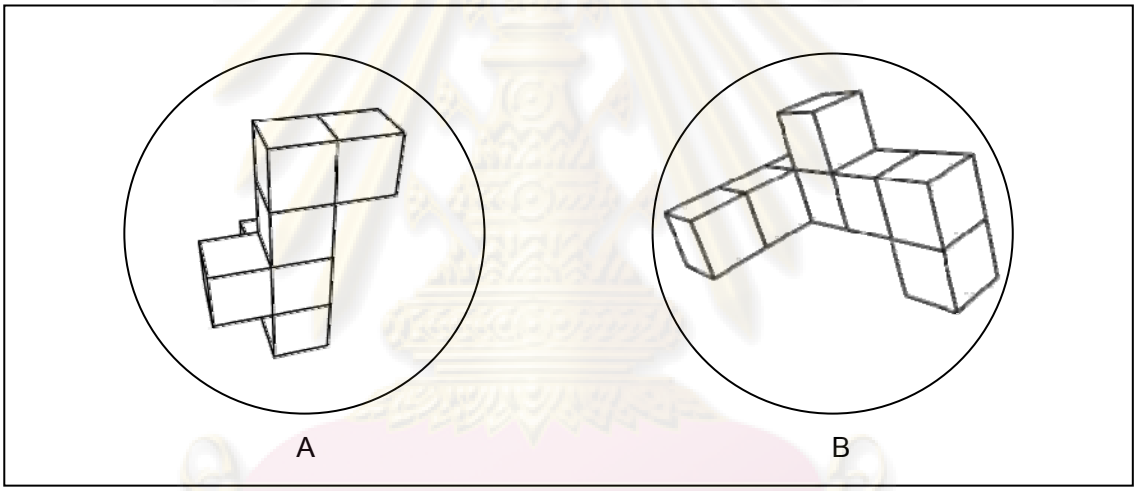


ข้อที่ 72 (กลุ่มข้อปานกลาง หมุน 70 องศา)

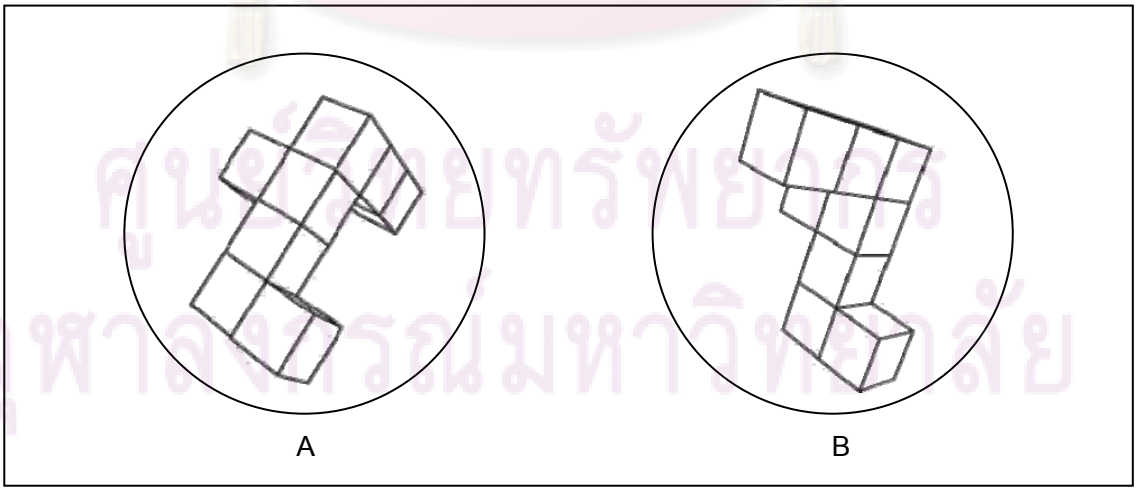
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ข้อที่ 73 (กลุ่มข้อยาก หมุน 130 องศา)



ข้อที่ 74 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 10 องศา)



ข้อที่ 75 (กลุ่มข้อง่าย หมุน 20 องศา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวรงค์ ถาวระ เกิดวันที่ 12 เมษายน พ.ศ.2512 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเซนต์คาเบรียล สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทัศนศิลป์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทหลักสูตร Master of Art สาขาวิชา Computer Art จาก Savannah College of Art and Design สหรัฐอเมริกา ปีการศึกษา 2541 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทหลักสูตรศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2548

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย