

371.262

ข 1430

ย. 3

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

๕๒ ก.ช. 2535

ปริญญานิพนธ์
ของ
ชรรยง ปักป้อง



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

ธันวาคม 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

180423

คณะกรรมการควบคุมและกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานี้เรียบร้อยแล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(รศ.ล้วน สายยศ)

.....กรรมการ

(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(รศ.ล้วน สายยศ)

.....กรรมการ

(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ดร.ส.วาสนา ประวาสนฤกษ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานี้เรียบร้อยแล้ว เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ 17.เดือน ..ตุลาคม...พ.ศ. 2534..

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ล้วน สายยศ และรองศาสตราจารย์
ชูศรี วงศ์รัตนะ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालนฤกษ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ ครู-อาจารย์ และนักเรียนที่ให้ความร่วมมือ
ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ คุณสมกิจ กิจพูนวงศ์ คุณจันทนา เลือดกรงศรี
คุณจักรกริช เลือดกรงศรี คุณสุวิทย์ เสงี่ยมศักดิ์ คุณบุญปลูก เสงี่ยมศักดิ์ คุณสุชาติ ปกป้อง
และคุณดวงศักดิ์ วิศิษฐ์พิบูล ที่ให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี
ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และน้องวัดผลฯ ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดาผู้ล่วงลับไป
แล้ว มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณของผู้วิจัยทุกท่านที่ช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จ
ในการศึกษา

ยรรยง ปกป้อง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก "ทุนมูลนิธิมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ"
ซึ่งมอบให้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อช่วยเหลือสนับสนุนในการทำวิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
	ความหมายของความถนัด.....	10
	ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด.....	11
	นิยามสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	15
	รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์.....	17
	ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์.....	20
	การรับรู้ทางสายตา.....	34
	การประกอบกันของรูปทรงในทางที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน.....	36
	การเขียนภาพแสดง.....	37
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์.....	39
	สมมุติฐานการวิจัย.....	45
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	46
	ประชากร.....	46
	กลุ่มตัวอย่าง.....	46

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	50
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์.....	51
ลักษณะของแบบทดสอบ.....	59
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	 73
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	73
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
 5 สรุป และอภิปรายผล.....	 113
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	113
กลุ่มตัวอย่าง.....	113
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	113
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	114
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	114
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	115
อภิปรายผล.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	126
 บรรณานุกรม.....	 128

ภาคผนวก.....	137
ภาคผนวก ก.....	138
ภาคผนวก ข.....	146
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	177
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	178

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน.....	48
2	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือจำแนกตามขนาดโรงเรียน....	49
3	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ.....	55
4	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ.....	56
5	ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ...	58
6	สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน.....	76
7	สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน.....	77
8	สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 400 คน.....	78
9	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบกับ คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน.....	79
10	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับ คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนหญิงจำนวน 202 คน.....	80
11	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 400 คน.....	81

- 12 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบ
 มิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน.....83
- 13 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์เป็นรายคู่ในกลุ่มนักเรียนชาย.....84
- 14 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตี
 สัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน.....86
- 15 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์เป็นรายคู่ในกลุ่มนักเรียนหญิง.....87
- 16 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 400 คน.....89
- 17 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นรายคู่ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมด.....90
- 18 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ (X_1)
 กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....92

- 19 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบ
 มิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้าง
 ขวาคงที่ (X_2) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....93
- 20 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
 ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่
 กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 เป็นรายคู่ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....94
- 21 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตี
 สัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่
 (X_3) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....95
- 22 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตี
 สัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้า
 คงที่ (X_4) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
 คณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....96
- 23 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตี
 สัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ (X_5) กับ
 คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....97
- 24 คำนำนัยสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ใน
 รูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกคู่
 ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน.....98

25	ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ในรูป คะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หุคูณของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน.....	99
26	ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบในรูป คะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หุคูณของนักเรียนทั้งหมด 400 คน.....	100
27	การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบของคะแนน แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบ มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน.....	102
28	การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบของคะแนน แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบ มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน.....	103
29	การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบของคะแนน แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบ มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 400 คน.....	104
30	การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หุคูณของคะแนนแบบ ทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด.....	105
31	การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ที่สามารถ พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชายจำนวน 198 คน..	107

32	การค้นหาค่าตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ที่สามารถ พยากรณ์ผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน.....	109
33	การค้นหาค่าตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ที่สามารถ พยากรณ์ผลลัพธ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด 400 คน.....	111
34	ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับ ลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ (X_1)...	138
35	ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับ ลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ (X_2)...	139
36	ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับ ลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ (X_3)...	140
37	ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับ ลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ (X_4)...	141
38	ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับ นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ (X_5).....	142
39	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ กับลูกบาศก์แต่ละแบบ.....	143

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination.....	21
2	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ The Chicago Non-Verbal Examination.....	22
3	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของโทมัส.....	22
4	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของเวอร์นอน.....	23
5	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ The MacQuarrie Test..	24
6	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ AGCT.....	25
7	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของเทอร์เนอร์.....	26
8	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของ สมบูรณ์ ชิตพงศ์และสำเริง บุญเรืองรัตน์..	27
9	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของทองหล่อ วิภาวีน.....	28
10	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของไพศาล หวังพานิช.....	28
11	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของประกิจ รัตนสุวรรณ.....	29
12	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของบุญชม ศรีสะอาด.....	30
13	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.....	30
14	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ.....	31
15	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของสุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์.....	32
16	ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของบุญยิ่ง ทองภักดี และสุทธิพงษ์ สุขจิระ....	33
17	การประกอบกันของรูปทรงในทางที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน.....	36
18	การเขียนแบบในลักษณะภาพแสดง (Pictorial Drawing) ทั้งการเขียนภาพเอียงไอโซเมตริก (Isometric) และการเขียนแบบภาพเอียงออบลิค (Oblique)....	37

- 19 การเขียนแบบที่แสดงวิธีการทัศนียภาพจุดเดียว ทัศนียภาพสองจุด และทัศนียภาพสามจุด
ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากเพราะให้การรับรู้ที่ใกล้เคียงกับความจริงพอสมควร...39
- 20 ลำดับชั้นในการสร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์.....51

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในการจัดการศึกษา สมรรถภาพสมองเป็นส่วนประกอบอันจำเป็นอย่างหนึ่งที่จะทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางได้ ฉะนั้นสมรรถภาพสมองจึงเป็นองค์ประกอบหลักในการจัดการศึกษา ซึ่งพฤติกรรมทางสมองนี้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้พยายามทำการศึกษาค้นคว้ากันมานานแล้ว และยังคงทำกันต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงลักษณะหน้าที่ของความสามารถทางสมองของมนุษย์ (พจน์ สะเพียรชัย 2512:1) และจากการศึกษาค้นพบว่าสมรรถภาพสมอง มีใช้ขึ้นอยู่กับพันธุกรรมเพียงอย่างเดียวอย่างที่เคยเข้าใจกัน หากแต่สิ่งแวดล้อมและการฝึกฝนก็มีผลต่อสมรรถภาพสมองเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกฝน (ชวาล แพร่ตกุล 2526:7) ดังนั้นการจัดประสบการณ์ให้บุคคลได้ฝึกฝนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ และเนื่องจากมนุษย์มีความแตกต่างกัน ทั้งทางด้านร่างกายและสมองจึงทำให้มีความสามารถไม่เท่าเทียมกัน (Baron and Bernard. 1958:68-79) ฉะนั้นถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องกับกำกับการจัดการศึกษาสามารถจะทราบถึง สมรรถภาพสมองของนักเรียนว่าเด่นหรือด้อยในด้านใด ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมาก เพราะจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการเรียนก็คือ ช่วยส่งเสริมนักเรียนแต่ละคนให้บรรลุถึงความสำเร็จขั้นสูงสุดเท่าที่ความสามารถของเขาจะพึงมี (Gronlund. 1976:316) ตามจุดมุ่งหมายดังกล่าวความสามารถของแต่ละบุคคลนั้นขึ้นอยู่กับความถนัดของเขา ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบความถนัด แบบทดสอบวัดความถนัดนี้มีบทบาทสำคัญมากในโรงเรียน เพราะแบบทดสอบประเภทนี้สามารถช่วยให้ข่าวสาร เกี่ยวกับความถนัดทางการเรียน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยชี้แนวทาง ของบุคคลในการที่จะเลือกเรียนวิชา หรือ อาชีพได้ตรงกับความถนัด และระดับความสามารถของตน (สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2518:19) นอกจากนี้แบบทดสอบวัดความถนัดยังสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ด้วย (สวัสดี ประทุมราช. 2517:21)

สำหรับองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองนั้น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบสมรรถภาพสมองของมนุษย์ของ เฮอร์สโตน (Thurstone) ได้ผลสรุปว่า สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองของมนุษย์ (Primary Mental Ability) ที่สำคัญมีอยู่ 7 ประการ

(Thurstone.1958:121). คือสมรรถภาพสมองด้านตัวเลข (Number หรือ N-Factor) สมรรถภาพสมองด้านภาษา (Verbal Comprehension หรือ V-Factor) สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล (Reasoning หรือ R-Factor) สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial หรือ S-Factor) สมรรถภาพสมองด้านความจำ (Memory หรือ M-Factor) สมรรถภาพสมองด้านการรับรู้ (Perceptual หรือ P-Factor) และสมรรถภาพสมองด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word fluency หรือ W-Factor) โดยที่สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถในการรับรู้ การมองภาพมิติที่คงที่หรือการรับรู้, การมองภาพความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต ทั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งและเปลี่ยนรูปทรงไปจากเดิม (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951:561-577; Anastasi.1961:345) ซึ่งความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความใกล้-ไกล สูง-ต่ำ และพื้นที่, ทรวดทรง ปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการ และมโนภาพ นึกเห็นภาพของส่วนประกอบเมื่อถูกแยกและเห็นเค้าโครงเมื่อนำขึ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน (ชวาล แพรัตกุล.2514:65)

อนึ่งในการวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์นั้น มีผู้กล่าวถึงรูปแบบ (Style) ของแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพด้านนี้ไว้แตกต่างกันหลายรูปแบบ และแบบทดสอบนับลูกบาศก์ก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ได้ (บุญชม ศรีสะอาด.2521:99-102; ทองหล่อ วิชาวิน. 2524:73-81; สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2524:45-52; ไพศาล หวังพานิช. 2526:135-141; สมศักดิ์ สันธุระเวช.2526:9-11; ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2527-: 79-87; เอนก เพียรอนุกุลบุตร. 2527 : 121-138; สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. 2530 : 200-213; Anastasi.1961:224-390; Frank S. Freeman. 1966:246-247 ; Cronbach. 1970:326-327; Ben-Chaim, Lappan and Houang. 1988:55-57) และยังเป็นที่ยอมรับให้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานวัดความสามารถและความถนัดของมนุษย์ ดังเช่นในแบบทดสอบ The Army General Classification Test (AGCT), the MacQuarrie Test ด้าน Mechanical Ability (Anastasi. 1961:224-390), the Chicago Non-Verbal Examination ของ R.W. Brown (Frank S. Freeman. 1966:246-247 ; Thorndike and Hagen.1969:306-309), The Mechanical Aptitude and

Spatial Relations Tests ของ เทอร์เนอร์ (Turner.1976:59-66) และ the MGMP Spatial Visualization Test ของ เบน-เชม, ลัฟแมน และ ฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang.1988:55-57) เป็นต้น

ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์คือ โจทย์จะกำหนดภาพลูกบาศก์ที่วางซ้อนทับกัน, เหลื่อมกัน และบังกันอยู่ แล้วให้นับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดว่ามีเท่าไร เป็นการให้พิจารณาความซับซ้อนของรูปหลายระนาบ (สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์.-2518 : 50 ; ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2525:308; บุญชม ศรีสะอาด.2526:54) ซึ่งจะต้องใช้การจินตนาการทั้งส่วนที่มองเห็นและมองไม่เห็น (ทองหล่อ วิชาวิน. 2523:79-80; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 86; ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 156-157; บุญยิ่ง ทองภักดี และสุทธิพงษ์ สุขะจิระ.มปป:48) และจากการพิจารณา ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ที่มีผู้สร้างไว้มิได้กำหนดลักษณะการจัดลูกบาศก์ในด้านที่มองไม่เห็น หรือเห็นเป็นบางส่วน (Thomas. 1954 : 115 ; Vernon. 1959:85 ; Turner. 1976:60; สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. 2518:50; ทองหล่อ วิชาวิน. 2523 : 79-80; ไผ่ศาล หวังพาณิชย์. 2523 : 213 ; บุญชม ศรีสะอาด. 2526:54; ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 156-157 ; สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. 2530:371) ทำให้คำตอบถูกอาจมีได้หลายคำตอบ โดยเฉพาะที่เป็นข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ชนิดเลือกตอบ ทั้งนี้เพราะผู้สอบจินตนาการภาพจำนวนลูกบาศก์จากด้านที่มองไม่เห็นหรือเห็นเป็นบางส่วนได้หลากหลาย ในกรณีเช่นนี้จึงเป็นที่น่าคำนึงว่าหากผู้สอบคนหนึ่งคนใดได้คะแนนผลการสอบต่ำ จะเป็นผลอันเนื่องมาจากสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่เขามีอยู่เท่านั้น หรือเป็นผลอันเนื่องมาจากลักษณะของภาพ ตัวเลือกและคำชี้แจง ของแบบทดสอบที่ใช้เป็นสิ่งเร้า

ด้วยเหตุที่งานการสร้างข้อสอบเป็นงานประเภทริเริ่มสร้างสรรค์ ที่ต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคบวกกับความชำนาญทางศิลป์ มาประกอบกันทั้งสองประการจึงจะสามารถผลิตข้อคำถามที่ดี ๓ มิติคุณภาพ ตามความปรารถนาได้สำเร็จ (ชาวล แพร์ตกุล.2520:3) และโดยปกติคนเรามีแนวโน้มที่จะรับรู้ภาพหรือวัตถุในลักษณะที่มีความคงที่ของรูปร่าง (Shape constancy) ของวัตถุ ความคงที่ของขนาด (Size constancy) ของวัตถุและความคงที่ของตำแหน่ง (Location constancy) ของวัตถุ (จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ 2515:125-127) อีกทั้งองค์ประกอบ

ของภาพที่จะส่งผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบได้แก่องค์ประกอบเกี่ยวกับ รูปร่าง, ขนาด และตำแหน่ง ซึ่งถ้าภาพในข้อคำถามมีความซับซ้อนนั้นหมายถึงว่า มีองค์ประกอบเหล่านี้รวมอยู่ด้วยหลายองค์ประกอบก็จะทำให้แบบทดสอบยากขึ้นเท่านั้น (Andreas. 1960:514-517; citing Brown and Archer. 1956; Campbell. 1961:899-913; Archer. 1965:454-460) และเนื่องจากว่า การเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมึสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยการขีดเขียนรูป หรือจินตนาการภาพขึ้น ถ้าสามารถมองเห็นรูปที่สัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น (Rannucci. 1964:19-23) เช่นเดียวกันกับที่ กลีเมนต์ (Clement. 1983:8-20) ชีจ (Shich. 1985:3633) ลินน์ และปีเตอร์เซน (Linn and Petersen. 1986:67-101) พบว่า ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงวิชาหนึ่งดังนั้นสมรรถภาพสมองด้านนี้จึงใช้ในการพยากรณ์ ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี (Brown and Johnson. 1965:3-4) และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่า แบบทดสอบนับลูกบาศก์เป็นแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ที่มีองค์ประกอบในด้านมิติสัมพันธ์สูง (Michael, Zimmerman and Guilford. 1951:187-213; Mac Farlane. 1964:50-60; citing Thurstone. 1958; French. 1965:9-28; บุญชม ศรีสะอาด. 2513:71)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ที่สร้างขึ้น 5 ฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยยึดลักษณะและจำนวนระนาบของรูปทรงลูกบาศก์เพื่ออธิบายลักษณะของลูกบาศก์ ในข้อคำถามแต่ละข้อให้ชัดเจนในคำชี้แจง และยึดหลักความคงที่ของการรับรู้เพื่อจัดภาพลูกบาศก์ในข้อคำถามให้ครอบคลุมกับธรรมชาติการรับรู้ของมนุษย์ อันจะช่วยให้แบบทดสอบมีคุณภาพดีขึ้นเพราะเนื่องจากคุณภาพของการวัดสิ่งใดก็ตามขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบหลายอย่างเช่น การเลือกใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง การดำเนินการวัดเป็นไปอย่างถูกต้องยุติธรรมเป็นต้น แต่สิ่งสำคัญที่สุดที่จะส่งผลต่อการวัดที่ได้ในแต่ละครั้งก็คือ คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดนั่นเองถ้าเครื่องมือคุณภาพไม่ดี ผลการวัดย่อมผิดพลาดคลาดเคลื่อนเป็นธรรมดา (ไพศาล หวังพานิช. 2523:54) ซึ่งนอกจากจะได้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ที่มีคุณภาพแล้ว ยังเป็นการพัฒนาแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ เพื่อนำไปฝึกฝนและแนะแนวทางในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้เหมาะสมกับเพศที่ต่างกันของนักเรียนในโอกาสต่อไปด้วย

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด
2. เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด
3. เพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่าแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด และทราบถึงความแตกต่างของ น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ จากข้อเท็จจริงของนักเรียนที่มีเพศต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดยโสธร จำนวน 9 โรงเรียน มีห้องเรียน 31 ห้อง และจำนวนนักเรียน 1,165 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดยโสธร จำนวน 6 โรงเรียน และจำนวนนักเรียน 400 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้คือ

3.1 ตัวแปรอิสระ หรือตัวพยากรณ์ ได้แก่

3.1.1 รูปแบบสถานการณ์ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ 5

แบบ คือ

3.1.1.1 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และด้าน
หลังคงที่

3.1.1.2 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้าน
ข้างขวาคงที่

3.1.1.3 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้า และด้านข้าง
ซ้ายคงที่

3.1.1.4 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวา และด้าน
หน้าคงที่

3.1.1.5 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่

3.1.2 เพศ ได้แก่ เพศชาย และเพศหญิง

3.2 ตัวแปรตาม หรือตัวเกณฑ์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนของแต่ละบุคคลที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จากสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังครอบคลุมไปถึงการมองภาพรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหวซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน ตลอดจนถึงการแยกภาพ ผสมภาพ และการจำแนก ว่า สิ่งใดอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า

3. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ที่เป็นภาพสามมิติเกิดจากการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันโดยให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการนับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง

4. ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่มีลักษณะแบนและเรียบ ประกอบด้วยมิตีสองมิติ คือ ความกว้างและความยาว

5. รูปทรง หมายถึง ภาพสามมิติ ซึ่งได้แก่ ความกว้าง ความยาวและความสูง อันเกิดจากมีระนาบบิดล้อม ทำให้เกิดปริมาตรขึ้น

6. รูปแบบของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกที่มีรูปแบบสถานการณ์ของแบบทดสอบต่างกัน 5 แบบ คือ

6.1 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ หมายถึง รูปแบบของข้อคำถามที่เกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ระนาบด้านข้างซ้ายและระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน, ด้านหน้า และด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

6.2 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่ หมายถึง รูปแบบของข้อคำถามที่เกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านหลัง และระนาบด้านข้างขวามีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน, ด้านหน้า และด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

6.3 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ หมายถึง รูปแบบของข้อคำถามที่เกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ระนาบด้านหน้าและระนาบด้านข้างซ้าย มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน, ด้านหลังและด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบ ขึ้นไป

6.4 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวา และด้านหน้าคงที่ หมายถึง รูปแบบของข้อคำถามที่เกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านข้างขวาและระนาบด้านหน้ามีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน, ด้านหลัง และด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

6.5 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ หมายถึง รูปแบบของข้อคำถามที่เกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ระนาบด้านบน ระนาบด้านข้างขวา ระนาบด้านข้างซ้าย ระนาบด้านหน้า และระนาบด้านหลัง มีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

7. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพในด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง ดังนี้

7.1 ความยากของแบบทดสอบ (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบคำถามแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ข้อนั้นถูกต้อง ความยากดังกล่าวเป็นค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ซึ่งหาค่าความยากมาตรฐานรายข้อได้โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางหาค่าความยากมาตรฐานรายข้อ จากตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

7.2 อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ที่สามารถแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสมรรถภาพด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์สูงและกลุ่มที่มีสมรรถภาพด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ต่ำ คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ แล้วใช้ค่าอำนาจจำแนกจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (Chung-Teh Fan)

7.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ที่สามารถวัดสมรรถภาพด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณได้จากสูตรของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20 (Kuder Richardson: KR - 20)

7.4 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยหาความเที่ยงตรง 2 ชนิด คือ

7.4.1 ความเที่ยงตรงเชิงหน้า (Face Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ได้ตรงตามนิยามในแต่ละแบบ ซึ่งหาได้โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อสอบ

7.4.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดโครงสร้างของความถนัดด้านมิตีสัมพันธ์

แบบนับลูกบาศก์ได้ถูกต้องตามความมุ่งหมาย แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

7.4.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) หมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่ได้จากการพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นสูง

7.4.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) หมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่หาได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละฉบับกับคะแนนรวมของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง

8. ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta-Weight) ของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ หมายถึง ค่าที่บอกให้ทราบว่า น้ำหนักของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบวัดในสิ่งที่ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มากน้อยเพียงใดในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน

9. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิปริญญาโททางการวัดผลการศึกษากำหนด 5 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงตามนิยามของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความหมายของความถนัด
2. ทฤษฎีสมรรถภาพสมอง และความถนัด
3. นิยามสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์
4. รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์
5. ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์
6. การรับรู้ทางสายตา
7. การประกอบกันของรูปทรงในทางที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน
8. การเขียนภาพแสดง
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบเน้นลูกบาศก์

ความหมายของความถนัด

นักจิตวิทยา และ นักวัดผลการศึกษา ได้ให้ความหมายของความถนัด (aptitude) แตกต่างกันไปหลายแนวความคิด ดังเช่น

วอร์เรน (Warren . 1934 : 18) ได้กล่าวว่า ความถนัดคือสภาวะหรือมวลลักษณะ ซึ่งแสดงความสามารถของแต่ละบุคคลในการเรียนรู้ อันก่อให้เกิดความรู้ ทักษะ หรือการตอบสนองในเรื่องหนึ่งเรื่องใดโดยเฉพาะ

เรมเมอร์และเกจ (Remmer and Gage . 1955 : 370) ได้กล่าวว่า ความถนัด คือ ลักษณะปัจจุบันของบุคคล ซึ่งได้รับการพิจารณาว่าเป็นตัวพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ในอนาคตของบุคคลได้

อัลเฟรด (Alfred 1957 : 292) ได้กล่าวว่า ความถนัดหมายถึง แนวโน้มของบุคคลที่จะมีศักยภาพในการเรียนรู้บางอย่าง

ฟรีแมน (Freeman . 1966 : 431) ได้กล่าวว่า ความถนัดเป็นผลรวมของคุณลักษณะต่าง ๆ ของบุคคลที่แสดงว่า บุคคลนั้นมีสมรรถภาพสมารถที่จะเรียน รวมทั้งการฝึกอบรมเพื่อให้มีความรู้เฉพาะอย่าง เช่น ความสามารถในการพูด ความสมารถที่จะเป็นนักดนตรี หรือความสมารถที่จะทำงานทางเครื่องจักรกลได้

อาห์มานน์ และกล็อค (Ahmann and Glock . 1968 : 16) ได้กล่าวว่า ความถนัดคือ สมรรถวิสัยของบุคคลที่จะเรียนรู้ ดังนั้นเครื่องมือในการประเมินความถนัด จึงสร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ที่จะเกิดขึ้น ถ้าหากคนนั้นได้รับการฝึกฝนที่เหมาะสม

ธอร์นไดค์และฮาเกน (Thorndike and Hagen . 1969 : 644) ได้กล่าวว่า ความถนัดคือ ความพร้อมที่จะเรียนรู้ ซึ่งความพร้อมนี้ ไม่ทราบว่ามีสัดส่วนที่แท้จริงอยู่เท่าไร แต่ความพร้อมที่จะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม ประสบการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมทางกาย และการเรียนรู้ในอดีต

ชวาล แพร์ตกุล (ชวาล แพร์ตกุล 2517 : 50) ได้กล่าวว่า ความถนัด คือ สมรรถวิสัย (Capacity) และทิศทางแห่งความมอองงามของสมอง หรืออาจกล่าวให้ง่ายขึ้นก็หมายถึงขีดระดับความสามารถของบุคคลที่เขาอาจมีอาจได้ต่อการเรียนรู้ และการฝึกฝนในวิทยาการต่างๆ และทักษะทั้งปวง ถ้าหากเขาได้รับประสบการณ์ และการสอน ฝึกที่เหมาะสม

จากความหมายของความถนัดที่ยกมาดังกล่าว สรุปได้ว่า ความถนัด คือ คุณลักษณะของบุคคลอันเกิดจากการฝึกฝน การเรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ทั้งปวง ซึ่งจะส่งผลให้บุคคลนั้นสามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี และสามารถนำไปเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในด้านนั้น ๆ ของบุคคลในอนาคตได้

ทฤษฎีสมรรถภาพสมองและความถนัด

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับสมรรถภาพสมองและความถนัดมีหลายทฤษฎี แต่ที่สำคัญและพอจะจัดระบบได้มีดังนี้

1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-Factor Theory หรือ Global Theory) เป็นแนวคิดของบิเนตและซิมอน (Binet and Simon. 1950) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญา เป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยคล้ายกับเป็นความสามารถ

ทั่วไป (General Ability) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 42)

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) เป็นแนวคิดของนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman, 1927) ซึ่งเขาได้วิเคราะห์คุณลักษณะโดยใช้กระบวนการทางสถิติ พบว่า กิจกรรมทางสมองทั้งหลาย ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบดังนี้

2.1 องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า G-Factor

2.2 องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า S - Factor (ทองหล่อ วิจารณ์ 2524 : 20)

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory) เป็นแนวคิดของเธอร์สตัน (L.L. Thurstone) เขาได้เสนอทฤษฎีเมื่อ ค.ศ. 1933 โดยได้วิจัยโครงสร้างของสมองอย่างกว้างขวาง และได้ใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) และได้พบว่าความสามารถทางสมองได้แยกออกเป็นส่วนย่อย ๆ หลายกลุ่ม และแต่ละกลุ่มทำหน้าที่เป็นอย่างไร ๆ ไปโดยเฉพาะ หรืออาจจะทำงานร่วมกันบ้างก็ได้ และพบว่าความสามารถทั่วไป (G - Factor) ของสเปียร์แมน แท้จริงแล้วเป็นเพียงความสามารถทางภาษาเท่านั้น ส่วนองค์ประกอบย่อยนี้ เธอร์สตันให้ชื่อว่า ความสามารถปฐมภูมิของสมอง (Primary Mental Abilities) ซึ่งประกอบด้วยความสามารถของมนุษย์ที่เห็นได้ชัดและสำคัญ 7 ประการดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 45)

3.1 องค์ประกอบทางภาษา (Verbal Factor) ใช้ย่อว่า V องค์ประกอบส่วนนี้ของสมองจะส่งผลให้รู้ถึง ความสามารถด้านความเข้าใจภาษาการสื่อสารทั่วไป ผู้ที่มีองค์ประกอบด้านนี้สูงจะมีความสามารถในการเข้าใจคำศัพท์ ข้อความ บทกวี เรื่องราวต่าง ๆ ที่อ่าน ความมีเหตุผลทางภาษา และการเลือกใช้ภาษาอย่างเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด 2521 : 63) ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาภาษาไทย สังคมศึกษา และอาชีพที่เกี่ยวข้อง เช่น ครู ทนายความ นักประพันธ์ นักวิจารณ์ นักหนังสือพิมพ์ และถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างมากในสังคมมนุษย์ เพราะต้องใช้ในการสื่อสารอยู่ตลอดเวลา (ไพศาล หวังพานิช 2526 : 120)

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency Factor) ใช้ย่อว่า W เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัดความสามารถด้านนี้จะส่งผล

ผลให้มีความสามารถในการเจรจา (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2525 : 46) นอกจากนี้ยังส่งผลต่อบุคคลที่ต้องใช้ทักษะในการพูด การเขียน เช่น การโฆษณา นายหน้า นักธุรกิจ และนักเขียนเป็นต้น (ไพศาล หวังพานิช 2526 : 120)

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number Factor) ใช้ย่อว่า N เป็นความสามารถเกี่ยวกับการเห็นความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวนและปริมาณ ความเข้าใจความหมายของจำนวนและกลวิธีในการคิดคำนวณ ความสามารถในด้านนี้มีความจำเป็นสำหรับอาชีพที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข เช่น นักคำนวณ นักสถิติ สมุหบัญชี การพาณิชย์ และนักเศรษฐศาสตร์เป็นต้น (ไพศาล หวังพานิช 2526 : 120)

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space Factor) ใช้ย่อว่า S เป็นความสามารถที่ส่งผลให้คนเข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่ หรือทรวดทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อย และส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อนำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิต เมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2527 : 30) ความสามารถด้านนี้จะส่งผลในวิชาเรขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝึกมือ และในชีวิตจริงความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้เป็น นักออกแบบ เขียนแปลน นักวางผังเมือง วิศวกร เป็นต้น (ชาวล แพริตกุล 2517 : 65)

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory Factor) ใช้ย่อว่า M เป็นความสามารถด้านความทรงจำเรื่องราว และมีสติระลึกรู้จนสามารถถ่ายทอดได้ ความจำในที่นี้อาจจะเป็นความจำแบบนกแก้ว หรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ก็ได้ ซึ่งถือว่าเป็นความจำในองค์ประกอบนี้ทั้งนั้น (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 46)

3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา หรือ ด้านสังเกตรับรู้ (Perceptual Speed Factor) ใช้ย่อว่า P เป็นความสามารถในการเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้มาก ถูกต้อง และรวดเร็ว อาจจะเป็นในรูปของการพิจารณา ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ ก็ได้ เด็กที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูง จะสามารถคัดลายมือ และทำงานที่ละเอียดประณีตได้เป็นอย่างดี เป็นผู้มีสายตาแหลมคม และมีประสาทไวต่อสิ่งเร้าได้อย่างฉับพลัน วิชาชีพที่เหมาะสมกับสมรรถภาพของสมองชนิดนี้ก็ได้แก่งานตรวจคุณภาพต่าง ๆ การใช้กล้องจุลทรรศน์ ช่างเขียน

ช่างถ่ายรูป นักพิมพ์ดีด ช่างแกะนาฬิกา ช่างแก้เครื่องที่มีขนาดเล็ก และต้องการความประณีตมาก ๆ (ชาวล แพร์ตกุล 2517 : 65)

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning Factor) ใ้ช้ย่อว่า R ซึ่งบางทีก็ใช้ Induction หรือ General Reasoning องค์ประกอบนี้แสดงถึงความสามารถด้าน วิจารณ์หาเหตุผล ค้นหาหาความสำคัญ ความสัมพันธ์และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือ ทฤษฎี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525 : 47)

ต่อมากิลงฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี หลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน (L.L. Thurstone) โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของ แบบทดสอบวัดสติปัญญา ที่มีอยู่ในสมัยนั้น แล้วเสนอโครงสร้างของสมอง (Structure of Intellect Theory) โดยอธิบายโครงสร้าง ในลักษณะของความสามารถทางสมองของมนุษย์ เป็นแบบจำลองในลักษณะสามมิติ (Three - Dimentional Model) ซึ่งประกอบด้วย

มิติแรก คือ เนื้อหา (Contents) ซึ่งสามารถแยกข้อมูลเป็นสี่พวก

มิติที่สอง คือ วิธีการคิด (Operation) ซึ่งสามารถแยกวิธีการคิดออกเป็นห้าพวก

และมิติที่สาม คือ ผลของการคิด (Products) ซึ่งสามารถแยกผลผลิตของการคิด ได้เป็นหกพวก

แบบจำลองสามมิติของสมรรถภาพสมองประกอบด้วย 120 ก้อน ซึ่งแต่ละก้อนจะประกอบด้วยสามมิติ คือ เนื้อหา วิธีการคิด และผลผลิตของการคิด (ทองหล่อ วิชาวิน 2524 : 26 -29)

4. ทฤษฎีลำดับชั้น (Hierarchical Theory) ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยา ชาว อังกฤษ คือ เบิร์ท (Burt) และ เวอร์นอน (Vernon) และชาวอเมริกา คือ ฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะเวอร์นอนได้เสนอโครงสร้างทางสมอง ตามทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ของสเปียร์แมน ในส่วนขององค์ประกอบทั่วไป (General factor: G-factor) ว่าแบ่งออก เป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal - education (V : ed) และ Practical - mechanical (K:m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้ง 2 รวมเรียกว่า Major group factors และองค์ประกอบใหญ่ทั้ง 2 นี้ ยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ดังนี้ คือ Verbal-education แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านภาษา (Verbal) ด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ ส่วน Practical- mechanical แบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยด้าน

ความรู้เชิงจักรกล (Mechanical-information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการประสานงานของกล้ามเนื้อ (Psychomotor abilities) และอื่น ๆ องค์ประกอบย่อยดังกล่าว รวมเรียกว่า Minor group factors และ องค์ประกอบย่อยแต่ละองค์ประกอบ ยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อีก ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับต่ำสุด เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) (Anastasi. 1982 : 370 - 371)

จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถเฉพาะอย่างตามทฤษฎีสององค์ประกอบของ สเปียร์แมน และทฤษฎีลำดับขั้นของ เวอร์นอน เป็นส่วนหนึ่งของความสามารถปฐมภูมิของสมอง ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เรอร์สโตนและเป็นจุลภาคหนึ่ง (Micro-model) ตามทฤษฎีของกิลฟอร์ด แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์ตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของ เรอร์สโตน

นิยามสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์

ชวาล แพร์ตกุล (2514 : 65) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์นี้ จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความใกล้-ไกล สูง-ต่ำ และพื้นที่ ทรวดทรง ปริมาตร เป็นต้น เป็นความสามารถของสมองที่ช่วยให้เกิดจินตนาการ และ มโนภาพ นึกเห็นภาพของส่วนประกอบเมื่อถูกแยก และเห็นเค้าโครงเมื่อนำขึ้นส่วนต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกัน

วิทยา วิชาลาภรณ์ (2522 : 46) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการมองเห็น หรือมีมโนภาพ เกี่ยวกับรูปในมิติต่าง ๆ ทั้งชนิดที่เป็นรูปที่มีความหมายและไม่มี ความหมาย ผู้ตอบจะต้องมีมโนภาพได้ว่า รูปทรงจะเปลี่ยนไปเป็นอย่างไรเมื่อรูปที่กำหนดหมุนไป หรือแปลงสภาพไป นอกไปจากนั้นผู้ตอบจะต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปทรงต่าง ๆ

ทองหล่อ วิภาวีน (2523 : 73) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการสร้างมโนภาพ ทำให้เกิดจินตนาการเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ เมื่อแยกสิ่งเหล่านั้นออกจากกัน และเห็นเค้าโครงเมื่อนำสิ่งเหล่านั้น มาประกอบเข้าด้วยกัน ฉะนั้นสมรรถภาพด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์ เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความสูงต่ำ ใกล้-ไกล พื้นที่ ปริมาตร ซึ่งมีคุณค่ามากทางวิชาเรขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝีมือ ผู้ที่มีสมรรถภาพด้านนี้

สูงเหมาะที่จะมีอาชีพเป็นสถาปนิก วิศวกร นักวางผังเมือง นักออกแบบ เขียนแบบ นักขับรถ และงานตกแต่งต่าง ๆ

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 206) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์ และความเข้าใจเกี่ยวกับ ขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรงของสิ่งต่าง ๆ ดังนั้นในการวัดจะถามความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรงหรือลักษณะของภาพต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์ การคาดคะเน ระยะทางและปริมาณต่าง ๆ การหาทิศทางเป็นต้น ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ จะเป็นความสามารถพื้นฐานของบุคคลที่จะส่งผลให้บุคคลเกิดจินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผนผัง สถาปัตยกรรม และวิศวกรรม

เชิดศักดิ์ โสวาสินธุ์ (2525 : 130) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์ เกี่ยวกับ ขนาด ทิศทาง และทรวดทรงของสิ่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในสถานการณ์ที่กำหนด โดยสามารถสร้างจินตนาการเกี่ยวกับความแตกต่างความเหมือนของสิ่งที่กำหนดให้กับสถานการณ์นั้นได้ โดยสามารถจำแนกความแตกต่าง หรือความเหมือนนั้นได้

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525 : 303) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองความสัมพันธ์ และความเข้าใจเกี่ยวกับขนาด และมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ระยะทาง ทิศทาง ทรวดทรงของสิ่งต่าง ๆ ดังนั้นในการวัดจะถามความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ ในด้านการมองทรวดทรง หรือลักษณะของภาพต่าง ๆ การหาความสัมพันธ์การคาดคะเนระยะทางและปริมาตรต่าง ๆ การหาทิศทางเป็นต้น ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์จะเป็น ความสามารถพื้นฐานของบุคคล ที่จะส่งผลให้บุคคลเกิดจินตนาการ และมโนภาพต่าง ๆ อันเป็นลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การวางแผนผัง สถาปัตยกรรม และวิศวกรรม

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 79) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการจินตนาการถึงขนาดและมิติต่าง ๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างและลักษณะแตกต่างกันทั้งอยู่ในระนาบเดียวกันและหลายระนาบ ความสามารถด้านนี้ยังคลุมไปถึงการมองรูปทรงต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวซ้อนทับกัน หรือซ้อนอยู่ภายใน

ตลอดจนถึงถึงการแยกภาพ ผสมภาพก็เป็นส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ความสามารถในการจำแนกสิ่ง โดยอยู่สูงกว่าหรือต่ำกว่า อยู่ใกล้อยู่ไกลได้ ก็เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เช่นกัน

เธอร์สโตน (ประเสริฐ ทิศกลาง. 2532 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Thurstone. 1958) กล่าวว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นสมรรถภาพสมองด้านการรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพนั้นไปจากเดิม ซึ่งอาจใช้องค์ประกอบทางด้านจินตนาการร่วมด้วย *James Michael*.

สรุปได้ว่า สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการมองเห็น การเข้าใจ การสร้างความสัมพันธ์ การจำแนกแยกแยะ การจินตนาการ และการคาดคะเนเกี่ยวกับมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ขนาด รูปร่าง รูปทรง ความสูงต่ำ ใกล้-ไกล พื้นที่ ปริมาตร และจำนวน ทั้งที่เป็นมิติที่อยู่นิ่ง และมิติที่เคลื่อนไหว

รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่นักวัดผลและนักจิตวิทยาจัดไว้เป็นรูปแบบ (Style) ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ รูปแบบหนึ่งตามแนวทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สโตน โดยเรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น แบบนับลูกบาศก์ แบบนับบล็อก แบบนับรูปลูกบาศก์ และอื่น ๆ ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2521 : 99-102) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 9 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบต่อภาพ แบบนับรูปลูกบาศก์ แบบหาด้านตรงข้าม แบบซ้อนภาพ แบบประกอบภาพ แบบตัดกระดาษ แบบทดสอบหมุนภาพ และแบบแยกภาพ

ทองหล่อ วิภาวีน (2524 : 73-81) แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบซ้อนภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบพับรูป และแบบทดสอบตัดกระดาษ

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และ สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2524 : 45-52) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์มีอยู่หลายรูปแบบ แต่ที่นิยมใช้กันมากมี 6 รูปแบบ คือ

แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนรูป แบบซ่อนภาพ แบบแยกภาพ แบบนับบล็อก และแบบ Completing Square.

ไพศาล หวังพาณิชย์ (2526 : 135-141) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 10 รูปแบบ คือ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนภาพซึ่งแยกออกเป็น 2 แบบ คือแบบที่ 1 ภาพเดียว-แบบที่ 2 ภาพคงที่ แบบหมุนภาพซึ่งแยกเป็น 2 แบบ คือ แบบที่ 1 หภาพที่หมุน - แบบที่ 2 หภาพที่ผิด แบบตัดภาพหรือแบบแยกภาพ แบบต่อภาพ หรือแบบประกอบภาพ แบบเติมภาพหรือเติมสี่เหลี่ยม (Completing Square) แบบลบภาพ แบบคลี่ภาพ แบบพับกล่อง และแบบนับลูกบาศก์

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2526 : 9-11) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็น 8 รูปแบบ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นระนาบ แบบซ่อนภาพ แบบซ่อนรูป แบบยุบรวมภาพ แบบปริมาตร แบบนับบล็อก แบบประกอบภาพให้เป็นจัตุรัส และแบบสะกดรอย

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 79-87) ได้กล่าวถึงรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 10 รูปแบบ คือ แบบทดสอบซ่อนภาพซึ่งแยกเป็นแบบซ่อนเดียวกับแบบซ่อนตัวคงที่ แบบทดสอบซ่อนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบหมุนภาพ แบบทดสอบประกอบภาพสามมิติ แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามลูกบาศก์ แบบทดสอบภาพตัดกระดาศ แบบทดสอบการนับลูกบาศก์ แบบทดสอบประกอบส่วนย่อย

เอนก เพียรอนุกุลบุตร (2527 : 121-138) กล่าวถึง รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ว่ามีรูปแบบที่สำคัญ ๆ คือ แบบหมุนภาพบนพื้นราบ (Figure Rotation) แบบซ่อนภาพ (Hidden Figure) แบบซ่อนภาพ (Pattern Synthesis) แบบแยกภาพ (Figure Dividing) แบบพับกระดาษ (Paper Folding) แบบวาดกลับกัน (Reverse Drawing) แบบเงื่อนไข (Conditions) แบบภาคตัดขวางวัตถุ (Cross Section of Solid) แบบเติมจัตุรัส (Square Completion) แบบจับคู่ชิ้นส่วนกับภาพ (Matching Parts and Figures) แบบสร้างผิวหน้า (Surface Development) แบบนับบล็อก (Block Development) แบบสร้างสมการ (Form Equation) แบบเติมกระสวน (Pattern Completion) แบบลอกภาพ (Copying) แบบมองวัตถุจากด้านบน (Projection of Solid)

แบบรู้มุมวัตถุ (Angle Recognition) แบบการรวมองค์ประกอบ (Assembly) แบบรอยวัตถุ (Trace Recognition) และแบบตัดต่อจตุรัส

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 200-213) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ไว้ 8 รูปแบบ คือ แบบซ้อนภาพ แบบซ้อนภาพ หมุนภาพ แบบทดสอบแยกภาพ แบบทดสอบประกอบภาพ นับลูกบาศก์ แบบทดสอบตัดกระดาษ และแบบทดสอบพับกล่อง

แบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบ Army Alpha ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ ได้แก่แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถด้านภาษา (Vocabulary) ด้านเหตุผล (Arithmetic reasoning) และด้านมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ (Block-counting) แบบทดสอบ The MacQuarrie Test ด้าน Mechanical Ability ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย คือ Dotting , Copying Blocks และ Pursuit (Anastasi 1961 : 224-390)

แบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination เป็นแบบทดสอบที่รู้จักกันแพร่หลายและนิยมใช้กันในปี ค.ศ. 1936 ถึง ค.ศ. 1947 ใช้กับกลุ่มเด็กอายุ 6 ปี จนถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ ในจำนวนนี้มีแบบทดสอบย่อยที่วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ คือ แบบทดสอบย่อยนับลูกบาศก์ (Three - dimensional visualization) และแบบทดสอบย่อยประกอบภาพเป็นรูปทรงเรขาคณิต (Paper Formboard) (Frank S. Freeman. 1966 : 246-247 ; Thorndike and Hagen. 1969 : 307)

แบบทดสอบ Primary Mental Ability ของเรอร์สโตน วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบหมุนภาพสองมิติบนพื้นราบ แบบทดสอบสามมิติแบบเล็งทิศทาง แบบตัดกระดาษและแบบนับรูปลูกบาศก์ (Cronbach. 1970 : 326-327)

เบน-เชม ลัพเพน และฮวง (Ben-Chaim, Lappan and Houang. 1988 : 55-57) ได้แบ่งรูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบรูประนาบ 2 มิติ (Two Dimention Flat View) แบบรูปทรง 3 มิติ (Three Dimensional Corner View) และแบบรูปแปลน (Map Plan) ซึ่งทั้ง 3 รูปแบบ สามารถแยกย่อยออกได้อีก 10 ชนิด คือ แบบทดสอบบ่งชี้ภาพเมื่อกำหนดด้านสามด้านให้ แบบทดสอบหาตำแหน่งจากรูปแปลน

แบบทดสอบมองรูปทรง 3 มิติ จากแผ่น แบบทดสอบหาด้านต่าง ๆ จากรูปทรง 3 มิติ แบบทดสอบนับลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปแปลง แบบทดสอบหาด้านตรงข้ามจากลูกบาศก์ แบบทดสอบหารูปทรงเมื่อมองขี้อลูกบาศก์ที่ถูกดึงออก แบบทดสอบรวมองค์ประกอบ และแบบทดสอบจำแนกรูปบล็อก

ลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

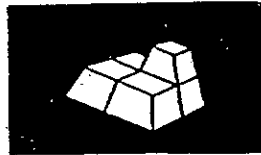
ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น Three-dimensional visualization (Frank S. Freeman, 1966 : 246) Block counting (Vernon, 1959 : 85 ; Turner, 1976 : 60) Counting cubes (Thomas, 1954 : 115) Blocks (Anastasi, 1961 : 390) หรือ Manipulation of areas (Gilbert Sax, 1974 : 324) เป็นต้น

ส่วนรูปแบบและลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ได้มีผู้เสนอไว้ดังนี้

แบบทดสอบ The Chicago Nonverbal Examination (1936-1947) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับคือ

1. Digit - symbol : การจัดลำดับของตัวเลข
2. Perception of similarities and differences of objects : การรับรู้ภาพที่เหมือนและแตกต่าง
3. Three - dimensional visualization : นับลูกบาศก์
4. Paper - Formboard : ประกอบภาพเป็นรูปทรงเรขาคณิต
5. Visual Perception of detail : การรับรู้รายละเอียดของภาพ
6. Picture arrangement : เรียงลำดับส่วนของภาพที่ประกอบกันแล้วจะได้ภาพสมบูรณ์
7. Logical Sequence : เรียงลำดับภาพให้ได้ความตามเหตุการณ์
8. Picture Absurdities : สังเกตส่วนที่ผิดหรือส่วนเกินของภาพ
9. Picture matching : จับคู่ภาพที่สัมพันธ์กับภาพแรก
10. Digit - Symbol : การจัดลำดับตัวเลขที่สมบูรณ์และครบคลุมกว่าฉบับแรก

ตัวอย่างแบบทดสอบย่อย Three-dimensional visualization ซึ่งใช้แบบทดสอบ
นับบล็อก (Block Counting) มีลักษณะดังนี้



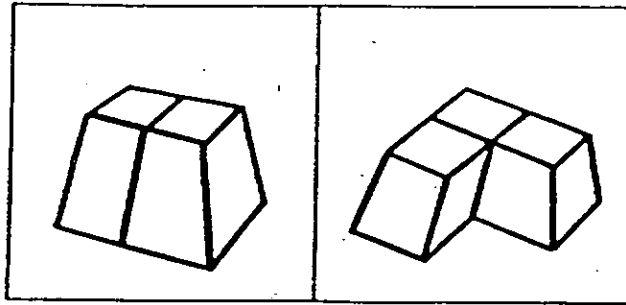
Block Counting



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ของแบบทดสอบ The Chicago
Nonverbal Examination (Frank S. Freeman. 1966 : 247)

จะเห็นว่า ลักษณะของแบบทดสอบนับบล็อก (Block Counting) เป็นภาพแบบไอโซ
เมตริก (Isometric) ซึ่งขนาดของก้อนลูกบาศก์จะไม่เท่ากัน การจัดรูปทรง จะให้ระนาบด้าน
หลังขวา และระนาบด้านหน้าขวามีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ระนาบด้านบน
ระนาบด้านหลังซ้าย และระนาบด้านหน้าซ้ายจะมีด้านละ 2 ระนาบ

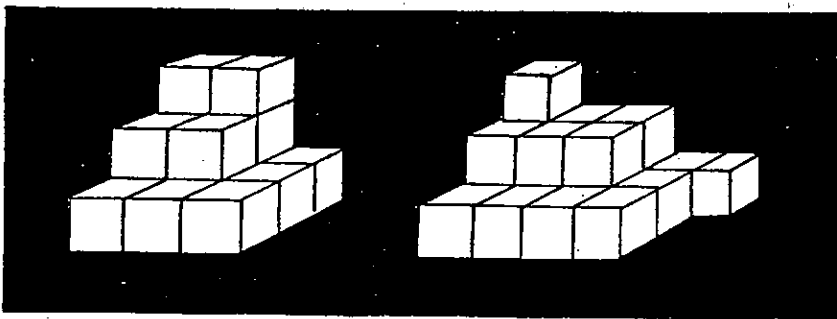
ธอร์นไดค์ และ ฮาเกน (Thorndike and Hagen. 1969 : 306-309) ได้กล่าว
ถึงแบบทดสอบ The Chicago Non-verbal Examination ของ Brown, W. Roberta
(1940) ว่าเป็นแบบทดสอบมาตรฐานประเภท Non-language and Performance tests
ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ คือ Digit-Symbol, Multimental, Block-
Counting, Paper Form Board, Form Perception, Picture Arrangement, Story
Sequence, Absurdities, Part-Whole และ Digit-Symbol ในส่วนของแบบทดสอบ
ย่อยนับลูกบาศก์ (Block-Counting) โจทย์จะให้ับลูกบาศก์ทั้งหมด ที่รวมกันอยู่ในแต่ละกอง
ลักษณะของข้อสอบนับลูกบาศก์ จะเป็นดังภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ The Chicago Non-Verbal Examination. (Thorndike and Hagen. 1969 : 307)

จะเห็นว่า ลักษณะการจัดลูกบาศก์จะเป็นภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) ภาพแรกจะจัดลูกบาศก์แบบสมมาตร ภาพที่สองจะจัดลูกบาศก์ให้มีหลายระนาบ

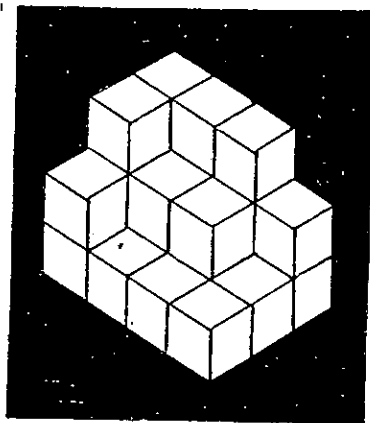
โทมัส (Thomas. 1954 : 115) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบนับลูกบาศก์ (Counting cubes) ไว้ว่าแบบทดสอบนับลูกบาศก์ (Counting cubes) โจทย์จะกำหนดภาพของลูกบาศก์ที่กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนเขียนจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดของแต่ละภาพนั้น ดังตัวอย่าง



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของโทมัส (Thomas . 1954:115)

จากตัวอย่างแบบทดสอบนี้จะเห็นว่า ลักษณะของแบบทดสอบนับลูกบาศก์จะเป็นภาพแบบเออบลิค(Oblique) ซึ่งจะกำหนดให้มีระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังมีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือระนาบด้านบน, ระนาบด้านหน้า และระนาบด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

เวอร์นอน (Vernon. 1959 : 85) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบแบบนับบล็อก (Block-counting) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ในแบบทดสอบ Army Beta, แบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) และชุดแบบทดสอบอื่น ๆ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบ จะให้นับจำนวนบล็อกที่กองอยู่ทั้งหมดรวมทั้ง จำนวนบล็อกที่มองไม่เห็นหรือ ให้นับจำนวนบล็อกในกองที่สัมผัสกับบล็อกอื่น ๆ อย่างน้อย 5 ระนาบ

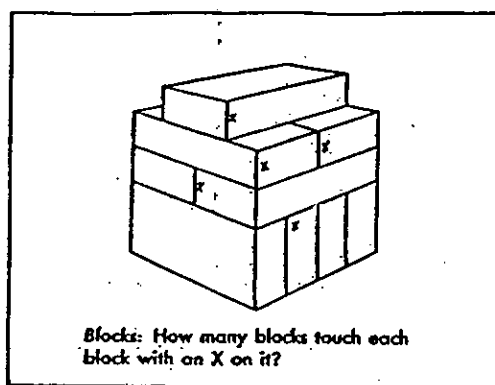


ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของเวอร์นอน (Vernon. 1959:85)

จากลักษณะของแบบทดสอบนับลูกบาศก์ที่เวอร์นอน (Vernon) ได้เสนอไว้ จะเห็นว่า ลูกบาศก์วางซ้อนกันเป็นภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) ซึ่งระนาบด้านหลังมีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านหน้า และด้านบนมีด้านละหลายระนาบ

แบบทดสอบ The MacQuarrie Test ด้าน Mechanical Ability เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบ California Test Bureau ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 4 แบบคือ Dotting, Copying, Blocks และ Pursuit ในส่วนของแบบทดสอบย่อย Blocks

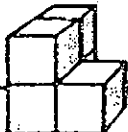
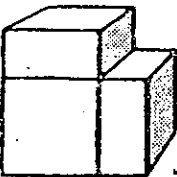
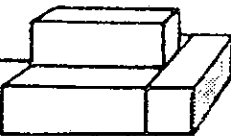
ข้อสอบจะกำหนด Blocks วางซ้อนทับกันแล้วให้ผู้สอบตอบ โดยนับจำนวน Blocks ที่สัมผัสกับ Blocks ที่มีเครื่องหมาย X ว่ามีจำนวนเท่าไร ดังตัวอย่าง



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ของแบบทดสอบ The MacQuarrie Test (Anastasi . 1961 : 390)

จากตัวอย่างแบบทดสอบ Blocks ของแบบทดสอบ The MacQuarrie Test จะเห็นว่าลักษณะการจัด Blocks จะจัดเป็นภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) ซึ่งกำหนดให้ระนาบด้านซ้าย และด้านตรงข้ามมีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านบนและด้านที่เหลือจะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

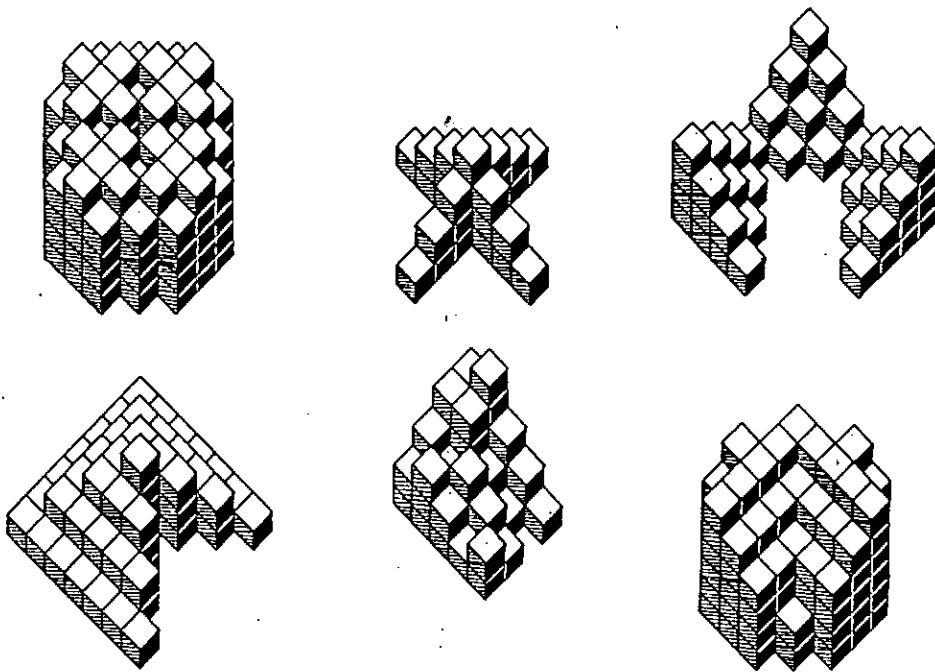
แบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจาก แบบทดสอบ Army Alpha ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับคือ ฉบับที่ 1 วัดความสามารถทางด้านภาษา (Vocabulary) ฉบับที่ 2 วัดความสามารถด้านเหตุผล (Arithmetic reasoning) และฉบับที่ 3 วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งใช้แบบทดสอบนับลูกบาศก์ (Block-counting) โดยโจทย์จะกำหนด ภาพลูกบาศก์มาให้แล้วให้ผู้สอบตอบโดยนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดว่ามีอยู่เท่าไร ดังตัวอย่าง

1		How many blocks?	2 4 3 1
2		How many blocks?	3 2 5 4
3		How many blocks?	2 5 4 3
4		How many blocks?	5 4 3 6
5		How many blocks?	3 5 2 4
6		How many blocks?	3 4 6 5

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ AGCT แบบทดสอบ
Army General Classification Test (Anastasi. 1961:225)

จะเห็นว่าแบบทดสอบนับลูกบาศก์ของแบบทดสอบ Army General Classification Test (AGCT) เป็นภาพแบบเอียง (Oblique) ซึ่งมีการจัดลูกบาศก์ต่างกันคือ เป็นแบบสมบูรณ์ (ภาพ1) ด้านบน ด้านหน้า และด้านขวา มีหลายระนาบ (ภาพ2) ด้านบน ด้านหลัง และด้านข้างขวา มีหลายระนาบ (ภาพ3) ด้านบนและด้านข้างขวา มีหลายระนาบ (ภาพ4) ด้านบน ด้านหน้า และด้านหลัง มีหลายระนาบ (ภาพ5) ด้านบน ด้านหน้า ด้านหลัง และด้านข้างขวา มีหลายระนาบ (ภาพ6)

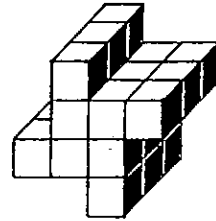
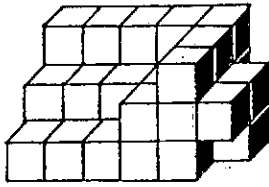
แบบทดสอบนับบล็อก (Block Counting) ของเทอร์เนอร์ (Turner, 1976:60) จัดไว้ในแบบทดสอบ Mechanical Aptitude and Spatial Relations Tests. ลักษณะเป็นภาพแบบ ไอโซเมตริก (Isometric) ซึ่งมีความซับซ้อนของรูปหลายระนาบ ดังภาพข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของเทอร์เนอร์ (Turner 1976:60)

สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2518:50) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบแบบ
 แบบบล็อกเป็นการให้พิจารณา ความซับซ้อนของรูปหลายระนาบ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ภาพที่กำหนดให้นี้ก็แท่ง



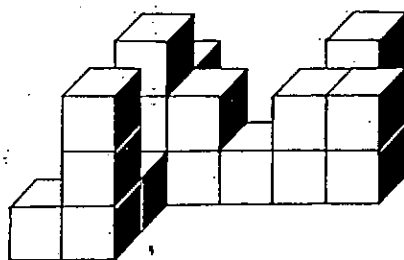
ก.....

ข.....

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของ สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และ สำเร็จ
 บุญเรืองรัตน์ (สมบุรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2518:50)

จะเห็นว่าลักษณะของแบบทดสอบมีความซับซ้อนเพราะเป็นรูปทรงหลายระนาบ ดังเช่นใน
 ข้อ ก. ระนาบด้านบน, ระนาบด้านหน้า, ระนาบด้านหลัง ระนาบด้านข้างซ้าย ระนาบด้านข้างขวา
 และระนาบด้านล่างจะมีด้านละหลายระนาบ ส่วนในข้อ ข. ระนาบด้านบน, ระนาบด้าน
 ข้างซ้าย ระนาบด้านข้างขวา และระนาบด้านล่างจะมีด้านละหลายระนาบ เช่นกัน

ทองหล่อ วิภาวีน (2523:79-80) ได้กล่าวว่า ลักษณะของแบบทดสอบการนับลูกบาศก์
 จะเป็นภาพสามมิติ เป็นการนำเอาภาพลูกบาศก์ มาให้ผู้ตอบนับจำนวนลูกบาศก์ว่ามีกี่แท่ง ซึ่งเป็น
 การจินตนาการภาพตามความเป็นจริง ดังตัวอย่าง



จำนวนแห่ง

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของทองหล่อ วิทยาวิณ (ทองหล่อ วิทยาวิณ. 2523:80)

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 213) ได้กล่าวว่า ข้อสอบแบบนับลูกบาศก์ โจทย์จะกำหนดลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน ให้นับจำนวนลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันทั้งหมดว่า ควรจะมีจำนวนเท่าไร ดังตัวอย่าง



ก.16

ข.17

ค.18

ง.19

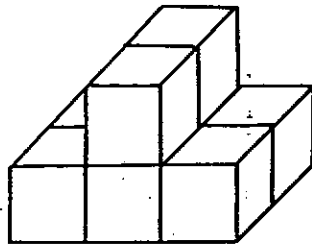
จ.20

ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของไพศาล หวังพานิช (ไพศาล หวังพานิช. 2523:213)

ประกิจ รัตนสุวรรณ (2525 : 308) ได้กล่าวว่า ข้อสอบแบบนับลูกบาศก์โจทย์จะกำหนดลูกบาศก์ที่วางซ้อนกัน ให้นับจำนวนลูกบาศก์ที่วางซ้อนกันทั้งหมดว่า ควรจะมีจำนวนเท่าไร เป็นการให้พิจารณา ความซับซ้อน ของรูปหลายระนาบ ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้นี้ มีกี่ก้อน ?

ก.



ก. 6 ก้อน

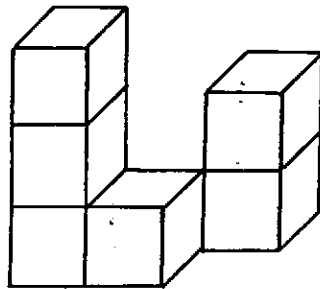
ข. 7 ก้อน

ค. 8 ก้อน

ง. 10 ก้อน

จ. 12 ก้อน

ข.



ก. 5 ก้อน

ข. 6 ก้อน

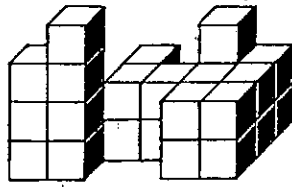
ค. 12 ก้อน

ง. 13 ก้อน

จ. 14 ก้อน

ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของประกิจ รัตนสุวรรณ (ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2525:308)

บุญชม ศรีสะอาด (2526 : 54) ได้กล่าวว่า ข้อสอบแบบนับลูกบาศก์ (Block Counting) จะมีภาพลูกบาศก์ วางซ้อนทับกัน เหลื่อมกัน และบังกันอยู่ ให้นับจำนวนดูว่า มีลูกบาศก์ทั้งหมดกี่ก้อนดังตัวอย่าง



ก. 18

ข. 20

ค. 22

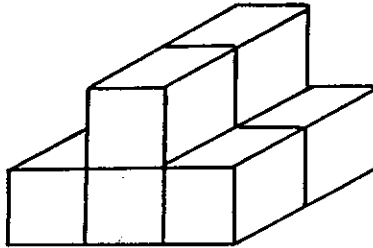
ง. 24

จ. 30

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของบุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด. 2526:54)

ลิ้น สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527:86) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบ การนับลูกบาศก์โจทย์จะกำหนดภาพสามมิติมาให้โดยการนำเอาลูกบาศก์มากองซ้อนทับกันให้เห็นเป็นบางส่วน แล้วให้ผู้สอบตอบโดยการใช้จินตนาการ นับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ซึ่งก็ถือว่าเป็นแนวการวัดทางมิติสัมพันธ์แบบหนึ่งเหมือนกัน ดังตัวอย่าง

ภาพแบบอบลิก



ก. 6 ก้อน ข. 7 ก้อน ค. 8 ก้อน ง. 10 ก้อน จ. 12 ก้อน

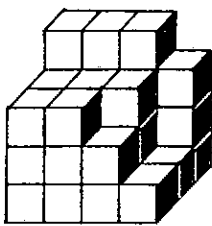
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของลิ้น สายยศ และอังคณา สายยศ (ลิ้น สายยศ และ อังคณา สายยศ 2527:86)

ซึ่งจากตัวอย่างข้อสอบข้างบนนี้ ลักษณะการจัดรูปลูกบาศก์จะเป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้า และระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ จะมีด้านและหลายระนาบ นอก จากนี้แล้ว สายยศ และ อังคณา สายยศ (2527 : 86) ยังได้เสนอแนะว่าวิธีเขียนเพื่อให้การ นับก้อนลูกบาศก์ยากขึ้นกระทำได้ โดยวางซ้อนกันแบบแปลก ๆ อาจจะเป็น 2-3 กองก็ได้ โดยนับ เดียวกันนี้

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2528 : 156-157) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบนับลูกบาศก์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการมองความสัมพันธ์ของภาพ 3 มิติ ภาพที่กำหนดให้จะเป็นรูปลูกบาศก์ อาจจะเป็นรูปลูกบาศก์ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทรงกลม ทรงสาม เหลี่ยม ก็ได้แต่ที่นิยมใช้เป็นรูปลูกบาศก์ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลักษณะของข้อสอบแบบนี้ จะกำหนด รูปลูกบาศก์ซ้อน ๆ กันมาให้ มีลักษณะเป็นภาพลอย ๆ ลูกบาศก์บางลูกอาจจะมองไม่เห็น เพราะ ซ้อนกันอยู่ ผู้ตอบต้องใช้จินตนาการเอาเองว่า ลูกบาศก์ที่ซ้อนกันทั้งหมดมีกี่รูปลูกบาศก์ดังตัวอย่าง ข้อสอบต่อไปนี้

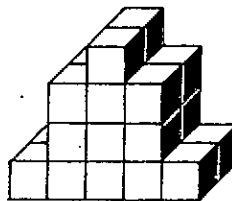
คำชี้แจง จากภาพที่กำหนดให้ ให้นับลูกบาศก์ที่ซ้อนกันทั้งหมดมีกี่รูป

ก.



จำนวน

ข.



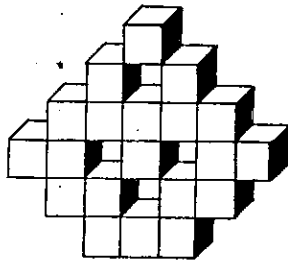
จำนวน

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ
(ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ 2528:157)

จะเห็นว่า ลักษณะการจัดลูกบาศก์มีลักษณะแตกต่างกันออกไป เช่นในภาพ ก. ระนาบด้านหลังและระนาบด้านข้างซ้ายมีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านบน, ระนาบด้านหน้าและระนาบด้านข้างขวามีด้านละ หลายระนาบ ในภาพ ข. ระนาบด้านหน้า และระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบ ระนาบด้านบน, ระนาบด้านข้างซ้าย และระนาบด้านข้างขวา มีด้านละหลายระนาบ ซึ่งทั้ง 2 ภาพต่างก็เป็นภาพแบบเอียง (Oblique) เหมือนกัน

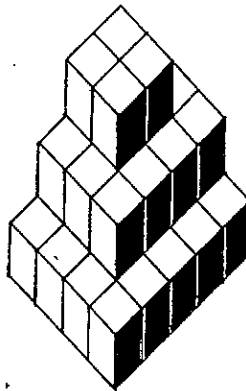
สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2530 : 371) ได้กล่าวว่า ข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์นี้ โจทย์จะกำหนดภาพลูกบาศก์มาให้ ให้ผู้สอบตอบโดยพิจารณาว่า ในแต่ละภาพมีจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดเท่าไรลักษณะของภาพลูกบาศก์จะเป็นภาพแบบเอียง (Oblique) และแบบไอโซเมตริก (Isometric) ดังตัวอย่าง

ก. ภาพแบบเอียง



ก. 19 ข. 20 ค. 22 ง. 24 จ. 25

ข. ภาพแบบไอโซเมตริก



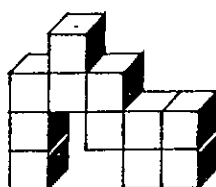
ก. 19 ข. 20 ค. 32 ง. 36 จ. 40

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของสุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ 2530:371)

ซึ่งจากตัวอย่างข้อสอบทั้ง 2 ข้อนี้ ลักษณะของการจัดรูปลูกบาศก์ในภาพ ก. จะกำหนดให้ระนาบด้านหน้าและระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบส่วนระนาบด้านอื่น ๆ จะมีด้านละหลายระนาบในภาพ ข. จะกำหนดให้ระนาบด้านหลังซ้ายมี 1 ระนาบส่วนระนาบด้านอื่น ๆ จะมีด้านละหลายระนาบ

บุญยิ่ง ทองภักดี และ สุธธิพงษ์ สุขะจิระ (มปป.:48) ได้กล่าวว่า ข้อสอบคำนวณหา ก้อนวัตถุ (นับลูกบาศก์) หรือข้อสอบนับลูกบาศก์ จะเป็นแบบให้รูปเหลี่ยม มาให้คำนวณทั้งส่วนที่เห็นและไม่เห็นว่าจะมีทั้งหมดเป็นรูปเหลี่ยมจำนวนเท่าใด ดังตัวอย่าง

ก. ภาพแบบออบลิค



ก.9

ข.10

ค.11

ง.12

จ.13

ข. ภาพแบบไอโซเมตริก



ก.6

ข.7

ค.8

ง.9

จ.10

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ของบุญยิ่ง ทองภักดี และสุธธิพงษ์ สุขะจิระ (บุญยิ่ง ทองภักดี และสุธธิพงษ์ สุขะจิระ. มปป.:48)

ซึ่งจากตัวอย่าง ข้อสอบทั้ง 2 ข้อนี้ จะเห็นว่าลักษณะของการจัดรูปลูกบาศก์ ในภาพก. จะกำหนดให้ ระนาบด้านหน้าและระนาบด้านหลังมีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ จะมีด้านละหลายระนาบในภาพข. จะกำหนดให้ระนาบด้านหน้าขวามี 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ จะมีด้านละหลายระนาบ

การรับรู้ทางสายตา

เนื่องจากข้อสอบมิติลัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและในการสร้างแบบทดสอบเลือกตอบให้มีคุณภาพดีนั้น ขึ้นอยู่กับการเขียนข้อคำถาม และการเขียนตัวเลือกมากกว่าการวิเคราะห์ เพราะว่าการวิเคราะห์นั้นเป็นแต่เพียงหาค่าดัชนี เพื่อสนับสนุนว่า ข้อสอบที่เขียนขึ้นนั้นดีจริงหรือไม่เท่านั้น (โกวิท ประวาลพฤกษ์ และสมศักดิ์ สันธุระเวช. 2527 : 291)

ลักษณะข้อคำถามของแบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ จะเป็นภาพสามมิติของรูปลูกบาศก์ที่วางซ้อนทับกัน ซึ่งผู้ตอบจะต้องดูภาพเหล่านี้ แล้วนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดว่ามีอยู่เท่าไร ซึ่งแบบทดสอบชนิดนี้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการรับรู้ภาพ และถือเป็นสิ่งสำคัญหลักในข้อสอบทุกข้อ แต่การรับรู้ทางสายตาจะเกิดขึ้นได้ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญต่าง ๆ ดังนี้ (ประเสริฐ ศิลรัตน์. 2528 : 135-136) คือ

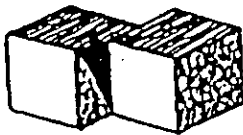
1. อาการสัมผัส เป็นอาการที่อวัยวะส่วนตารับสัมผัสกับสิ่งเร้าคือ ภาพ
2. การแปลความหมายจากอาการสัมผัส ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบสำคัญเป็นส่วนช่วย คือ สติปัญญา การสังเกตพิจารณา ความสนใจ ความตั้งใจ และคุณภาพของจิตใจในขณะนั้น
3. การใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม อันได้แก่ ความคิด ความรู้ และการกระทำที่ได้เคยปรากฏแก่ผู้เฒ่าแล้วในอดีต มีความสำคัญอย่างมากที่จะช่วยในการตีความหมาย ของอาการสัมผัสได้โดยแจ่มชัด ซึ่งความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล ทั้งในด้านปริมาณ และความถูกต้องชัดเจน ย่อมทำให้คนเรามีการรับรู้ที่แตกต่างกัน

มีคนเรามีแนวโน้มที่จะรับรู้คุณสมบัติของวัตถุ ในลักษณะคุณสมบัติที่เป็นมาตรฐานของมัน นั่นหมายความว่า มีการรับรู้เกี่ยวกับความคงที่ของรูปร่าง (Shape constancy) ของวัตถุ ความคงที่ของขนาด (Size constancy) ของวัตถุ และความคงที่ของตำแหน่ง (Location constancy) ของวัตถุ ไม่ว่าวัตถุนั้นจะอยู่ในสภาพเช่นใด จะอยู่ใกล้ ไกล จากสายตาของเราอย่างไร และมุมต่าง ๆ ที่คนเรามองไปที่วัตถุนั้นจะอยู่สภาพใดก็ตาม ก็จะรับรู้ ว่า วัตถุนั้นมีสภาพเป็นเหมือนที่เป็นอยู่จริง ๆ เช่นเดิม แต่ทั้งนี้ก็ต้องอาศัยการเรียนรู้ ประสบการณ์ ความคุ้นเคย และการฝึกของผู้รับรู้เป็นสำคัญ ซึ่งการที่คนเรามองเห็นวัตถุมีความคงที่ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เพราะช่วยให้คนสามารถจัดจำพวกวัตถุได้ และลดการที่ต้องทำให้เกิดอารมณ์ เช่น ตื่นกลัว ไม่แน่ใจ เพราะต้องพบกับของแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอ แต่ถ้าคนเราไม่มีความคงที่ของการรับรู้แล้ว ก็คงจะก่อให้เกิดความยุ่งยากสับสน และปั่นป่วนกับชีวิตของตนไม่น้อยทีเดียว (จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ. 2515 : 125-127)

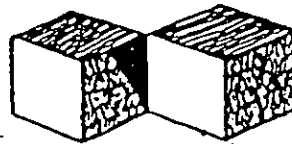
ในส่วนของการรับรู้ของข้อความถามของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ จะเป็นรูปภาพสามมิติ และเนื่องจากว่า รูปภาพสามารถช่วยให้เข้าใจคำถามได้ง่าย และชัดเจนตรงกันมากขึ้น ฉะนั้นจึงสามารถทำให้ข้อสอบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเองโดยปริยาย (ชวาล แพรวัตกุล. 2509 : 166) และในการรับรู้ภาพสามมิติ (Stereoscopic vision) นั้นเกิดจาก Visual field ของตาทั้งสองข้างมีความกว้างไม่เท่ากัน ตาซ้ายและตาขวา รับภาพที่อยู่ข้างหน้า หรือด้านหน้าของวัตถุได้ชัดเจนเท่ากัน เพราะในนัยน์ตาทั้งสองข้างนี้มี Corresponding point คือ จุดร่วมคู่ แต่ตาซ้ายจะรับรู้ภาพของวัตถุที่อยู่ทางซ้ายมือ หรือด้านข้างของวัตถุ (ข้างขวาของวัตถุ) ได้ชัดเจน และมีมุมในการรับภาพได้กว้างกว่าตาข้างขวา ในทำนองกลับกันตาข้างขวาก็รับรู้ภาพที่อยู่ทางขวามือได้ชัดเจนกว่าตาข้างซ้าย Visual field ของตาทั้งสองข้างจึงมีส่วนหนึ่งที่รับภาพได้เหมือนกัน หรือซ้อนกัน และอีกส่วนหนึ่งไม่เหมือนกัน ภาพของวัตถุที่ตกลงบนเรตินา จึงมีความชัดเจนไม่เท่ากัน ความไม่เท่ากันของภาพที่ปรากฏ ที่เรตินาของตาทั้งสองข้างนี้เอง ก่อให้เกิดภาพสามมิติขึ้น (จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ. 2515 : 128-129)

การประกอบกันของรูปทรงในทางที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกัน

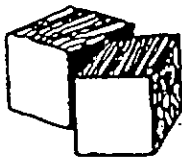
รูปทรง (Form) เกิดจากระนาบที่ปิดล้อมกันทำให้เกิดปริมาตร (Volume) ลักษณะของรูปทรงจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะของระนาบที่ปิดล้อม รูปทรงต่าง ๆ เหล่านี้ จะเชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน 7 ลักษณะ (สถาพร ดิษฐมิ ฌ ชุมแพ. 2529 : 5-6) ดังนี้



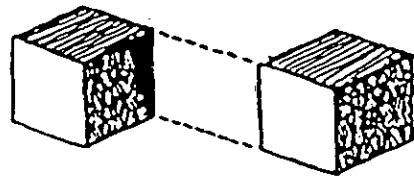
1. ด้านต่อด้าน



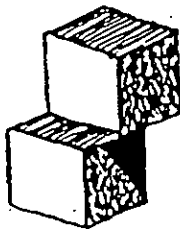
2. มุมต่อมุม



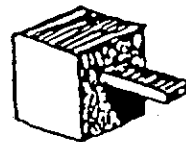
3. มุมต่อด้าน



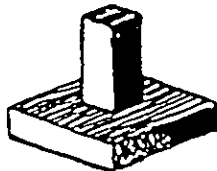
4. ให้ความรู้สึกที่สัมพันธ์กันด้วยตา



5. ทับหรือซ้อนกัน



6. คาบเกี่ยวกัน



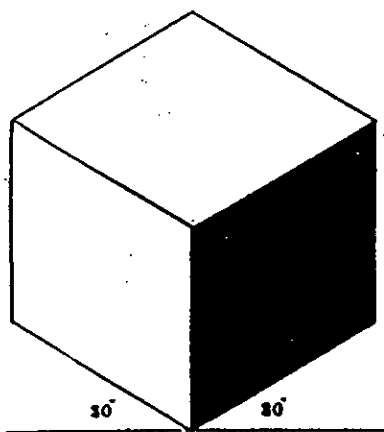
7. การบิด , งอ , บังกัน หรือ เชื่อมกัน

การเขียนภาพแสดง

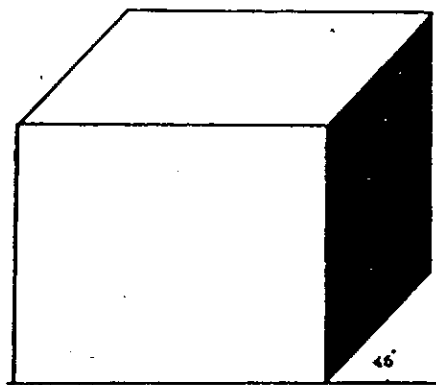
การเขียนภาพแสดง เป็นการเขียนแบบเพื่อแสดงปริมาตรของรูปวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน ลักษณะการเขียนแบบภาพแสดง นอกจากจะมองเห็นปริมาตรของรูปวัตถุแล้ว ยังเห็นด้านและมุมต่าง ๆ พร้อมกันไปด้วย การเขียนแบบภาพแสดง มีอยู่ 3 วิธีการคือ (วิรุณ ตั้งเจริญ, 2526 : 131-133)

- ก. การเขียนแบบภาพเอียงไอโซเมตริก (Isometric)
- ข. การเขียนแบบภาพเอียงออบลิค (Oblique)
- ค. การเขียนแบบทัศนียภาพ (Perspective)

ภาพแบบ Isometric



ภาพแบบ Oblique



ภาพประกอบ 18 การเขียนแบบในลักษณะภาพแสดง (Pictorial Drawing) ทั้งการเขียนภาพเอียงไอโซเมตริก (Isometric) และการเขียนแบบภาพเอียงออบลิค (Oblique)

การเขียนแบบภาพไอโซเมตริก คือ การเขียนแบบที่แสดงปริมาตรของวัตถุ จากมุมที่อยู่ใกล้ที่สุด โดยทำมุม 120 องศา หรือเป็นภาพที่แสดงมุมบนเส้นระดับ 30 องศา ทั้งซ้ายและขวา

การเขียนภาพเอียงออบลิก คือ การเขียนแบบที่แสดงปริมาตรของรูปวัตถุ โดยเน้นด้านหน้าที่ยาวอยู่บนเส้นระดับ และสามารถมองเห็นด้านบนและด้านข้างด้านหนึ่งได้ โดยที่ด้านข้างจะทาบมุม 30, 45 หรือ 60 องศากับเส้นระดับ

การเขียนแบบทัศนียภาพ คือ การเขียนแบบที่เน้นการมองเห็นรูปวัตถุจริง ๆ ด้วยสมมุติฐานการมองเห็นด้านที่อยู่ใกล้จะมีขนาดใหญ่ และด้านที่อยู่ไกลออกไปจะมีขนาดเล็กลงตามลำดับ ด้วยการเขียนแบบที่แสดงด้านใกล้ให้ใหญ่และด้านไกลให้เล็กลงนี้ ทำให้ด้านหรือขนาดไม่สามารถจะวัดตรวจสอบและนำไปใช้สร้างจริงได้ การเขียนแบบทัศนียภาพจึงเป็นงานเขียนแบบประกอบวิธีการอื่น ๆ เพื่อให้สามารถมองเห็นรูปวัตถุได้ชัดเจน สอดคล้องกับการมองเห็นรูปวัตถุทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวันและเป็นการเขียนแบบที่นิยมใช้กันมากวิธีการหนึ่ง การเขียนแบบทัศนียภาพ มี 3 วิธีการคือ

ก. ทัศนียภาพจุดเดียว (One-Point Perspective)

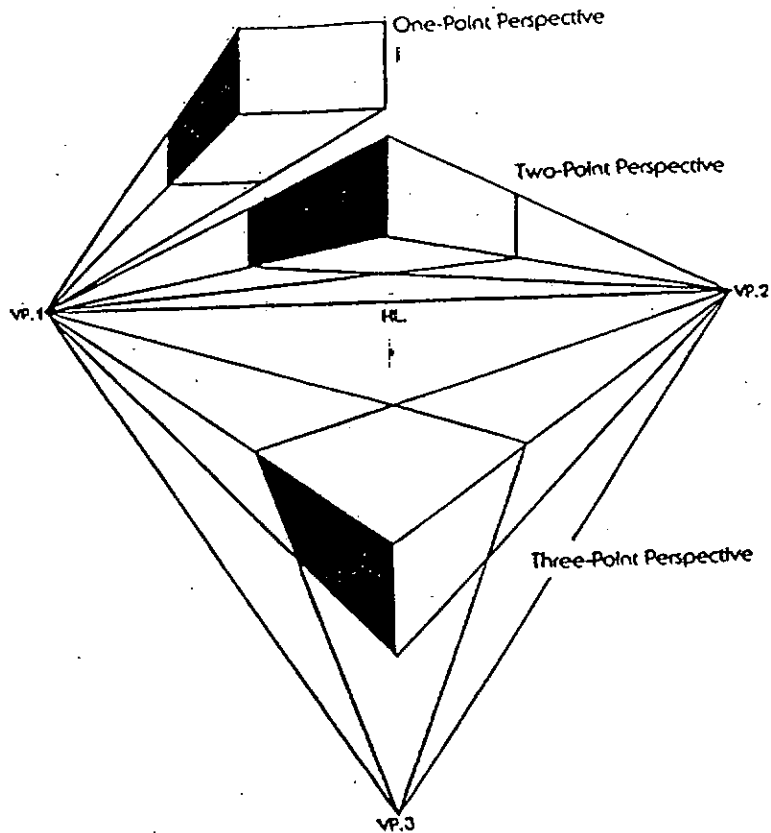
ข. ทัศนียภาพสองจุด (Two-Point Perspective)

ค. ทัศนียภาพสามจุด (Three-Point Perspective)

ทัศนียภาพจุดเดียว คือ การเขียนแบบทัศนียภาพที่แสดงด้านหน้าตรงและด้านบนด้านข้างลดหลั่นเล็กลงไปสู่จุดสุดท้ายตา (Vanishing Point) ที่กำหนดไว้จุดเดียว

ทัศนียภาพสองจุด คือ การเขียนแบบทัศนียภาพที่แสดงมุมที่ใกล้ที่สุด เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุด และแสดงด้านซ้ายขวาที่เล็กลงไป สู่จุดสุดท้ายตาสองจุดซ้ายขวา

ทัศนียภาพสามจุด คือ การเขียนแบบทัศนียภาพที่แสดงมุมที่ใกล้ที่สุด และเน้นด้านบนหรือด้านล่างด้านใดด้านหนึ่งของวัตถุ ให้เป็นส่วนที่ใกล้ที่สุดด้วย เมื่อด้านข้างสองด้านเล็กลงไปสู่จุดสุดท้ายตาสองจุดนั้นด้านบนหรือด้านล่างที่ตรงข้ามกับด้านที่มองเห็นใกล้ยังเล็กลงไปสู่จุดสุดท้ายตาสองจุดหนึ่งด้วย ทำให้การเขียนแบบทัศนียภาพในลักษณะนี้มีจุดสุดท้ายตารวมสามจุดด้วยกัน



ภาพประกอบ 19 การเขียนแบบที่แสดงวิธีการทัศนียภาพจุดเดียว ทัศนียภาพสองจุด และ ทัศนียภาพสามจุดซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมากเพราะให้การรับรู้ที่ใกล้เคียงกับความจริงพอสมควร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ภาพ

เนื่องจากลักษณะของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ โจทย์จะกำหนดภาพรูปลูกบาศก์วางซ้อนทับ หรือ เหลื่อมกันมาให้ แล้วให้ผู้ตอบนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดนั้นว่ามีเท่าไร ดังนั้น การรับรู้ภาพ จึงมีความสำคัญ เพราะรายละเอียดของรูปภาพในแบบทดสอบ จะมีผลต่อการรับรู้ของผู้ตอบ ซึ่งก็จะส่งผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบด้วย ดังผลงานวิจัยของนักการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ภาพ ที่ผู้วิจัยได้ศึกษา ต่อไปนี้

จากการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอด เมื่อใช้ภาพทรงเรขาคณิตต่าง ๆ เป็นสิ่งเร้า ของบราวน์ และ อาร์เชอร์ (Andreas. 1960 : 514-517 ; Citing Brown and Archer. 1956) พบว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้ดีที่สุด เมื่อสิ่งเร้านั้นไม่มีองค์ประกอบอื่นเข้ามารบกวน เช่น ตำแหน่งของวัตถุ ขนาด จำนวน การแรเงา และมุมของวัตถุ ซึ่งก็สอดคล้องกับการศึกษาของ โกรปเปอร์ (Groppe. 1966:50) ที่พบว่า องค์ประกอบภายในรูปภาพยังมีการรวมตัวกันสลับซับซ้อนมากเท่าใด การตอบสนองต่อสิ่งเร้าดังกล่าวก็จะยิ่งยากขึ้น นั่นคือ รายละเอียดของรูปภาพที่สลับซับซ้อน จะมีส่วนกำหนดคุณภาพของรูปภาพด้วย

ต่อมา แคมป์เบลล์ (Campbell. 1961 : 899-913) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบภายในภาพที่มีอิทธิพลต่อความยาก ของข้อสอบจัดประเภทที่เป็นรูปภาพ จำนวน 8 ฉบับ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 11-12.5 ปี จำนวน 693 คน พบว่า องค์ประกอบภายในรูปภาพที่ส่งผลต่อความยากของข้อสอบ เรียงจากง่ายไปหายากคือ รูปทรง ความลึก การแรเงา ตำแหน่ง และขนาด ส่วนอาร์เชอร์ (Archer. 1965 : 454-460) ศึกษารายละเอียดของรูปภาพว่าจะมีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอดของนักศึกษาระดับวิทยาลัยอย่างไรบ้าง และพบว่า รายละเอียดของรูปภาพประเภท ขนาด และรูปทรง จะช่วยให้ผู้เรียนจัดประเภทความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าสิ่งเร้าอื่น ๆ คือ สี จำนวน การแรเงา จุด และมุม ซึ่งรายละเอียดของรูปภาพเหล่านี้จะไม่มีผลทำให้ผู้เรียนจัดประเภทของความคิดรวบยอดต่างกันเลย

สรุปได้ว่า องค์ประกอบภายในรูปภาพ ที่มีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพคือ ตำแหน่ง ขนาด รูปทรง ความลึก การแรเงา จำนวน จุด และมุม ยิ่งถ้ารูปภาพมีองค์ประกอบเหล่านี้ รวมอยู่มาก นั่นหมายถึงมีความซับซ้อนมากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้การรับรู้หรือคุณภาพของข้อสอบนั้น ยากขึ้นเท่านั้นโดยเฉพาะองค์ประกอบในด้าน ขนาดและรูปทรง มีผลต่อการรับรู้ได้ง่ายกว่าองค์ประกอบในด้าน จำนวน และการแรเงา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิมพากรณ์ นิรมิตเจียรพันธ์ (2531 : 71-72) ที่พบว่า ระหว่างภาพที่มีแรเงา กับภาพที่ไม่มีแรเงา คุณภาพของแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาคณิตแตกต่างกัน เชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05 วาสนา คุณเวโรจนปกรณ์ (2532 : 58) ที่พบว่าระหว่างภาพที่มีแรเงากับภาพที่ไม่มีแรเงา คุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบหมุนภาพไม่แตกต่างกัน เชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05 และสุรัชย์ มีชาญ (2533 : 58)

ได้พบว่า ระหว่างภาพที่มีแรเงากับภาพที่ไม่มีแรเงา คุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษไม่แตกต่างกันเชื่อมั่นได้ที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์

มิเชล, ซิมเมอร์แมน และ กิลฟอร์ด (Michael, Zimmerman and Guilford, 1951 : 187-213) ศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบ 14 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ทราบตัวประกอบแน่นอน 8 ฉบับ อันได้แก่ ตัวประกอบด้านภาษา จำนวน เหตุผล และการรับรู้ทางสายตา อีก 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 360 คน ที่เรียนวิชาจิตวิทยาเบื้องต้นในภาคเรียนที่ 2 ที่มหาวิทยาลัยรูทเจอร์ส (Rutgers) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง .35 ถึง .61 จากการวิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ออกเป็นสองตัวประกอบ คือ ตัวประกอบสเปเชียล รีเลชัน (Spatial Relation) และตัวประกอบวิซวลไลเซชัน (Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบสเปเชียล รีเลชัน มากได้แก่ แบบทดสอบลูกบาศก์ของเทอร์สโตน (Thurstone's Cubes).43 แบบทดสอบธงของเทอร์สโตน (Thurstone's Flags) .44 และแบบทดสอบเล็งทิศทาง (Spatial Orientation) ของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน .58 ส่วนแบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบ วิซวลไลเซชันมากได้แก่ แบบทดสอบเจาะรูของเทอร์สโตน (Thurstone's Punched Holes).52 แบบทดสอบต่อภาพของเทอร์สโตน (Thurstone's Form Board).52 และแบบทดสอบหมุนภาพของกิลฟอร์ดและซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization).62 จากการวิจัยอีกครั้งโดยใช้กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยมศึกษา (Michael, Zimmerman and Guilford, 1951 : 561-577) เป็นนักเรียนเกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน อายุระหว่าง 15-20 ปี พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์จากคะแนนนักเรียนชาย มีค่าระหว่าง .24 ถึง .63 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง .21 ถึง .61 หลังจากวิเคราะห์ตัวประกอบ สามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 2 ตัวประกอบคือ สเปเชียล รีเลชัน และวิซวลไลเซชัน เช่นเดียวกัน ทั้งจากผลการสอบของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ทางด้านความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่า นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบหมุนภาพ เล็งภาพ มิติสัมพันธ์ของเทอร์สโตน

(Space) ลูกบาศก์ และต่อภาพส่วนในแบบทดสอบเจาะรูและมิติสัมพันธ์ (Spatial Relation) ไม่ปรากฏความแตกต่าง

เธอร์สโตน (Mac Farlane. 1964 : 50-60; citing Thurstone. 1958) ทำการวิเคราะห์ตัวประกอบจากผลการสอบของนักเรียนอายุ 16 ถึง 25 ปี จำนวน 218 คน พบว่ามีแบบทดสอบ 13 ฉบับ ที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์ (Visual Spatial) โดยเฉพาะแบบทดสอบธง (Flags) ซึ่งมีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุดรองลงมาคือ แบบทดสอบนับลูกบาศก์

เฟรนช์ (French. 1965:9-28) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบ 15 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชาย เกรด 11 และ 12 จำนวน 177 คน ที่โรงเรียนพรินสตัน (Princeton) ปรากฏว่าแยกตัวประกอบได้ 5 ตัวประกอบ ตัวประกอบที่ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุดได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ (Surface Developing) คือมีน้ำหนักตัวประกอบ .80 รองลงไปได้แก่ แบบทดสอบจำแนกบัตร (Cards).57 ลูกบาศก์ .46 ซ้อนภาพ .43 เจาะรู .42 อุปมาอุปไมย .40 และเส้นทาง .37 ตัวประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจในภาษา ตัวประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์ และตัวประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนตัวประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้ เพราะมีน้ำหนักตัวประกอบน้อยมาก

บุญชม ศรีสะอาด (2513 : 71) ได้ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้น ป.7, มศ.3 และมศ.5 ปีการศึกษา 2513 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 883 คน โดยใช้แบบทดสอบความถนัด ด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ต่างมีน้ำหนักขององค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ ร่วมกันเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ซ้อนภาพ (.7472) ต่อภาพ (.7309) หาด้านตรงข้าม (.7173) ประกอบภาพ (.7100) ตัดกระดาษ (.6765) นักรูปลูกบาศก์ (.6741) หมุนภาพ (.6473) และซ้อนภาพ (.5659)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ

สเตราด์และผู้ร่วมงาน (Stroud and others. 1957 : 19) ได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบ Wechsler Intelligence Scale For Children (WISC) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการทำนายความสามารถในการอ่าน การสะกดคำ และความสามารถในวิชาเรขาคณิตโดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะของไอโอวา (Iowa Test of Skill Battery) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3-6 จำนวน 775 คน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 ฉบับคือแบบจัดภาพ แบบนับลูกบาศก์ และแบบต่อภาพ พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบวิชาเรขาคณิตเป็น .30, .36 และ .34 ตามลำดับ

เวลล์แมน (Wellman. 1957 : 512-517) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพพื้นฐานของสมอง พีเอ็มเอ (PMA หรือ Primary Mental Ability) ทางมิติสัมพันธ์ ซึ่งได้ค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ .8130 .8203 และ .6979 ตามลำดับ

ทิลลอตสัน (Tillotson. 1984 : 141) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบการหมุนภาพ (Card rotation) แบบทดสอบลูกบาศก์ (Cube comparison) และแบบทดสอบเจาะรู (Punched holes) พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สามารถ วีระสัมพันธ์ (2512 : 65) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 444 คน แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่ใช้มี 2 ฉบับ คือฉบับหนึ่งเป็นแบบซ้อนภาพ และประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส อีกฉบับเป็นแบบนับลูกบาศก์พบว่า แบบทดสอบดังกล่าว มีสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ .2442 และ .2831 ตามลำดับ

พรทิพย์ ภัทรชาคร (2520 : 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 5 ฉบับ คือ แบบทดสอบซ้อนภาพ หมุนภาพ ซ้อนภาพ ประกอบภาพเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์ พบว่าค่า

สหสัมพันธ์ ของแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ แต่ละฉบับกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในช่วง 0.2504 ถึง 0.4623 โดยเฉพาะค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแบบนัยลักษณ์กับแบบทดสอบคณิตศาสตร์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.4623

สรุปได้ว่า แบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนัยลักษณ์เป็นแบบทดสอบประเภทหนึ่ง ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบด้านมิติลัมพันธ์สูง ในแบบทดสอบของบุญชม ศรีสะอาด (บุญชม ศรีสะอาด. 2513 : 73) ซึ่งเท่ากับ .6741 แต่มีน้ำหนักองค์ประกอบด้านมิติลัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ ในแบบทดสอบของเธอร์สโตน (Micheal, Zimmernan and Guilford. 1951 : 187-213) แบบทดสอบของเฟรนช์ (French. 1965 : 9-28) คือ มีค่าเท่ากับ .43 และ .46 ตามลำดับ และพบว่าแบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนัยลักษณ์ มีค่าสหสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในช่วง .2831 ถึง .4623 ซึ่งสูงกว่าแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ฉบับอื่น ๆ

เนื่องจากเครื่องมือวัดที่ใช้ในการวิจัย เป็นเพียงเสมือนเครื่องเร้าที่จะดึงเอาลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการออกมา ถ้าเครื่องมือวัดไม่มีคุณภาพดีพอ ถึงแม้จะวิเคราะห์ข้อมูลถูกวิธีก็ตาม ผลการวิจัยนั้นก็จะไม่มีคามหมาย (นิภา ศรีไพโรจน์. 2527 : 84) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนัยลักษณ์ ลักษณะเป็นภาพแบบเอบลิก (Oblique) และภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) โดยใช้หลักความคงที่ของการรับรู้ และลักษณะของระนาบ ในรูปทรง เพื่ออธิบายในคำชี้แจงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ อันจะช่วยให้ผู้ตอบสามารถจินตนาการภาพของ แบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนัยลักษณ์ ได้ตรงจุดมุ่งหมายของการวัด แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปหาค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากเด็กในระดับนี้ มีความสามารถในการมองเห็นด้านมิติลัมพันธ์สูง และความแตกต่างในด้านการมองเห็นมิติลัมพันธ์ ของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง แตกต่างกันอย่างเด่นชัด (Maccoby and Jacklin. 1974 ; citing Smith and Schroeder. 1979 : 61) และจากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวแล้วข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีแนวทางในการตั้งสมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า ดังต่อไปนี้

สมมติฐานการวิจัย

1. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชายแตกต่างกัน
2. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิงแตกต่างกัน
3. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกัน
4. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกัน
5. คำนำนัยสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบของนักเรียนชายแตกต่างกัน
6. คำนำนัยสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบของนักเรียนหญิงแตกต่างกัน
7. คำนำนัยสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบของนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกัน
8. ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ทั้ง 5 แบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดยโสธร จำนวน 9 โรงเรียน มีห้องเรียน 31 ห้อง นักเรียนจำนวน 1,165 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดยโสธร จำนวน 400 คน แยกเป็นนักเรียนชาย จำนวน 198 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 202 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 6 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) มีวิธีการสุ่มแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กะประมาณกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาด้วยค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha=0.05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดตัวอย่าง ปรากฏว่า ต้องใช้ขนาดตัวอย่าง จำนวน 290 คน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2531:260; อ้างอิงมาจาก Yamane.1967)

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำนวน 6 โรงเรียนซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 2.1 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นชั้น (Strata) ตามขนาดโรงเรียนได้ 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งแบ่งโดยยึดจำนวนห้องเรียนเป็นเกณฑ์ตามเกณฑ์การแบ่งขนาดโรงเรียน ของกรมสามัญศึกษา ได้โรงเรียนกลุ่มประชากรตามขนาดของโรงเรียนดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 5 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 3 โรงเรียน

ขั้นที่ 2.2 คำนวณ จำนวนโรงเรียนที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษา คำนวณของแต่ละระดับขนาดโรงเรียนในขั้นที่ 2.1 จำนวน 50 เปอร์เซนต์ของโรงเรียนทั้งหมด ในแต่ละขนาดได้จำนวนดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวน 1 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 3 โรงเรียน

โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวน 2 โรงเรียน

ขั้นที่ 2.3 สุ่มโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนทั้งหมดในแต่ละขนาดโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ตามจำนวนในขั้นที่ 2.2 ได้ดังในตาราง 1

ขั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าจากโรงเรียนในขั้นที่ 2.3 ซึ่งเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีเพศเป็นชั้น (Strata) และมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ตามขนาดโรงเรียนดังนี้

1. โรงเรียนขนาดใหญ่ มีนักเรียนชายจำนวน 183 คน นักเรียนหญิงจำนวน 216 คน สุ่มมาเพศละ 40 เปอร์เซนต์ ได้นักเรียนชายจำนวน 73 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 87 คน

2. โรงเรียนขนาดกลาง มีนักเรียนชายจำนวน 268 คน นักเรียนหญิงจำนวน 248 คน สุ่มมาเพศละ 40 เปอร์เซนต์ ได้นักเรียนชายจำนวน 107 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 99 คน

3. โรงเรียนขนาดเล็ก มีนักเรียนชายจำนวน 44 คน นักเรียนหญิงจำนวน 39 คน สุ่มมาเพศละ 40 เปอร์เซนต์ ได้นักเรียนชายจำนวน 18 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 16 คน ดังนั้น ได้กลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจำแนกตามเพศและขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า		
		ชาย	หญิง	รวม
ขนาดใหญ่				
1. ยโสธรพิทยาคม	เมือง	73	87	160
ขนาดกลาง				
2. กุดชุมพิทยาคม	กุดชุม	25	21	46
3. คำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์	คำเขื่อนแก้ว	40	39	79
4. เลิงนกทา	เลิงนกทา	42	39	81
ขนาดเล็ก				
5. ยโสธรพิทยาสรรค์	เมือง	11	9	20
6. ป่าติ้ววิทยา	ป่าติ้ว	7	7	14
รวม		198	202	400

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้มาจากการสุ่มนักเรียนจำนวน 400 คน ที่เหลือจากการสุ่มไปเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ โดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน และสุ่มแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม เพื่อใช้ในการทดลองเครื่องมือในแต่ละครั้ง ดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเครื่องมือจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	อำเภอ	จำนวนนักเรียนที่ใช้ในการทดลอง	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ขนาดใหญ่			
1. ยโสธรพิทยาคม	เมือง	-	110
ขนาดกลาง			
2. คำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์	คำเขื่อนแก้ว	70	-
3. เลิงนกทา	เลิงนกทา	65	-
4. มหาชนะชัยวิทยาคม	มหาชนะชัย	-	50
5. ค้อวังวิทยาคม	ค้อวัง	50	-
ขนาดเล็ก			
6. ยโสธรพิทยาสรรค์	เมือง	-	20
7. บำดัววิทยา	บำดัว	15	-
8. ทรายมูลวิทยา	ทรายมูล	-	20
รวม		200	200

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จากสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เป็นแบบทดสอบคณิต / 3 แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มี 40 ข้อ ใช้เวลาทำ 50 นาที ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.4529 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ ± 2.5120

2. แบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factor Theory) ของเธอร์สโตน (Thurstone) โดยยึดรูปแบบของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ (Counting Cubes) ของโทมัส (Thomas, 1954 : 115) นั่นคือข้อสอบทุก ๆ ข้อ มีการจัดลูกบาศก์เป็นภาพแบบเอียง (Oblique) ในแบบทดสอบฉบับที่ 1 ถึง 4 และยึดรูปแบบของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ (Block Counting) ของเทอร์เนอร์ (Turner, 1976 : 60) นั่นคือข้อสอบทุก ๆ ข้อ มีการจัดลูกบาศก์เป็นภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) ในแบบทดสอบฉบับที่ 5 ซึ่งจะได้แบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกทั้งหมด 5 ฉบับดังนี้

ฉบับที่ 1. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และด้านหลังคงที่

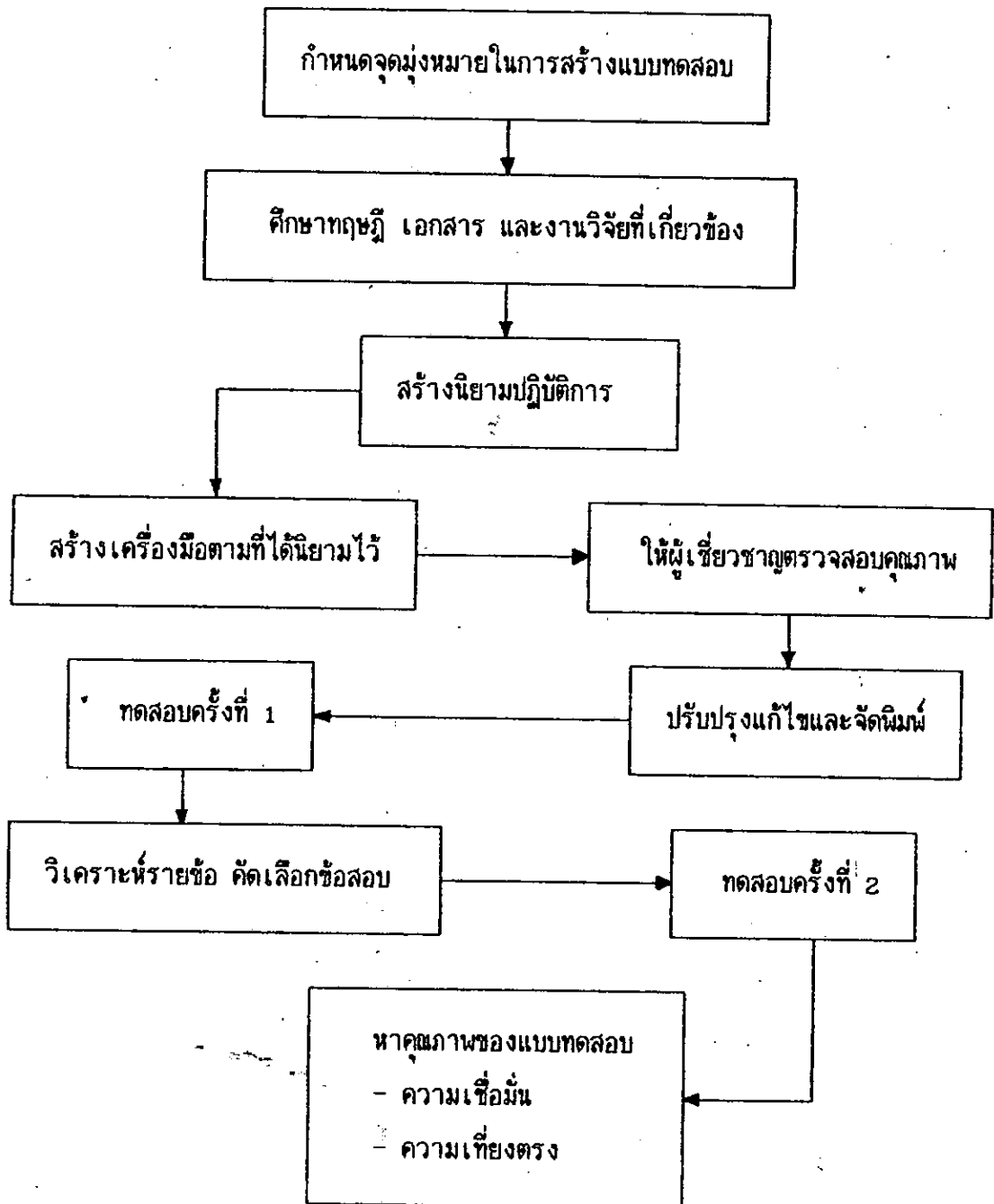
ฉบับที่ 2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่

ฉบับที่ 3. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้า และด้านข้างซ้ายคงที่

ฉบับที่ 4. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวา และด้านหน้าคงที่

ฉบับที่ 5. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์



ภาพประกอบ 20 ลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

ในการสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ มีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 (ม.3)

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ ในด้านค่า
ความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

1.3 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ ไปหา
ความสัมพันธ์กับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ และตัวอย่างข้อสอบ
มิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์

การสร้างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ในครั้งนี้ ใช้ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ
(Multiple Factors Theory) ของเธอร์สโตน ซึ่งลักษณะของข้อสอบเป็นการให้พิจารณา
ความซับซ้อนของรูปหลายระนาบ (สมบูรณ์ ขีดทงษ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2518 : 50;
ประกิจ รัตนสุวรรณ. 2525 : 308; บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 54) จึงต้องใช้ความสามารถ
ในการเข้าใจถึงขนาด และมิติต่าง ๆ ซึ่งก็คือ ต้องอาศัยสมรรถภาพสมองด้านมิตีสัมพันธ์
(Space : S) ของเธอร์สโตน (L.L.Thurstone) (Anastasi. 1982 : 367)

ตัวอย่างข้อสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทั้งรูปแบบของชาวไทย และชาว
ต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยข้อคำถามมีการจัดลูกบาศก์เป็นภาพแบบ
เอียง (Oblique) และภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric) ซึ่งมีได้กำหนดลักษณะการจัด
ลูกบาศก์ในระนาบที่มองไม่เห็นหรือเห็นเป็นบางส่วน คำตอบถูกจึงอาจมีได้หลายคำตอบ อันเนื่อง
มาจากผู้ตอบสามารถจินตนาการภาพ ลูกบาศก์ที่ซ่อนอยู่หรือมองไม่เห็นได้หลากหลาย และด้วย
เหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดลักษณะของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ โดยใช้จำนวนระนาบ
ของภาพ เพื่ออธิบายรูปทรง และตำแหน่งของก้อนลูกบาศก์ในคำชี้แจงของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งช่วยให้ผู้ตอบสามารถจินตนาการได้ถูกต้อง และทำให้การสอบวัด

สามารถวัดได้ตรงจุดมุ่งหมาย

หมายเหตุ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบข้อสอบมิติสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ของ โทมัส (Thomas. 1954 : 115) ในการสร้างแบบทดสอบฉบับที่ 1-4 ซึ่งจะเป็นภาพแบบเออบลิค (Oblique) ส่วนฉบับที่ 5 ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ ของเทอร์เนอร์ (Turner. 1976 : 60) ซึ่งจะเป็นภาพแบบไอโซเมตริก (Isometric)

2.2 ศึกษาทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ กำหนดรูปลูกบาศก์สามมิติมาให้ ซึ่งในการรับรู้ภาพสามมิตินั้น ตาทั้งสองข้างของคนจะรับรู้ภาพในลักษณะสองข้าง เช่น ซ้าย ขวา ก่อน โดยจะมีส่วนของภาพที่เหมือนกันและซ้อนกัน ภาพของวัตถุที่ตกบนเรตินา จึงมีความชัดเจนไม่เท่ากัน และก่อให้เกิดภาพสามมิติขึ้น (จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ. 2515 : 128-129) และโดยปกติคนเรามีแนวโน้มที่จะรับรู้วัตถุในลักษณะที่มีความคงที่ของรูปร่าง ขนาด และตำแหน่ง (Shape Size and Location constancy) ของวัตถุ (จำเนียร ช่วงโชติ และคณะ. 2515 : 125-127) อีกทั้งคุณสมบัติเหล่านี้คือ รูปร่าง ขนาด และตำแหน่งของวัตถุ ต่างก็มีอิทธิพลต่อความยากของข้อสอบด้วย (Andreas. 1960 : 514-517; citing Brown and Archer. 1956 ; Campbell. 1961 : 899-913 ; Archer. 1965 : 454-460) ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ดัดแปลง โดยให้ 4 ฉบับแรกมีสองระนาบใด ๆ คงที่ ส่วนฉบับที่ 5 จะไม่มีระนาบใดคงที่เลย ซึ่งก็จะได้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ จำนวน 5 ฉบับ ที่มีรูปทรงที่ต่างกัน เพราะเกิดจากการจัดภาพลูกบาศก์ในตำแหน่งที่ต่างกัน นั่นเอง อันจะเป็นการวัดสมรรถภาพสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ ที่ครอบคลุม และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงของการรับรู้ ของมนุษย์เพราะผู้ตอบจะต้องใช้ความสามารถในการจินตนาการ การเห็น การเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ หรือการแปลงรูป (Transformation) และสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต (Geometric Relation) (Anastasi. 1982 : 367) ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

3. สร้างนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ เพื่อนำมาเป็นแนวในการสร้างแบบทดสอบ

4. สร้างเครื่องมือตามนิยาม เขียนข้อสอบมิตีสัมพันธ์แบบเน้นลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ได้แบบทดสอบ 5 ฉบับ ฉบับละ 50 ข้อ
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบตามนิยาม
6. จัดนิมฟ์แบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เรียบร้อยแล้วทั้ง 5 ฉบับ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบฉบับละ 50 ข้อ
7. นำแบบทดสอบไปทดลองสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสุ่มกลุ่มที่ 1 จำนวน 200 คน โดยนักเรียนทุกคนสอบทั้ง 5 ฉบับ
8. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์เป็นรายชื่อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 และคัดเลือกข้อสอบที่ได้ตามเกณฑ์ไว้ฉบับละ 30 ข้อ ซึ่งผลการวิเคราะห์รายชื่อเพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์	ค่าความยาก(p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
ฉบับที่ 1 ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่	0.37 - 0.58	0.63 - 0.92
ฉบับที่ 2 ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่	0.37 - 0.57	0.59 - 0.92
ฉบับที่ 3 ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่	0.34 - 0.60	0.50 - 0.92
ฉบับที่ 4 ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่	0.31 - 0.70	0.55 - 0.92
ฉบับที่ 5 ไม่มีระนาบใดคงที่	0.36 - 0.65	0.26 - 0.62

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกตามเกณฑ์ในข้อ 8 ไปจัดพิมพ์ แล้วนำไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสุ่มกลุ่มที่ 2 จำนวน 200 คน โดยนักเรียนทุกคนสอบทั้ง 5 ฉบับ

10. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ คือความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR - 20) ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์	ค่าความเชื่อมั่น(r_{cc})	t
ฉบับที่ 1 ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่	0.9893	95.4154 ^{**}
ฉบับที่ 2 ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่	0.9314	36.0057 ^{**}
ฉบับที่ 3 ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่	0.9740	60.4966 ^{**}
ฉบับที่ 4 ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่	0.9561	45.9101 ^{**}
ฉบับที่ 5 ไม่มีระนาบใดคงที่	0.7573	16.3171 ^{**}

^{**}P < .01

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ทั้ง 5 แบบ คือแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และไม่มีระนาบใดคงที่ คำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรคูเตอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) จากตาราง 4 พบว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ค่าความเชื่อมั่นมีนัยตั้งแต่ 0.7573 ถึง 0.9893 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ แสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบนี้ มีค่าความเชื่อมั่นพอเชื่อถือได้

11. ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ พิจารณาจากการวิเคราะห์ข้อทดสอบรายข้อ เพื่อเลือกข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างแบบความเที่ยงตรงภายใน ปรากฏว่าข้อทดสอบแต่ละข้อมีค่าอำนาจจำแนกสูง และแบบทดสอบแต่ละฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นสูง จึงกล่าวได้ว่าแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละฉบับ มีค่าความเที่ยงตรงภายในสูง นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละฉบับ กับคะแนนรวมของแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์ทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง ซึ่งผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์	ค่าความเที่ยงตรง($r_{xx'}$)	t
ฉบับที่ 1 ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่	0.3904	5.9665 ^{**}
ฉบับที่ 2 ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่	0.2596	3.7826 ^{**}
ฉบับที่ 3 ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่	0.2489	3.6162 ^{**}
ฉบับที่ 4 ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่	0.4725	7.5441 ^{**}
ฉบับที่ 5 ไม่มีระนาบใดคงที่	0.1821	2.6059 ^{**}

^{**} $p < .01$

จากตาราง 5 เป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยวิธีความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละฉบับกับคะแนนรวม ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง และนำค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t - test) พบว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ค่าความเที่ยงตรงมีนัยตั้งแต่ 0.1821 ถึง 0.4725 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า แสดงว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบนี้ มีความเที่ยงตรงพอเชื่อถือได้

ลักษณะของแบบทดสอบ

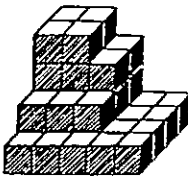
1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ลักษณะและรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์ เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความเกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ระนาบด้านข้างซ้ายและระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

ตัวอย่างข้อสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาให้ถี่ถ้วนถึงลักษณะของข้อสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ฉบับนี้ และเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือเห็นเป็นบางส่วน แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพ นับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว จาก ก. ถึง จ. (แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 15 นาที)

(0)



ก. 39

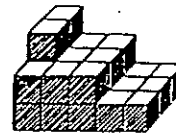
ข. 40

ค. 41

ง. 42

จ. 43

(000)



ก. 25

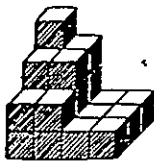
ข. 26

ค. 27

ง. 28

จ. 29

(00)



ก. 23

ข. 24

ค. 25

ง. 26

จ. 27

คำตอบของข้อ (0) คือตัวเลือก ก

(00) คือตัวเลือก ก

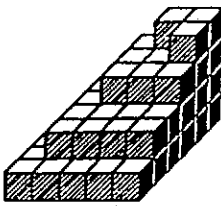
(000) คือตัวเลือก ข

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์ เป็นรูปทรงที่
ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่ เป็นแบบทดสอบที่ข้อคำถามเกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดย
ให้ระนาบด้านหลัง และระนาบด้านข้างขวา มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ
ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

ตัวอย่างข้อสอบ

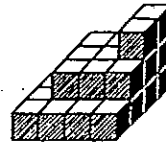
คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาให้ถี่ถ้วนถึงลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ฉบับนี้
และเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ
เห็นเป็นบางส่วน แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพ นับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหา
คำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว จาก ก. ถึง จ. (แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้
เวลาทำ 15 นาที)

(0)



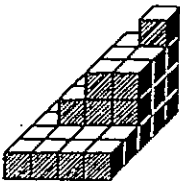
- ก. 64
ข. 63
ค. 62
ง. 61
จ. 60

(000)



- ก. 28
ข. 27
ค. 26
ง. 25
จ. 24

(00)



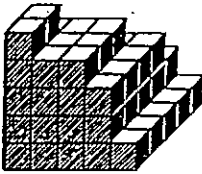
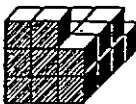
- ก. 34
ข. 35
ค. 36
ง. 37
จ. 38

คำตอบของข้อ (0) คือตัวเลือก ค
(00) คือตัวเลือก ค
(000) คือตัวเลือก ข

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบมิติลัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์ เป็นรูปทรงที่
ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ เป็นแบบทดสอบที่ข้อคำถามเกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้
ระนาบด้านหน้าและระนาบด้านข้างซ้าย มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือด้านบน
ด้านหลัง และด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

ตัวอย่างข้อสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาให้ถ่องถึงลักษณะของข้อสอบมิติลัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ฉบับนี้
และเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ
เห็นเป็นบางส่วน แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพ นับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหา
คำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว จาก ก. ถึง จ. (แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้
เวลาทำ 15 นาที)

(0)  ก. 71 ข. 72 ค. 73 ง. 74 จ. 75	(000)  ก. 27 ข. 26 ค. 25 ง. 24 จ. 23
(00)  ก. 20 ข. 21 ค. 22 ง. 23 จ. 24	คำตอบของข้อ (0) คือตัวเลือก ข (00) คือตัวเลือก ก (000) คือตัวเลือก จ

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์ เป็นรูปทรงที่
ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ เป็นแบบทดสอบที่ข้อคำถาม เกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้
ระนาบด้านข้างขวาและระนาบด้านหน้า มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน
ด้านหลัง และด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

ตัวอย่างข้อสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาให้ถึถ้วนถึงลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ฉบับนี้
และเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ
เห็นเป็นบางส่วน แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพ นับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหา
คำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว จาก ก. ถึง จ. (แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้
เวลาทำ 15 นาที)

(0)



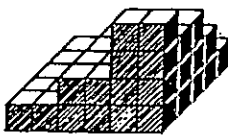
- ก. 30
ข. 29
ค. 28
ง. 27
จ. 26

(000)



- ก. 20
ข. 21
ค. 22
ง. 23
จ. 24

(00)



- ก. 54
ข. 53
ค. 52
ง. 51
จ. 50

คำตอบของข้อ (0) คือตัวเลือก ก

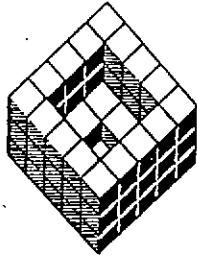
(00) คือตัวเลือก ก

(000) คือตัวเลือก ง

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์ เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ เป็นแบบทดสอบที่ข้อคำถามเกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านข้างขวา ด้านหน้า ด้านข้างซ้าย ด้านหลัง และด้านบน มีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

ตัวอย่างข้อสอบ

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาให้ถี่ถ้วนถึงลักษณะของข้อสอบมิติสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ฉบับนี้ และเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือเห็นเป็นบางส่วน แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพ นับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว จาก ก. ถึง จ. (แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ ใช้เวลาทำ 15 นาที)

(0)  ก. 43 ข. 44 ค. 45 ง. 46 จ. 47	(000)  ก. 54 ข. 55 ค. 56 ง. 57 จ. 58
(00)  ก. 12 ข. 13 ค. 14 ง. 15 จ. 16	คำตอบของข้อ (0) คือตัวเลือก ข (00) คือตัวเลือก ง (000) คือตัวเลือก ค

2. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบมิตีส์มันน์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ ที่ทำการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี
2. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
3. ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนนำแบบทดสอบมิตีส์มันน์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ ไปสอบ 1 สัปดาห์
4. นำแบบทดสอบมิตีส์มันน์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องสอบทั้ง 5 ฉบับ ก่อนดำเนินการสอบ ชี้แจงให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์ของการสอบและขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริงอีกครั้งหนึ่ง
5. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลยหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
6. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมุติฐาน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นทดลองแบบทดสอบ (Try out) มีขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบมิตีส์มันน์แบบนับลูกบาศก์แต่ละฉบับ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้ จากการทดสอบครั้งที่ 1
 - 1.2 วิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ เป็นรายชื่อโดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จของจุง เทห์ ฟาน

1.3 คัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ โดยพิจารณาค่าความยากระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบไว้ฉบับละ 30 ข้อ เพื่อนำไปสอบครั้งที่ 2

1.4 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละฉบับ ตามเกณฑ์ การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้ จากการทดสอบครั้งที่ 2

1.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20)

1.6 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละฉบับกับคะแนนรวมของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง

2. การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละฉบับ และแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้

2.2 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับและแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.3 หาค่าสหสัมพันธ์ภายในและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

2.4 ทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (χ^2 - test)

2.5 หาค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ และการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

2.6 ทดสอบความแตกต่างของค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

2.7 หาค่าสหสัมพันธ์อนุคูณ และการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าเอฟ (F - test)

2.8 ทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคู่ โดยใช้การทดสอบ
ไคสแควร์ (χ^2 - test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า
สัมประสิทธิ์ของการกระจาย

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย ของแบบทดสอบแต่ละฉบับหาได้จากสูตร (Garrett.
1958 : 27)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อดูการกระจาย
ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ โดยใช้สูตร (Ferguson. 1966 : 67)

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ s แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย โดยใช้สูตร (Friedman, 1972 : 105).

$$CV = \frac{s(100)}{\bar{X}}$$

เมื่อ CV แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย
 s แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ตารางสำเร็จของ จุง เทห์ ฟาน

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสันสูตรที่ 20 (Kuder-Richardson KR-20) (Guilford, 1965:459)

$$r_u = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S_t^2 - \sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_u แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ $= 1-p$
 S_t^2 แทน ความแปรปรวน ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. หาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) โดยใช้สูตร (Gulliksen, 1967:42)

$$s_e = s_x \sqrt{1 - r_{xx}}$$

เมื่อ	S_e	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบ
	S_x	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	r_{xx}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละฉบับ กับคะแนนรวมของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทุกฉบับ ยกเว้นตัวมันเอง

6. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) โดยใช้สูตรของ เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 70)

$$r_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนน X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนน Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

7. ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้ t-test (Edwards.

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบที
 r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 n แทน จำนวนคู่ของการสังเกตในกลุ่มตัวอย่าง

8. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ น้ำหนักความสำคัญ และค้นหาตัวพยากรณ์แบบ Forward Selection ของแบบทดสอบโดยใช้ โปรแกรม SPSS^{*} (Statisticals Package for the Social Sciences) (SPSS inc. 1985:165-171)

8.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 25)

$$R^2_{y.123\dots n} = \sum \beta_i r_{X_i Y}$$

เมื่อ $R_{y.123\dots n}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ถึง n กับตัวแปรตาม (Y)
 β_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ 1 ในรูปคะแนนมาตรฐานซึ่งหาได้จากสูตร

$$\beta_i = b_i \frac{S_{X_i}}{S_Y}$$

เมื่อ b_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบของตัวแปรอิสระตัวที่ 1
 S_{X_i} แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรอิสระตัวที่ 1 (X_i)
 S_Y แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรตาม

8.2 หาค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ โดยใช้สูตร (Darlington.

1990 : 14)

$$b_i = r_{X_iY} \frac{S_Y}{S_{X_i}}$$

เมื่อ	b_i	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระในรูปคะแนนดิบ
	r_{X_iY}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X_i) กับตัวแปรตาม (Y)
	S_{X_i}	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรอิสระ (X_i)
	S_Y	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรตาม (Y)

8.3 ทดสอบนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta-Weight) โดยใช้ t - test (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 119)

$$t_i = b_i / SE_{b_i} \quad ; df = N - k - 1$$

เมื่อ	t_i	แทน	ค่าการแจกแจงแบบทีของค่าน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i
	b_i	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i ในรูปคะแนนดิบ
	SE_{b_i}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนแบบทดสอบ

9. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับหนึ่ง โดยไชสุตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 63)

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)}$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าการแจกแจงแบบเอฟ (F-distribution)
	R	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับหนึ่ง
	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ
	df ₁	=	k
	df ₂	=	N - k - 1

10. ทดสอบความแตกต่างของค่าน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ แบบนับลูกบาศก์ โดยไชสุตร (สุชาติ ประสิทธิ์สินธุ์ และคนอื่น ๆ. 2523 : 122 - 123)

$$t = \frac{b_i - b_j}{SE_{b_i b_j}} \quad ; \quad df = N - n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	การแจกแจงแบบที
	b _i	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i
	b _j	แทน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ j
	SE _{b_i b_j}	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i และตัวที่ j
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ

11. ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 พหุคูณ โดยนำค่าเหล่านี้มาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's
 Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความเป็นเอกพันธ์ โดยใช้ χ^2 - test (Snedecor
 and Cochran. 1967 : 187)

$$\chi^2 = \Sigma(n - 3)z^2 - [\Sigma(n - 3)z]^2 / \Sigma(n - 3)$$

$$df = k - 1$$

χ^2	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน Chi-Square
z	แทน	คะแนนมาตรฐานที่แปลงมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_1) หรือคะแนนมาตรฐานที่แปลงมาจากค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณ (R_1)
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่ม
k	แทน	จำนวนกลุ่มที่นำมาทดสอบความแตกต่าง

12. ทดสอบความแตกต่างของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
 เป็นรายคู่ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson. 1981: 196)

$$z = \frac{z_{r1} - z_{r2}}{\sqrt{1/(N_1 - 3) + 1/(N_2 - 3)}}$$

z_{r1}, z_{r2}	แทน	คะแนนมาตรฐานที่แปลงมาจากค่าสหสัมพันธ์ตามวิธี ของ Fisher's Z Transformation
N_1, N_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
CV.	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
X_1	แทน	แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และด้านหลังคงที่
X_2	แทน	แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่
X_3	แทน	แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่
X_4	แทน	แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่
X_5	แทน	แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่
Y	แทน	แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
b	แทน	น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (Score - Weight)
β	แทน	น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน (Beta-Weight)

SE_u	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญในรูป คะแนนดิบ
t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ t (t -distribution)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ F (F -distribution)
χ^2	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi-Square)
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
$R_{y.1,2,3,4,5}$	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พหุคูณ ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบ ลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (Coefficient of Determination)
$SE_{u...}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสิ่งที่ร่วมกัน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอเป็นลำดับดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ของคะแนน แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ และคะแนน
แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียน
หญิง และ นักเรียนทั้งหมด
2. สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับ
คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แต่ละแบบ โดยแยกเป็น นักเรียนชาย นักเรียน
หญิง และนักเรียนทั้งหมด
3. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ คะแนนแบบทดสอบมิติ
สัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา
คณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

4. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์สตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

5. นำน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบที่วัดสิ่งทีร่วมกับ คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

6. การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปประแนดับของคะแนนแบบทดสอบ มิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แต่ละแบบที่วัดสิ่งทีร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

7. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์^{พหุคูณ}ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

8. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนตามแผนการวิจัยที่ได้กำหนดแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ และคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ซึ่งผลการวิเคราะห์ ปรากฏดังในตาราง 6 ตาราง 7 และตาราง 8

ตาราง 6 สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน

แบบทดสอบ	N	K	$\bar{X}$	S	CV.
X_1	198	30	23.9242	2.7684	11.5715
X_2	198	30	23.6515	3.0900	13.0647
X_3	198	30	22.4646	2.8385	12.6354
X_4	198	30	21.0303	3.2958	15.6717
X_5	198	30	16.4343	4.8879	29.7421
Y	198	40	19.1616	7.0886	36.9938

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ย ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ เมื่อศึกษา กับนักเรียนชายมีค่าตั้งแต่ 16.4343 ถึง 23.9242 โดยคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และคะแนนแบบ ทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด

เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ คะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับ มีค่าตั้งแต่ 2.7684 ถึง 7.0886 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบมิตี สัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีค่าความ เบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของคะแนนแบบทดสอบ ทั้งหกฉบับ ที่มีค่าตั้งแต่ 11.5715 ถึง 36.9938 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายสูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของ การกระจายต่ำสุด

ตาราง 7 สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน

แบบทดสอบ	N	K	$\bar{X}$	S	CV.
X_1	202	30	22.1584	3.0198	13.6283
X_2	202	30	22.1683	3.1844	14.3647
X_3	202	30	21.2871	3.0950	14.5393
X_4	202	30	20.5743	3.0399	14.7752
X_5	202	30	14.1188	4.9901	35.3437
Y	202	40	17.5099	6.9190	39.5148

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งหกฉบับ เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิงมีค่าตั้งแต่ 14.1188 ถึง 22.1683 โดยคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาของที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดของที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด

เมื่อพิจารณา ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ 3.0198 ถึง 6.9190 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังของที่มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับที่มีค่าตั้งแต่ 13.6283 ถึง 39.5148 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายสูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังของที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายต่ำสุด

ตาราง 8 สถิติพื้นฐาน ของคะแนนแบบทดสอบของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 400 คน

แบบทดสอบ	N	K	$\bar{X}$	S	CV.
X_1	400	30	23.0325	3.0264	13.1397
X_2	400	30	22.9025	3.2209	14.0635
X_3	400	30	21.8700	3.0251	13.8322
X_4	400	30	20.8000	3.1734	15.2567
X_5	400	30	15.2650	5.0679	33.1995
Y	400	40	18.3275	7.0434	38.4308

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ย ของแบบทดสอบทั้งหกฉบับเมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมดมีค่าตั้งแต่ 15.2650 ถึง 23.0325 โดยคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด

เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ 3.0251 ถึง 7.0434 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด และเมื่อพิจารณาในด้านสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ปรากฏว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของคะแนนแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีค่าตั้งแต่ 13.1397 ถึง 38.4308 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายสูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายต่ำสุด

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละแบบ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏดังตาราง 9 ตาราง 10 และ ตาราง 11

ตาราง 9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1	1.000	0.140 [*]	0.164 [*]	0.132 [*]	0.297 ^{**}	0.468 ^{**}
X_2		1.000	0.177 ^{**}	0.335 ^{**}	0.301 ^{**}	0.356 ^{**}
X_3			1.000	0.397 ^{**}	0.322 ^{**}	0.440 ^{**}
X_4				1.000	0.500 ^{**}	0.589 ^{**}
X_5					1.000	0.724 ^{**}

^{*} $p < .05$

^{**} $p < .01$

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทุกแบบ ของนักเรียนชาย มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและข้างขวาคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ต่ำสุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ จะพบว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์เกือบทุกคู่ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีความสัมพันธ์กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนหญิงจำนวน 202 คน

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1	1.000	0.250**	0.210**	0.164**	0.144*	0.313**
X_2		1.000	0.331**	0.391**	0.333**	0.587**
X_3			1.000	0.425**	0.337**	0.505**
X_4				1.000	0.350**	0.536**
X_5					1.000	0.616**

* $p < .05$

** $p < .01$

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทุกแบบ ของนักเรียนหญิงมีความสัมพันธ์ทางบวก กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์

แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดและ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ จะพบว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์เกือบทุกคู่ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ที่มีความสัมพันธ์กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 11 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ ของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 400 คน

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
X_1	1.000	0.244**	0.228**	0.161**	0.265**	0.405**
X_2		1.000	0.292**	0.368**	0.354**	0.484**
X_3			1.000	0.415**	0.360**	0.484**
X_4				1.000	0.430**	0.566**
X_5					1.000	0.674**

** $p < .01$

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทุกแบบ ของนักเรียนทั้งหมดมีความสัมพันธ์ทางบวก กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุด และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำสุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ จะพบว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทุกคู่ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ คะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐาน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏดัง ตาราง 12 ตาราง 13 ตาราง 14 ตาราง 15 ตาราง 16 และตาราง 17

ตาราง 12 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนน แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชายจำนวน 198 คน

แบบทดสอบ	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก
X ₁	198	195	0.468	0.507	98.865	50.125	98.964
X ₂	198	195	0.356	0.372	72.540	26.985	72.539
X ₃	198	195	0.440	0.472	92.040	43.443	92.039
X ₄	198	195	0.589	0.676	131.820	89.110	131.819
X ₅	198	195	0.724	0.916	178.620	163.616	178.619
990		975	573.885			373.279	573.880
ค่าเฉลี่ยของ Z _w = 0.588							z=0.588
ค่าเฉลี่ยของ r = 0.528				χ ² = 35.490**			r=0.528

$$\chi^2 (.01, 4) = 13.277$$

$$^{**} P < .01$$

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลักษณะแต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนชาย คู่อบบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีของฟิชเชอร์ Z (Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างรายคู่ ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลักษณะแต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายคู่ ในกลุ่มนักเรียนชาย

แบบทดสอบ	X_1 X_2 X_3 X_4 X_5					
	ค่า Z	0.507	0.372	0.472	0.676	0.916
X_1	0.507	0.000	1.333	0.346	1.669	4.039 ^{**}
X_2	0.372		0.000	0.987	3.002 ^{**}	5.372 ^{**}
X_3	0.472			0.000	2.014 [*]	4.384 ^{**}
X_4	0.676				0.000	2.370 [*]
X_5	0.916					0.000

* $p < .05$

** $p < .01$

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลักษณะแต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่กับ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 14 การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิงจำนวน 202 คน

แบบทดสอบ	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก
X ₁	202	199	0.313	0.324	64.476	20.890	64.475
X ₂	202	199	0.587	0.673	133.927	90.133	133.926
X ₃	202	199	0.505	0.556	110.644	61.518	110.643
X ₄	202	199	0.536	0.599	119.201	71.401	119.200
X ₅	202	199	0.616	0.719	143.081	102.875	143.080
1010		995			571.329	346.817	571.324
ค่าเฉลี่ยของ Z _w = 0.574							z=0.574
ค่าเฉลี่ยของ r=0.519				χ ² = 18.760**			r=0.519

$$\chi^2 (.01, 4) = 13.277$$

$$^{**}P < .01$$

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ นับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนหญิง คูใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นค่าคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีของฟิชเชอร์ Z (Fisher' s Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบ ความแตกต่างรายคู่ ดังปรากฏในตาราง 15

ตาราง 15 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายคู่ ในกลุ่มนักเรียนหญิง

แบบทดสอบ	X_1 X_2 X_3 X_4 X_5					
	ค่า Z	0.324	0.673	0.556	0.599	0.719
X_1	0.324	0.000	3.481**	2.314*	2.743**	3.940**
X_2	0.673		0.000	1.167	0.738	0.459
X_3	0.556			0.000	0.429	1.626
X_4	0.599				0.000	1.197
X_5	0.719					0.000

* p < .05
 ** p < .01

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 3 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 16 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 400 คน

แบบทดสอบ	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
X ₁	400	397	0.405	0.430	170.710	73.405	170.709	
X ₂	400	397	0.484	0.528	209.616	110.677	209.615	
X ₃	400	397	0.484	0.528	209.616	110.677	209.615	
X ₄	400	397	0.566	0.642	254.874	163.629	254.873	
X ₅	400	397	0.674	0.818	324.746	265.642	324.745	
2000		1985	1169.562				724.030	1169.557
ค่าเฉลี่ยของ Z _w = 0.589							z=0.589	
ค่าเฉลี่ยของ r = 0.529				χ ² = 34.924**			r=0.529	

$\chi^2 (.01,4)=13.277)$

** P < .01

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมด คูได้บ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีของฟิชเชอร์ Z(Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างรายคู่ ดังปรากฏในตาราง 17

ตาราง 17 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายคู่ ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมด

แบบทดสอบ	X_1 X_2 X_3 X_4 X_5					
	ค่า Z	0.430	0.528	0.528	0.642	0.818
X_1	0.430	0.000	1.381	1.381	2.987**	5.467**
X_2	0.528		0.000	0.000	1.606	4.086**
X_3	0.528			0.000	1.606	4.086**
X_4	0.642				0.000	2.480*
X_5	0.818					0.000

* p < .05

** p < .01

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบด้านใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏดังตาราง 18 ตาราง 19 ตาราง 20 ตาราง 21 ตาราง 22 และตาราง 23

ตาราง 18 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิตินิตสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรง ที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ (X_1) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.468	0.507	98.865	50.125	98.864	
นักเรียนหญิง	202	199	0.313	0.324	64.476	20.890	64.475	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.405	0.430	170.710	73.405	170.709	
800		791	334.051				144.420	334.048
ค่าเฉลี่ยของ						Z _w = 0.422	z=0.422	
ค่าเฉลี่ยของ r = 0.399				χ ² = 3.345			r=0.399	

$\chi^2 (.05, 2) = 5.991$

$P > .05$

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิตินิตสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 19 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบ
มิติสัมพันธ์บุคลิกภาพ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ (X_2)
กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย
นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.356	0.372	72.540	26.985	72.538	
นักเรียนหญิง	202	199	0.587	0.673	133.927	90.133	133.925	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.484	0.528	209.616	110.677	209.615	
800		791	416.083				227.795	416.078
ค่าเฉลี่ยของ						Z _w = 0.526	z=0.526	
ค่าเฉลี่ยของ				r = 0.483	χ ² = 8.926*		r=0.483	

$\chi^2 (.05, 2) = 5.991$

$* P < .05$

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์บุคลิกภาพแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับรูปแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด คู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีของฟิชเชอร์ Z (Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความแตกต่างรายคู่ ดังปรากฏในตาราง 20

ตาราง 20 การทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับรูปแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นรายคู่ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนทั้งหมด			
	ค่า Z	0.672	0.673	0.528
นักเรียนชาย	0.372	0.000	2.987**	1.784
นักเรียนหญิง	0.673		0.000	1.669
นักเรียนทั้งหมด	0.528			0.000

** p < .01

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในกลุ่มนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในกลุ่มนักเรียนชายกับนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนหญิงกับนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 21 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติ สัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ (X_u) กับ คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.440	0.472	92.040	43.443	92.038	
นักเรียนหญิง	202	199	0.505	0.556	110.644	61.518	110.642	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.484	0.528	209.616	110.677	209.615	
800		791	412.300				215.638	412.295
ค่าเฉลี่ยของ $Z_w = 0.521$							z=0.521	
ค่าเฉลี่ยของ $r = 0.479$				$\chi^2 = 0.731$			r=0.479	

$$\chi^2 (.05, 2) = 5.991$$

$$P > .05$$

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติ สัมพันธ์กับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับคะแนน แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 22 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ (X_u) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.589	0.676	131.820	89.110	131.818	
นักเรียนหญิง	202	199	0.536	0.599	119.201	71.401	119.199	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.566	0.642	254.874	163.629	254.873	
800		791	505.895				324.140	505.890
ค่าเฉลี่ยของ $Z_w = 0.639$							z=0.639	
ค่าเฉลี่ยของ $r = 0.565$				$\chi^2 = 0.588$			r=0.565	

$$\chi^2 (.05, 2) = 5.991$$

$$P > .05$$

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 23 การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ (X_{ij}) กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียน ทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	r	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.724	0.916	178.620	163.616	178.618	
นักเรียนหญิง	202	199	0.616	0.719	143.081	102.875	143.079	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.674	0.818	324.746	265.642	324.745	
800		791	646.447				532.133	646.442
ค่าเฉลี่ยของ $Z_w = 0.817$							z=0.817	
ค่าเฉลี่ยของ r = 0.673				$\chi^2 = 3.822$			r=0.673	

$$\chi^2 (.05, 2) = 5.991$$

$$P > .05$$

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. น้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ที่วัดสิ่งทีร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏดังตาราง 24 ตาราง 25 และตาราง 26

ตาราง 24 คำนำน้หนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน

แบบทดสอบ	b	β	SE_b	t	อันดับ
X_1	0.6420	0.2723	0.1006	6.380**	2
X_2	0.0750	0.0568	0.1234	1.723	5
X_3	0.3520	0.1409	0.1122	3.136**	4
X_4	0.5683	0.2642	0.1054	5.393**	3
X_5	0.6747	0.4652	0.0712	9.477**	1

$$R_{y.1,2,3,4,5} = 0.8257^{**} \quad R^2 = 0.6818$$

$$SE_{est} = \pm 4.0401$$

$$^{**} p < .01$$

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า คำนำน้หนักความสำคัญของคะแนนที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์

เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้า และด้านข้างซ้ายคงที่ ส่วนแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่ คำนำนัยสำคัญของคะแนนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ 5 ตัวดังกล่าว กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.8257 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ วัดสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณ 68.18 % และมีความคลาดเคลื่อนในการวัดเท่ากับ ± 4.0401

ตาราง 25 คำนำนัยสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของนักเรียนหญิงจำนวน 202 คน

แบบทดสอบ	b	β	SE _b	t	อันดับ
X ₁	0.2654	0.1158	0.1033	2.568 [*]	5
X ₂	0.6521	0.3001	0.1076	6.059 ^{**}	2
X ₃	0.3844	0.1720	0.1115	3.447 ^{**}	4
X ₄	0.4465	0.1962	0.1156	3.862 ^{**}	3
X ₅	0.5172	0.3730	0.0669	7.735 ^{**}	1

$$R_{y.1,2,3,4,5} = 0.7963^{**} \quad R^2 = 0.6341$$

$$SE_{est} = \pm 4.2386$$

$$^* p < .05$$

$$^{**} p < .01$$

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์ที่รูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ส่วนแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์ 5 ตัว ดังกล่าว กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.7963 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ วัดสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ประมาณ 63.41 % และมีความคลาดเคลื่อนในการวัดเท่ากับ ± 4.2386

ตาราง 26 ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบในรูปคะแนนดิบและคะแนนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของนักเรียนทั้งหมด 400 คน

แบบทดสอบ	b	β	SE _b	t	อันดับ
X ₁	0.4163	0.1842	0.0727	5.728**	3
X ₂	0.3553	0.1625	0.0747	4.757**	4
X ₃	0.3419	0.1468	0.0808	4.231**	5
X ₄	0.5304	0.2390	0.0803	6.609**	2
X ₅	0.5727	0.4121	0.0495	11.561**	1

$$R_{y.1,2,3,4,5} = 0.7983^{**} \quad R^2 = 0.6372$$

$$SE_{est} = \pm 4.2692$$

** p < .01

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของตัวพยากรณ์ 5 ตัว ดังกล่าวกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐาน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.7983 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ วัดสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ประมาณ 63.72 % และมีความคลาดเคลื่อนในการวัดเท่ากับ ± 4.2692

6. การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างน้ำหนักความสำคัญ ในรูปคะแนนดิบของ คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏดังตาราง 27 ตาราง 28 และตาราง 29

ตาราง 27 การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับบุคลิกภาพ แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน

น้ำหนักความสำคัญ ของแบบทดสอบ	b_1 (.6420)	b_2 (.0750)	b_3 (.3520)	b_4 (.5683)	b_5 (.6747)
b_1 (.6420)	.0000	-	-	.5056	-
b_2 (.0750)		.0000	-1.9780*	-	-
b_3 (.3520)			.0000	-1.1421	-
b_4 (.5683)				.0000	-.9956
b_5 (.6747)					.0000

* $p < .05$

จากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับบุคลิกภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงคู่เดียวคือแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับบุคลิกภาพ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ นอกนั้นมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 28 การทดสอบความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ยอมรับกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน

น้ำหนักความสำคัญ ของแบบทดสอบ	b_1 (.2654)	b_2 (.6521)	b_3 (.3844)	b_4 (.4465)	b_5 (.5172)
b_1 (.2654)	.0000	-	-	-1.3198	-
b_2 (.6521)		.0000	1.7017	-	-
b_3 (.3844)			.0000	-.3112	-
b_4 (.4465)				.0000	-.7012
b_5 (.5172)					.0000

จากตาราง 28 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทุกคู่ มีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 29 การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แต่ละแบบที่วัดสิ่งทีร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 400 คน

น้ำหนักความสำคัญ ของแบบทดสอบ	b_1 (.4163)	b_2 (.3553)	b_3 (.3419)	b_4 (.5304)	b_5 (.5727)
b_1 (.4163)	.0000	-	-	-1.1308	-
b_2 (.3553)		.0000	.1255	-	-
b_3 (.3419)			.0000	-1.3542	-
b_4 (.5304)				.0000	-.5739
b_5 (.5727)					.0000

จากตาราง 29 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทุกคู่ มีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

7. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

✓ การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ มาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วนำมาทดสอบความเป็นเอกพันธ์ โดยใช้ χ^2 - test ปรากฏดังตาราง 30

ตาราง 30 การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง	N	N-3	R	Z	ค่า Z ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z	ค่า Z ² ถ่วงน้ำหนัก =(N-3)Z ²	ค่า Z ปรับแก้ ถ่วงน้ำหนัก	
นักเรียนชาย	198	195	0.8257	1.173	228.725	268.306	288.733	
นักเรียนหญิง	202	199	0.7963	1.088	216.512	235.565	216.510	
นักเรียนทั้งหมด	400	397	0.7983	1.092	433.524	473.408	433.523	
800		791	878.771				977.279	878.766
ค่าเฉลี่ยของ $Z_w = 1.110$							z=1.110	
ค่าเฉลี่ยของ R = 0.8010				$\chi^2 = .09977$			R=0.801	

$$\chi^2_{(.05, 2)} = 5.991$$

$$P > .05$$

จากตาราง 30 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือการใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน

8. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

ตัวพยากรณ์(ตัวแปรอิสระ)ที่ดีจะต้องมีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์(ตัวแปรตาม) มากและส่งผลต่อการทำนายได้แม่นยำมีความเชื่อมั่นสูง ในการพิจารณาว่า แบบทดสอบใดเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีหรือไม่นั้น จะทราบได้ โดยการหาค่าน้ำหนักความสำคัญ (Beta - Weight) คือน้ำหนักจากแบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากน้ำหนักความสำคัญ (Beta - Weight) ของตัวพยากรณ์ที่จะส่งผลต่อตัวเกณฑ์ทุกตัวรวมกันเป็นสัดส่วน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้คะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (Y) เป็นตัวเกณฑ์ และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 ฉบับ (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) เป็นตัวพยากรณ์ การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดี จะพิจารณาเลือกตัวพยากรณ์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์สูงสุดก่อน และเพิ่มขึ้นทีละตัวแล้วทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นแต่ละตัวกับตัวเดิม ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 31 ตาราง 32 และตาราง 33

ตาราง 31 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีส์สัมพันธ์กับลูกบาศก์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย จำนวน 198 คน

ตัวแปร	ตัวพยากรณ์					R	R ²	F _{enter}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
Y					X	0.7236	0.5236	215.4198**
	X				X	0.7708	0.5941	142.6886**
	X			X	X	0.8158	0.6656	128.6848**
	X		X	X	X	0.8257	0.6818	103.3652**
	X	X	X	X	X	0.8401	0.7068	92.5761

**p < .01

จากตาราง 31 แสดงให้เห็นว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกเข้ามาก่อนคือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.7236 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงเชื่อถือได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เท่ากับ 52.36 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7708 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 7.05 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.8158 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 7.15 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.8257 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 1.62 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.8401 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ไม่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้

สรุปได้ว่า มีแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์จำนวน 4 แบบ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชาย มากน้อยเรียงตามลำดับดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

ตาราง 32 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน

ตัวแปร	ตัวพยากรณ์					R	R ²	F _{enter}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
Y					X	0.6161	0.3796	122.3713 ^{**}
		X			X	0.7372	0.5435	118.4493 ^{**}
		X		X	X	0.7715	0.5953	97.0755 ^{**}
		X	X	X	X	0.7885	0.6217	80.9500 ^{**}
	X	X	X	X	X	0.7963	0.6341	67.9182 ^{**}

^{**} p < .01

จากตาราง 32 แสดงให้เห็นว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกเข้ามาก่อนคือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.6161 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงเชื่อถือได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เท่ากับ 37.96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7372 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 16.39 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7715 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 5.18 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้าย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น .7885 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 2.64 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7963 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 1.24 เปอร์เซ็นต์

สรุปได้ว่า มีแบบทดสอบมิติสัมพันธ์นับลูกบาศก์จำนวน 5 แบบ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนหญิง มากน้อยเรียงตามลำดับดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่

ตาราง 33 การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมด 400 คน

ตัวเกณฑ์	ตัวพยากรณ์ ×					R	R ²	F _{enter}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			
Y _f					X	0.6739	0.4541	331.0353 ^{**}
				X	X	0.7402	0.5480	240.6083 ^{**}
	X			X	X	0.7719	0.5958	194.5332 ^{**}
	X	X		X	X	0.7879	0.6207	161.6203 ^{**}
	X	X	X	X	X	0.7983	0.6372	138.4107 ^{**}

^{**}p < .01

จากตาราง 33 แสดงให้เห็นว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ถูกเลือกเข้ามาก่อนคือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.6739 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงเชื่อถือได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เท่ากับ 45.41 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7402 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 9.39 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7719 อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 4.74 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7879 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 2.49 เปอร์เซนต์ เมื่อเพิ่มตัวพยากรณ์คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายครั้งที่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณเพิ่มขึ้นเป็น 0.7983 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายครั้งที่ช่วยพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ โดยมีสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เพิ่มขึ้นกว่าเดิม 1.65 เปอร์เซนต์

สรุปได้ว่า มีแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์จำนวน 5 แบบ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมด มากน้อยเรียงตามลำดับดังนี้ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด
2. เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญ ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แต่ละแบบของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด
3. เพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์กันระหว่าง คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดยโสธร ที่ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) จำนวน 400 คน แยกเป็นนักเรียนชายจำนวน 198 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 202 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 6 โรงเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์ จำนวน 5 แบบ คือ
 - 1.1 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และด้านหลังคงที่
 - 1.2 แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่

1.3 แบบสถานการณ์ที่เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

1.4 แบบสถานการณ์ที่เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่

1.5 แบบสถานการณ์ที่เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่

2. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของสำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบติดต่อบริษัทความร่วมมือ ในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนจากโรงเรียนโยธินวิทยาฯ โรงเรียนกุดชุมหะวิทยาฯ โรงเรียนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์ โรงเรียนเลิงนกทา โรงเรียนโยธินวิทยาสรรค์ และโรงเรียนป่าติ้ววิทยา โดยผู้วิจัยดำเนินการสอบด้วยตนเอง

2. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 5 แบบ ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในข้อ 1 พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์

3. นำแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนในข้อ 1

4. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา และนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยหา

1. ค่าสถิติพื้นฐาน

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะของแต่ละแบบกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

4. คำนวณน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight) ของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลักษณะเฉพาะ

5. ทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักความสำคัญ (Beta Weight)
6. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
7. ทดสอบความแตกต่างของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคุณ
8. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ ผลปรากฏว่า

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 16.4343 ถึง 23.9242 โดยแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 2.7684 ถึง 7.0886 โดยแบบทดสอบ มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดและแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 11.5715 ถึง 36.9938 โดยแบบทดสอบ มาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายมากที่สุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายน้อยที่สุด

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า แบบทดสอบทั้งหกฉบับมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 14.1188 ถึง 22.1683 โดยแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 3.0198 ถึง 6.9190 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดและแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็น

รูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 13.6283 ถึง 39.5148 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายมากที่สุด และแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายน้อยที่สุด

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่าแบบทดสอบทั้งหกฉบับมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 15.2650 ถึง 23.0325 โดยแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 3.0251 ถึง 7.0434 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดและแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ 13.1397 ถึง 38.4308 โดยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายมากที่สุด และแบบทดสอบ มิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่มีสัมประสิทธิ์ของการกระจายน้อยที่สุด

2. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.356 ถึง 0.724 คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสุด

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.313 ถึง 0.616 คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสุด

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่า คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.405 ถึง 0.674 คะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ ไม่มีระนาบใดคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด และคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำสุด

3. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้าย

คงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ นอกนั้น ไม่แตกต่างกัน

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 3 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่า คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกัน

4. การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาครั้งที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อีก 4 แบบที่เหลือ แต่ละแบบในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกัน

5. นำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบที่วัดสิ่งนี้ ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ มีค่าตั้งแต่ 0.0568 ถึง 0.4652 ซึ่งเรียงค่านำหนักความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังนี้ คือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรง ที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรง ที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ โดยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ 4 แบบแรกที่กล่าวข้างต้น ต่างก็วัดในสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่วัดในสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า นำหนักความสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ มีค่าตั้งแต่ 0.1158 ถึง 0.3730 ซึ่งเรียงค่านำหนักความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังนี้ คือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรง ที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาครั้งที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรง ที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ โดยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ับลูกบาศก์ 4 แบบแรกที่กล่าวข้างต้น ต่างก็วัดในสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่วัดในสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่า น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์มีค่าตั้งแต่ 0.1468 ถึง 0.4121 ซึ่งเรียงค่าน้ำหนักความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังนี้ คือแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ โดยแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ ต่างก็วัดในสิ่งที่ร่วมกับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. การทดสอบความแตกต่าง ระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่ร่วมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

น้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ ในกลุ่มนักเรียนชายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงคู่เดียวคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกัน ส่วนในกลุ่มนักเรียนหญิงและนักเรียนทั้งหมดพบว่า น้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทุกคู่ ไม่แตกต่างกัน

7. การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน

8. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ปรากฏว่า

เมื่อศึกษากับนักเรียนชาย พบว่า ตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี มีสี่ตัว เรียงตามลำดับตัวที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์จากมากไปน้อยคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า ตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีมี 5 ตัว เรียงตามลำดับตัวที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์จากมากไปน้อยคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่าตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีมี 5 ตัว เรียงตามลำดับตัวที่ส่งผลต่อตัวเกณฑ์จากมากไปน้อยคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

อภิปรายผล

1. ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด จากการวิจัยนี้พบว่า

ในกลุ่มนักเรียนชาย ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตินันท์นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 แสดงว่ามีแบบทดสอบมิตินันท์แบบนับลูกบาศก์บางแบบ ที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชายได้สูง เช่นแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าทุกแบบ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (สามารถ วีระสัมฤทธิ์, 2512: 6) ที่พบว่าแบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์มีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.2831 สูงกว่าแบบทดสอบมิตินันท์ฉบับอื่น ๆ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของสเตรด และคนอื่น ๆ (Stroud and others. 1957 : 19) ที่พบว่าแบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์มีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.36 ซึ่งสูงกว่าแบบทดสอบมิตินันท์ฉบับอื่น ๆ เช่นกัน อย่างไรก็ตามค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ศึกษาโดยสามารถ วีระสัมฤทธิ์ และสเตรด และคนอื่น ๆ มิได้มีการทดสอบความแตกต่างแต่อย่างใด ดังนั้น ถ้าจะคัดเลือกแบบทดสอบมิตินันท์นับลูกบาศก์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชายเพียงแบบใดแบบหนึ่ง ควรเลือกใช้แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่

เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตินันท์นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิต

ศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 3 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 แสดงว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนหญิงได้ต่ำกว่าทุกแบบ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าเวลาคิดหาคำตอบนักเรียนใช้วิธีการนับจำนวนลูกบาศก์ในแบบทดสอบฉบับนี้เพียงอย่างเดียว แทนที่จะใช้ความสามารถด้านการมองหาค่าความสัมพันธ์ของภาพมิตี ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์ ก็จะหาคำตอบได้ (Ward and Kitzpatrick, 1973:990) และอีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นมิได้อาศัยองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านมิตีสัมพันธ์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ต้องอาศัยองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น องค์ประกอบด้านเหตุผล ด้านภาษา (ลิวัน สายยศ. 2511 : 77) และด้านจำนวนอีกด้วย (ต่าย เชียงฉี . 2519 : 49)

ดังนั้น ถ้าจะคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนหญิงเพียงแบบใดแบบหนึ่ง ก็สามารถเลือกใช้ได้เกือบทุกแบบ ยกเว้นแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่

เมื่อศึกษากับนักเรียนทั้งหมด พบว่า คำสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและ

ด้านข้างซ้ายคงที่กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 แสดงว่ามีแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบนับลูกบาศก์บางแบบ ที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมดได้สูง เช่นแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าทุกแบบ เช่นเดียวกับในกลุ่มนักเรียนชาย

ดังนั้น ถ้าจะคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมดเพียงแบบใดแบบหนึ่ง ควรเลือกใช้แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่

2. ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์แต่ละแบบ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด จากการวิจัยนี้พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนชาย กับนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4 และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ มิเชลซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด (Michael Zimmerman and Guilford, 1951 : 561-577) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง ระดับมัธยมศึกษา เกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ของนักเรียนชายอยู่ระหว่าง 0.24 ถึง 0.63 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.61 และนักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแบบทดสอบลูกบาศก์

สำหรับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์นับลูกบาศก์กับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่พบความแตกต่างกันในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

3. ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบที่วัดสิ่งที่รวมกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ผลการวิจัยนี้ พบว่า

น้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ ในกลุ่มนักเรียนชายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงคู่เดียวคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ นอกนั้นไม่แตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบเหล่านี้มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงต่ำพอ ๆ กัน ยังไม่เด่นด้อยแตกต่างกันจริง การที่น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสูงต่ำพอ ๆ กัน (Guilford and Fruchter. 1978 : 467 - 468)

ในกลุ่มนักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดพบว่า น้ำหนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทุกคู่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบเหล่านี้มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงต่ำพอ ๆ กัน ยังไม่เด่นด้อยแตกต่างกันจริง แสดงว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบในกลุ่มนักเรียนหญิงและนักเรียนทั้งหมดแต่ละแบบ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง สอดคล้องกับการวิจัยของพรทิพย์ ภัทรชาคร (พรทิพย์ ภัทรชาคร. 2520 : 36) ที่พบว่า แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากเป็นอันดับหนึ่ง คือ มีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.3475 สูงกว่าแบบทดสอบซ้อนภาพซึ่งมีค่าน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.2727 การที่น้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสูงต่ำพอ ๆ กัน (Guilford and Fruchter. 1978 : 467 - 468)

แสดงว่า แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ส่วนมากวัดในสิ่งที่รวมกับ หรือส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงพอ ๆ กัน นั้นหมายถึงว่า เราสามารถนำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบไปใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ทั้งในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด

4. ความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดจากการวิจัยนี้พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดไม่แตกต่างกัน นั่นคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ 4 แบบกับคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน ระหว่างกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด เพราะเหตุที่ตัวพยากรณ์ใดมีความสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์สูงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณก็จะสูงด้วย (Guilford and Fruchter. 1978:379 ; Borg and Gall. 1971:350; อนันต์ ศรีโสภา. 2525 : 103)

ดังนั้นถ้าจะนำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้ก็จะใช้ได้ทั้งในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด เพราะแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบดังกล่าวต่างก็มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดได้ดีพอ ๆ กัน

5. การค้นหาตัวพยากรณ์ที่ดีในการคัดเลือกแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยแยกเป็นนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ผลการวิจัยนี้พบว่า

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ เป็นตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีทั้งในกลุ่มนักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ส่วนในกลุ่มนักเรียนชาย ตัวพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีมี 4 ตัวคือ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และด้านหลังคงที่ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวา และด้านหน้าคงที่ และแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่

ดังนั้น ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ที่ใช้ในกลุ่มนักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมด ควรใช้ทั้ง 5 แบบ และในกลุ่ม

นักเรียนชายควรใช้เพียง 4 แบบ ดังกล่าวข้างต้น แต่ถ้าต้องการใช้เพียงฉบับเดียว ในกลุ่มนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดก็ควรใช้แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่จะดีกว่า ทั้งนี้เพราะเป็นแบบทดสอบที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในทั้ง 3 กลุ่ม สูงกว่าทุกแบบ

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาครั้งนี้ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทุกฉบับ สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ แต่ที่พยากรณ์ได้ดีที่สุดถ้าใช้เพียงฉบับเดียวคือแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ นอกจากนั้นยังใช้พยากรณ์ได้ทั้งเพศชาย หญิง และส่วนรวม แต่ถ้าจะให้ได้ผลมากที่สุด ควรใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย

2. ควรนำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ชุดนี้ ศึกษาความสัมพันธ์ในวิชาอื่น ๆ ที่มีธรรมชาติคล้าย ๆ วิชาคณิตศาสตร์

บรรณาการ

บรรณานุกรม

โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สันธุระเวช. การประเมินในชั้นเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 2
กรุงเทพ ฯ : วัฒนาพานิช, 2527.

จำเนียร ช่างโชติ และคณะ. จิตวิทยาการรับรู้และการเรียนรู้. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาจิตวิทยา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2515.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การวัดความถนัด. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

ชวาล แพรัตกุล. การทดสอบเพื่อค้นและพัฒนาสมรรถภาพ. สำนักทดสอบทางการศึกษาและ
จิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517.

_____ . เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

_____ . เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2509.

_____ . เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 6 วัฒนาพานิช, 2518.

_____ . "การวัดความถนัดทางการเรียน" วารสารการวัดผลการศึกษา. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1
พฤษภาคม - สิงหาคม 2526, หน้า 1 - 12.

เชิดศักดิ์ โสวาสินธุ์. การวัดผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

_____ . ความสัมพันธระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณินท์ กศ.ม กรุงเทพฯ ฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.

ทองหล่อ วิภาวิน. การวัดความถนัด. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย-
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

_____ . การวัดความถนัด. โอเดียนสโตร์, 2524.

นิภา ศรีไพโรจน์. หลักการวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ ฯ : ศึกษาพร, 2527.

บุญชม ศรีสะอาด. การวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัด. ศูนย์เอกสารและตำรามหาวิทยาลัย-
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2521.

บุญชม ศรีสะอาด. แบบทดสอบความถนัด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาสารคาม, 2526.

_____. ศึกษาแบบต่างๆ ของแบบทดสอบมิตีส์มันท์. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.

บุญยิ่ง ทองภักดี และสุทธิพงษ์ สุขะจิระ. ความถนัดทางการเรียน. สำนักพิมพ์ประสานมิตร,
มปป.

ประกิจ รัตนสุวรรณ. การวัดและประเมินผลทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

ประเสริฐ ทิศกลาง. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกัน.
ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532.
อัดสำเนา.

พจน์ สะเพียรชัย. การวิจัยองค์ประกอบของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนสำหรับชั้นประถม
ปีที่ 7. คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512.

พรทิพย์ ภักธชาคร. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2520. อัดสำเนา.

พิมพ์ภรณ์ นิรมิตเจียรพันธ์. ผลของรูปแบบของข้อสอบอุปมาอุปไมยภาพทรงเรขาคณิตที่มีต่อคุณภาพ
ของแบบทดสอบอุปมาอุปไมย. ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. ไทยวัฒนาพานิช, 2526.

_____. การวัดผลการศึกษา. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.

ล้วน สายยศ. การค้นหาวัยเยาว์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอก
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510
ปรินทิพินันท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511.
อัดสำเนา.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร
จำกัด, 2531.

_____ . หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. วัฒนาพานิช, 2527.

_____ . หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.

วัญญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สงขลา, 2522.

✕ สถาพร ดิษฐมี ณ ชุมแพ. ออกแบบพื้นฐาน สถาปัตยกรรม มัณฑนศิลป์ ศิลปกรรม. สุวรรณสาส์น
การพิมพ์, 2529.

สมบุรณ์ ชิตพงษ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,
2518.

_____ . การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2524.

สมศักดิ์ สินธุระเวทย์. แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช ,
2526.

สวลีศรี ประทุมราช. "การเรียนเพื่อรู้" พัฒนาวัดผล 10 หน้า 19 - 23 สำนักทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์. สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินญาณินท์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516, อัดสำเนา.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ ธวัชชัย อาทรรุสสุข และพิสิฐ ศุภกรียงค์. สถิติสำหรับการวิจัย
ทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2523.

สุรัช มีชาญ. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบพับกระดาษที่มีแนวเส้นพับ
และชนิดของภาพต่างกัน. ปรินญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533, อัดสำเนา.

✕ สุรศักดิ์ อมรรัตน์ศักดิ์. "การสร้างแบบทดสอบ 2" แบบทดสอบความถนัด. แสงจันทร์การพิมพ์,
2530.

วาสนา คุณเวโรจน์ปกรณ์. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเรเงาและ
ไม่เรเงา ที่หมุนรอบแกน X รอบแกน Y และรอบแกน Z. ปริญญาโท กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

X วิรุณ ตั้งเจริญ. การออกแบบ. กรุงเทพมหานคร, 2526.

อนันต์ ศรีโสภณ. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.

เอนก เพียรอนุกุลบุตร. การสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2527.

Ahmann, J. Stanley and Marvin D. Glock. Evaluation Pupil Growth
Principles of Test and Measurement. 3 rd. ed., Allyn and
Bacon, Inc., Boston, 1967.

Alfred, Schwartz and others. Evaluating Student Progress in the
Secondary School. 1 st. ed., New York : Longman Green, 1957.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. New York : The Macmillan
Company, 1961.

_____. Psychological Testing. 5 th ed. New York : Macmillan
Publishing Co., 1982.

Andreas, Burton G. Experimental Psychology. New York : John
Willey & Sons Inc., 1960.

Archer, Jame E. "Concept Identification as a Function of
Obviousness of Relevant and Irrelevant Information" in
Reading the Psychology of Cognition. p. 454 - 460, ed. by
Richard C. Anderson and David P. Ausubel. New York : Holt,
Rinehart and Winston Inc, 1965.

Baron, Denis and W. Bernard, Harold. Evaluation techniques for
classroom teachers. New York : Mc Graw - Hill, 1958.

- Ben - Chaim, David., Glenda Lappan and Richard T. Houang. "The Effect of Instruction on Spation Visualization Skills of Middle School Boys and Girls, "American Education Research Journal. 25 (1) : 51 - 71; Spring , 1988.
- Borg, Walter R. and Meredith D. Gall. Educational Research on Introduction. David Mckay, 1971.
- Brown, R.E. and Johnson, Phillip G. "Education for The Talented in Mathematics and Sciences, "Bulletin office of Education. 15 : 3 - 4 , 1965.
- Campbell, Allison C. "Some Determinants of the Difficulty of Nonverbal Classification Items, "Educational and Psychological Measurement. 21 : 899 - 913 : Winter, 1961.
- Clements,M.A. "The question of how spatial ability is defined and its relevance to mathematics Education, "Zentralblatt for Didaktik der Mathematic. 15 : 8 - 20 , 1983.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3 rd ed., New York : Harper and Raw Publishers, 1970.
- Darlington, Richard B. Regression and Linear models. New York : McGraw-Hill, Inc., 1990.
- Edwards, Allen Louis. Statistical methods for the behavioral sciences. New York : Rinehart, 1954.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. Mc. Graw - Hill Book Co., New York, 1967.
- Freeman, Frank S. Theory and Practice of Psychological Testing. 3 rd.ed., New York : Holt Rinehart and Winston, 1966.
- French, John W. "The Relationship of Problem-Solving Styles to the Factor Composition of Tests" Educational and Psychological Measurement. 25 : p. 9 - 28 , Spring 1965.

Friedman, Herbert. Introduction to Statistics. New York : Random House, Inc., 1972.

Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education. Longmans, Green and Co., New York, 1958.

Gronlund, Norman Edward. Constructing achievement tests. 2 nd ed. Englewood Cliffs, N.J., Prantice-Hall, 1977.

Guilford and Fruchter, Benjamin. Fundamental Statistics in Psychology and Education. 6th ed. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, 1978.

Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education. 4 th. ed., New York, Mc Graw-Hill, 1965.

Gulliksen, Harold. Theory of Mental tests. New York : John Willey & Sons, Inc., 1967.

Kerlinger, Fred N. and Elaxer J. Pedhazur, Multiple Regression in Behavioral Research. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1973.

Linn, M.C. and A.C. Petersen. "Gender differences in spatial ability : Implications for mathematics and science performance, "The psychology of gender : Advances through meta - analysis. 67-101; 1986.

Michael, William B., Zimmerman Wayne S. and Guilford, J.P. "An Investigation of the Nature of the Spatial - Relations and Visualization Factors in Two High School Samples. "Educational and Psychological Measurement. 11 : p. 561 - 577, 1951.

Rannucsi, Ernest R. "The Role of the Space Perception in the Teaching Mathematics," Bulletin of the International Study Groups for Mathematics Learning. 11 : 19 - 23, October 1964.

Remmer H.H., N.I. Gage. Evaluational Measurement and Evaluation. Rev - ed., New York, Harper and Brothers, 1855.

- Sax, Gilbert. Principles of Educational Measurement and Evaluation. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont, California, 1974.
- Shich, Wenfu. "Spatial Visualization, Attitudes Toward Mathematics and Mathematics Achievement Among Chinese - American, Hispanic - American and Caucasian Seventh and Eighth Grade Student, "Dissertation Abstracts International. 46 : 3633 ; December, 1985.
- Smith, Macfarland. Spatial Ability. University of London Press, Ltd., London, 1964.
- Smith, Walter S. and Cynthia K. Schroeder. "Instruction of Fourth Grade Girls and Boys on Spatial Visualization," Science Education. 63 (1) : 61 - 66, 1979.
- Smith. W.N. "Differential Prediction of Two Test Batteries" The Journal of Educational Research. 5 : 39 - 42, September, 1963.
- Snedecor, George W., and Cochran, William G. Statistical Methods. The Iowa State University Press, Iowa, 1967.
- SPSS Inc., SPSS Statistical Algorithms. New York : SPSS Inc., 1985.
- Stroud, James B. Paul Blommers and Margaret Lauber" Correlation Analysis of WISC and Achievement Tests," The Journal of Educational Psychology. 48 : 18 - 26 January, 1957.
- Thomas R. Murray. " Using Standardized Tests," Judging Student Progress. 1954.
- Thorndike, Robert, L. and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 3 rd. ed., New York, John Willey and Sons, 1966.

- Thorndike, Robert, L. and Elizabeth Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. third edition. John Willey & Sons, Inc., 1969.
- Thurstone, L.L. Primary Mental Ability. Chicago : University of Chicago Press, 1958.
- Tillotson, Marian Louise "The Effect of Instruction in Spatial Visualization on Spatial Abilities and Mathematical Problem Solving," Dissertaion Abstracts International. 45 : 2792, March, 1985.
- Turner R. David. "A Study Guide For Passing High "Mechanical aptitude and spatial relations Tests". 1976.
- Vernon, P.E. Intelligence and Attainment Tests. University of London press LTD. January, 1959.
- Ward J. and T.F. Kitzpatrick. "Characteristic of Matrices item," Perceptual and Motor Skill. 36 : 987 - 993, 1973.
- Warren, Howard G. Dictionary of psychology. Boston, Houghton Mifflin, 1934.
- Wellman, F.E. "Differential Prediction of High School Achievement Using Single Score and Multiple Factor Tests of Mental Maturity, "The Personal and Guidance Journal". 35 : 512 - 517. April 1957.

ກາດຜາວກ

ภาคผนวก ก.

ค่า P_H P_L p r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญระหว่างแบบทดสอบ

ตาราง 34 ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบนิติลัมพันธ์
 นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ (X_1)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ
1.	0.91	0.13	0.53	0.75	12.7	16.	0.89	0.04	0.43	0.82	13.7
2.	0.98	0.02	0.50	0.91	13.0	17.	0.96	0.06	0.52	0.86	12.8
3.	1.00	0.06	0.58	0.90	12.2	18.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2
4.	0.91	0.20	0.58	0.70	12.2	19.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9
5.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3	20.	0.94	0.00	0.42	0.90	13.8
6.	0.98	0.02	0.50	0.91	13.0	21.	0.96	0.00	0.45	0.91	13.5
7.	0.96	0.04	0.50	0.87	13.0	22.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9
8.	0.98	0.06	0.55	0.88	12.5	23.	0.85	0.02	0.38	0.83	14.3
9.	0.94	0.04	0.48	0.86	13.2	24.	0.81	0.17	0.49	0.63	13.1
10.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3	25.	0.87	0.00	0.37	0.87	14.3
11.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9	26.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2
12.	0.98	0.06	0.55	0.88	12.5	27.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9
13.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2	28.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3
14.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9	29.	0.87	0.00	0.37	0.87	14.3
15.	0.94	0.02	0.45	0.88	13.5	30.	0.89	0.00	0.38	0.87	14.2

ตาราง 35 ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิติสัมพันธ์
 นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวางที่ (X_2)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ
1.	0.93	0.04	0.47	0.85	13.3	16.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0
2.	0.94	0.06	0.50	0.84	13.0	17.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2
3.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0	18.	0.89	0.00	0.38	0.87	14.2
4.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9	19.	0.96	0.04	0.50	0.87	13.0
5.	0.98	0.02	0.50	0.91	13.0	20.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0
6.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3	21.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0
7.	0.89	0.00	0.38	0.87	14.2	22.	0.89	0.04	0.43	0.82	13.7
8.	0.91	0.02	0.42	0.86	13.8	23.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2
9.	0.89	0.06	0.46	0.80	13.4	24.	0.91	0.02	0.42	0.86	13.8
10.	0.85	0.26	0.57	0.59	12.3	25.	0.89	0.02	0.40	0.85	14.0
11.	0.94	0.06	0.50	0.84	13.0	26.	0.89	0.00	0.38	0.87	14.2
12.	0.87	0.00	0.37	0.87	14.3	27.	0.91	0.02	0.42	0.86	13.8
13.	0.87	0.04	0.42	0.81	13.8	28.	0.93	0.04	0.47	0.85	13.3
14.	0.98	0.02	0.50	0.91	13.0	29.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0
15.	0.87	0.04	0.42	0.81	13.8	30.	0.94	0.04	0.48	0.86	13.2

ตาราง 36 ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิติสัมพันธ์
 นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ (X_9)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ
1.	0.94	0.04	0.48	0.86	13.2	16.	0.91	0.04	0.45	0.83	13.5
2.	0.91	0.02	0.42	0.86	13.8	17.	0.96	0.07	0.53	0.85	12.7
3.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0	18.	0.85	0.00	0.60	0.53	12.0
4.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0	19.	0.94	0.02	0.45	0.88	13.5
5.	0.89	0.02	0.40	0.85	14.0	20.	0.83	0.02	0.36	0.82	14.4
6.	0.83	0.04	0.39	0.79	14.1	21.	0.80	0.30	0.56	0.50	12.4
7.	0.83	0.00	0.34	0.85	14.6	22.	0.94	0.06	0.50	0.84	13.0
8.	0.91	0.06	0.47	0.81	13.3	23.	0.94	0.02	0.45	0.88	13.5
9.	0.89	0.09	0.48	0.77	13.2	24.	0.80	0.09	0.42	0.70	13.8
10.	0.91	0.00	0.40	0.88	14.0	25.	0.94	0.09	0.53	0.81	12.7
11.	0.91	0.07	0.48	0.80	13.2	26.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3
12.	0.93	0.02	0.44	0.87	13.6	27.	0.93	0.00	0.41	0.89	13.9
13.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2	28.	0.98	0.02	0.50	0.91	13.0
14.	0.87	0.00	0.37	0.87	14.3	29.	0.87	0.02	0.39	0.84	14.1
15.	0.85	0.00	0.36	0.86	14.5	30.	0.85	0.06	0.43	0.77	13.7

ตาราง 37 ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบสถิติสัมพันธ
 นัยลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ (X_4)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ
1.	0.87	0.02	0.39	0.84	14.1	16.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2
2.	0.87	0.02	0.39	0.84	14.1	17.	0.94	0.04	0.48	0.86	13.2
3.	0.83	0.02	0.36	0.82	14.4	18.	0.85	0.04	0.41	0.80	14.0
4.	0.85	0.31	0.59	0.55	12.1	19.	0.96	0.35	0.70	0.69	10.9
5.	0.80	0.04	0.37	0.77	14.3	20.	0.76	0.04	0.35	0.75	14.5
6.	0.81	0.06	0.40	0.75	14.0	21.	0.74	0.04	0.34	0.74	14.6
7.	0.78	0.00	0.32	0.83	14.9	22.	0.91	0.07	0.48	0.80	13.2
8.	0.98	0.00	0.48	0.92	13.2	23.	0.94	0.02	0.45	0.88	13.5
9.	0.91	0.06	0.47	0.81	13.3	24.	0.91	0.11	0.52	0.77	12.8
10.	0.98	0.07	0.56	0.87	12.4	25.	0.96	0.04	0.50	0.87	13.0
11.	0.98	0.13	0.61	0.84	11.9	26.	0.98	0.13	0.61	0.84	11.9
12.	0.96	0.02	0.47	0.89	13.3	27.	0.80	0.04	0.37	0.77	14.3
13.	0.87	0.19	0.54	0.67	12.6	28.	0.76	0.00	0.31	0.82	15.0
14.	0.91	0.02	0.42	0.86	13.8	29.	0.78	0.06	0.39	0.73	14.2
15.	0.81	0.04	0.38	0.78	14.2	30.	0.80	0.04	0.37	0.77	14.3

ตาราง 38 ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมิติสัมพันธ์
 น้ำลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ (X_6)

ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อ	P_H	P_L	p	r	Δ
1.	0.59	0.19	0.38	0.42	14.2	16.	0.69	0.28	0.48	0.41	13.2
2.	0.74	0.43	0.59	0.32	12.1	17.	0.80	0.41	0.61	0.41	11.9
3.	0.69	0.35	0.52	0.34	12.8	18.	0.80	0.37	0.59	0.44	12.1
4.	0.57	0.28	0.42	0.30	13.8	19.	0.76	0.52	0.64	0.26	11.5
5.	0.63	0.37	0.50	0.26	13.0	20.	0.54	50.19	0.36	0.38	14.5
6.	0.69	0.22	0.45	0.47	13.5	21.	0.76	0.17	0.46	0.58	13.4
7.	0.67	0.13	0.38	0.56	14.2	22.	0.83	0.46	0.65	0.40	11.4
8.	0.76	0.44	0.60	0.33	11.9	23.	0.72	0.33	0.53	0.39	12.7
9.	0.74	0.46	0.60	0.29	12.0	24.	0.78	0.15	0.46	0.62	13.4
10.	0.67	0.19	0.42	0.49	13.8	25.	0.61	0.22	0.41	0.40	13.9
11.	0.69	0.22	0.45	0.47	13.5	26.	0.63	0.30	0.46	0.34	13.4
12.	0.81	0.41	0.62	0.42	11.8	27.	0.76	0.22	0.49	0.54	13.1
13.	0.81	0.24	0.53	0.56	12.7	28.	0.56	0.20	0.37	0.38	14.3
14.	0.65	0.19	0.41	0.47	13.9	29.	0.72	0.33	0.53	0.39	12.7
15.	0.63	0.19	0.40	0.46	14.0	30.	0.52	0.24	0.38	0.30	14.3

ตาราง 39 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์
นับลูกบาศก์แต่ละแบบ

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนัก ความสำคัญระหว่างแบบทดสอบ (S_{b1b3})	นักเรียนชาย	นักเรียนหญิง	นักเรียนทั้งหมด
S_{b1b2}	-	-	-
S_{b1b3}	-	-	-
S_{b1b4}	.14576	.13722	.10090
S_{b1b5}	-	-	-
S_{b2b3}	.14004	.15731	.10676
S_{b2b4}	-	-	-
S_{b2b5}	-	-	-
S_{b3b4}	.18939	.19957	.13920
S_{b3b5}	-	-	-
S_{b4b5}	.10687	.10082	.07336

หมายเหตุ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญระหว่างแบบทดสอบ
(S_{b1b3}) ที่เว้นไว้ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างแบบทดสอบ

รหัสแบบทดสอบ

--	--	--	--

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ (ฉบับที่ 1)

คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

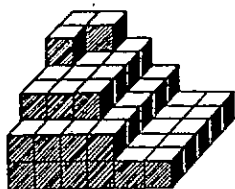
1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็น แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้าย และ ด้านหลังคงที่ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามเกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านข้างซ้าย และระนาบด้านหลัง มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่นๆ คือ ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบ ขึ้นไป

หมายเหตุ ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่แบนราบมีด้านเชื่อมโยงต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียวกัน

2. ข้อคำถามแต่ละข้อ จะกำหนดลูกบาศก์ ที่กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมด ทั้งส่วนที่มองเห็น และมองไม่เห็น โดยอาศัยลักษณะของระนาบของแบบทดสอบในข้อ 1 เพื่อจินตนาการ นับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องอยู่ภายในเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบทั้งหมดของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ เห็นเป็นบางส่วน (จะไม่มีจำนวนระนาบเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่มหรือการดึงลูกบาศก์ออกจากด้านที่มองไม่เห็น หรือเห็นเป็นบางส่วน)

ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อ (0)



ก. 62

ข. 63

ค. 64

ง. 65

จ. 66

คำอธิบายภาพลูกบาศก์

ระนาบด้านหน้า (แรเงาเฉียง) มี 4 ระนาบ

ระนาบด้านหลัง (ตรงข้ามกับด้านหน้า) มี

1 ระนาบ ระนาบด้านบน (ไม่แรเงา) มี

4 ระนาบ ระนาบด้านข้างขวา (แรเงาทึบ)

มี 5 ระนาบ ระนาบด้านข้างซ้าย (ตรงข้ามกับด้านข้างขวา) มี 1 ระนาบ

ระนาบด้านข้างซ้าย และระนาบด้านหลังมี ด้านละ 1 ระนาบ เพราะจากลักษณะของแบบทดสอบในข้อ 1. และจากเงื่อนไข ในข้อ 2.

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที

4. ในการตอบคำถาม นักเรียนจะต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน ถึงลักษณะของข้อสอบ และเงื่อนไขใน ข้อ 2. แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพนับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ถึง จ

จากตัวอย่าง ข้อ (๐) จะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมาย $\times$ กับข้อ ง. ตรงกับ ข้อ (๐) ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (๐)

ก. ข. ค. $\times$ จ.

5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย $=$ กับคำตอบเดิม แล้วขีดเครื่องหมาย $\times$ ในคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ทำได้ดังนี้

ข้อ (๐)

ก. $\times$ ค. $\times$ จ.

6. ถ้านักเรียนพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้ข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด จึงจะได้คะแนนดี

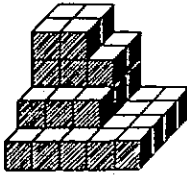
7. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด

8. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามผู้คุมสอบก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

9. เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้รอคำสั่งของผู้คุมสอบต่อไป

นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 1 หน้า 1

1.



- ก. 39
ข. 40
ค. 41
ง. 42
จ. 43

5.



- ก. 27
ข. 28
ค. 29
ง. 30
จ. 31

2.



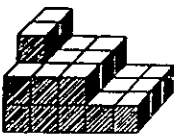
- ก. 23
ข. 24
ค. 25
ง. 26
จ. 27

6.



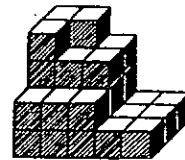
- ก. 24
ข. 25
ค. 26
ง. 27
จ. 28

3.



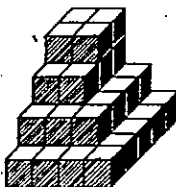
- ก. 25
ข. 26
ค. 27
ง. 28
จ. 29

7.



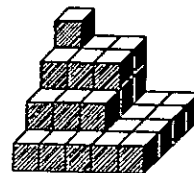
- ก. 29
ข. 31
ค. 33
ง. 35
จ. 37

4.



- ก. 39
ข. 40
ค. 41
ง. 42
จ. 43

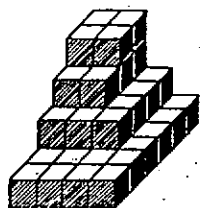
8.



- ก. 32
ข. 34
ค. 36
ง. 38
จ. 40

นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 1 หน้า 2

9.



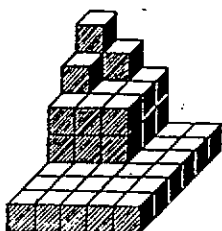
- ก. 46
- ข. 45
- ค. 44
- ง. 43
- จ. 42

13.



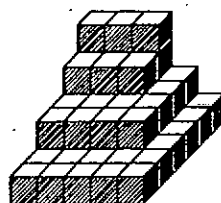
- ก. 25
- ข. 26
- ค. 27
- ง. 28
- จ. 29

10.



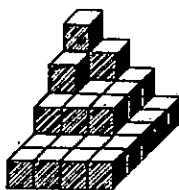
- ก. 56
- ข. 55
- ค. 54
- ง. 53
- จ. 52

14.



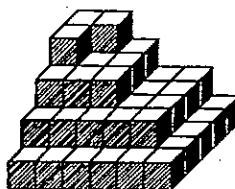
- ก. 54
- ข. 55
- ค. 56
- ง. 57
- จ. 58

11.



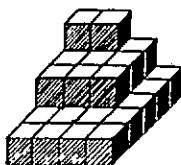
- ก. 27
- ข. 29
- ค. 31
- ง. 33
- จ. 35

15.



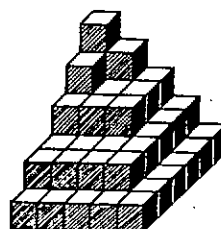
- ก. 64
- ข. 63
- ค. 62
- ง. 61
- จ. 60

12.



- ก. 29
- ข. 31
- ค. 33
- ง. 35
- จ. 37

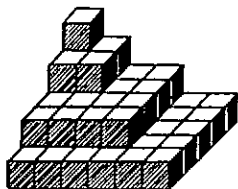
16.



- ก. 66
- ข. 65
- ค. 64
- ง. 63
- จ. 62

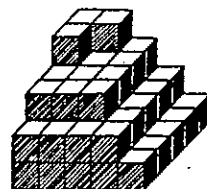
นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 1 หน้า 3

17.



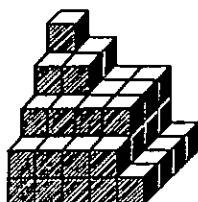
- ก. 49
- ข. 50
- ค. 51
- ง. 52
- จ. 53

21.



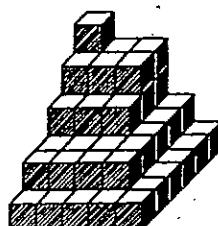
- ก. 60
- ข. 61
- ค. 62
- ง. 63
- จ. 64

18.



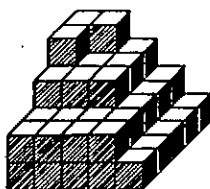
- ก. 57
- ข. 56
- ค. 55
- ง. 54
- จ. 53

22.



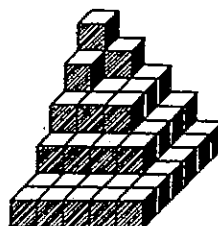
- ก. 65
- ข. 66
- ค. 67
- ง. 68
- จ. 69

19.



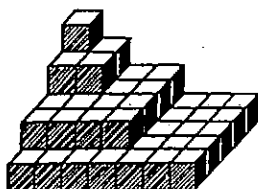
- ก. 56
- ข. 57
- ค. 58
- ง. 59
- จ. 60

23.



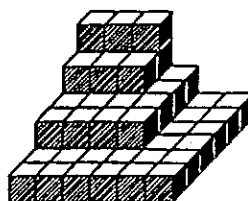
- ก. 55
- ข. 57
- ค. 59
- ง. 61
- จ. 63

20.



- ก. 62
- ข. 60
- ค. 58
- ง. 56
- จ. 54

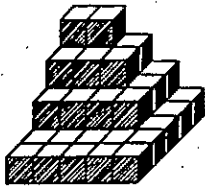
24.



- ก. 63
- ข. 62
- ค. 61
- ง. 60
- จ. 59

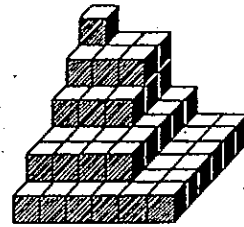
นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 1 หน้า 4

25.



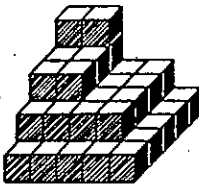
- ก. 48
- ข. 47
- ค. 46
- ง. 45
- จ. 44

28.



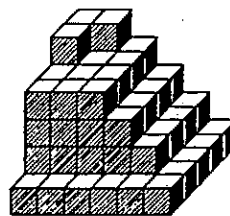
- ก. 70
- ข. 72
- ค. 74
- ง. 76
- จ. 78

26.



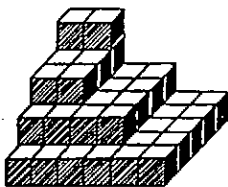
- ก. 53
- ข. 52
- ค. 51
- ง. 50
- จ. 49

29.



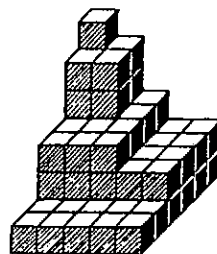
- ก. 80
- ข. 81
- ค. 82
- ง. 83
- จ. 84

27.



- ก. 51
- ข. 52
- ค. 53
- ง. 54
- จ. 55

30.



- ก. 68
- ข. 69
- ค. 70
- ง. 71
- จ. 72

รหัสแบบทดสอบ

--	--	--	--

แบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์ (ฉบับที่ 2)

คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็น แบบทดสอบมิติลัมพันธ์ับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลัง และด้านข้างขวาคงที่ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามเกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ ระนาบด้านหลัง และ ระนาบด้านข้างขวา มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่นๆ คือ ด้านบน ด้านหน้า และด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

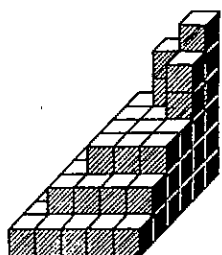
หมายเหตุ ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่แบนราบมีด้านเชื่อมโยงต่อเนื่อง อยู่ในระดับเดียวกัน

2. ข้อคำถามแต่ละข้อ จะกำหนดภาพลูกบาศก์ที่ กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดทั้งส่วนที่มองเห็น และมองไม่เห็น โดยอาศัยลักษณะของระนาบ ของแบบทดสอบในข้อ 1 เพื่อจินตนาการ นับจำนวน ลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องอยู่ภายในเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบทั้งหมดของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบ ที่สามารถมองเห็นได้ หรือเห็นเป็นบางส่วน (จะไม่มีจำนวนระนาบเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจาก การเพิ่มหรือการดึงลูกบาศก์ออกจากด้าน ที่มองไม่เห็น หรือเห็นเป็นบางส่วน)

ตัวอย่างข้อสอบ

คำอธิบาย ภาพลูกบาศก์

ข้อ (0)



- ก. 66 ระนาบด้านหน้า (แรเงาเฉียง) มี 6 ระนาบ
 ข. 67 ระนาบด้านหลัง (ตรงข้ามกับด้านหน้า) มี
 ค. 68 1 ระนาบ ระนาบด้านบน (ไม่แรเงา) มี
 ง. 69 6 ระนาบ ระนาบด้านข้างขวา (แรเงาทึบ)
 จ. 70 มี 1 ระนาบ ระนาบด้านข้างซ้าย (ตรงข้าม
 กับด้านข้างขวา) มี 6 ระนาบ

ระนาบด้านหลัง และ ระนาบด้านข้างขวา มีด้านละ 1 ระนาบ เพราะจากลักษณะของแบบทดสอบ ในข้อ 1. และ จากเงื่อนไข ในข้อ 2.

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที

4. ในการตอบคำถาม นักเรียนจะต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน ถึงลักษณะของข้อสอบ และเงื่อนไขใน ข้อ 2. แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพนับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ถึง จ

จากตัวอย่าง ข้อ (0) จะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมาย $\times$ ทับข้อ ง. ตรงกับ ข้อ (0) ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (0)

ก. ข. ค. $\times$ จ.

5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม แล้วขีดเครื่องหมาย $\times$ ในคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ทำได้ดังนี้

ข้อ (0)

ก. $\times$ ค. $\times$ จ.

6. ถ้านักเรียนพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้ข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด จึงจะได้คะแนนดี

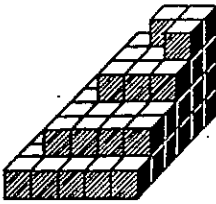
7. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด

8. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามผู้คุมสอบก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

9. เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้รอคำสั่งของผู้คุมสอบต่อไป

นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 2 หน้า 1

1.



ก. 64

ข. 63

ค. 62

ง. 61

จ. 60

5.



ก. 28

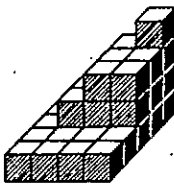
ข. 29

ค. 30

ง. 31

จ. 32

2.



ก. 34

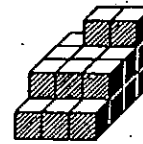
ข. 35

ค. 36

ง. 37

จ. 38

6.



ก. 21

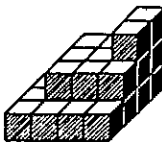
ข. 22

ค. 23

ง. 24

จ. 25

3.



ก. 28

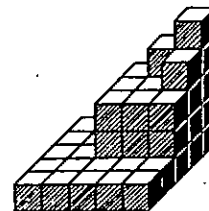
ข. 27

ค. 26

ง. 25

จ. 24

7.



ก. 51

ข. 50

ค. 49

ง. 48

จ. 47

4.



ก. 23

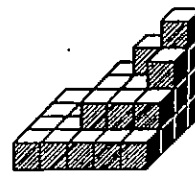
ข. 25

ค. 27

ง. 29

จ. 31

8.



ก. 30

ข. 31

ค. 32

ง. 33

จ. 34

แบบฝึกหัด ฉบับที่ 2 หน้า 2

9.



ก. 16

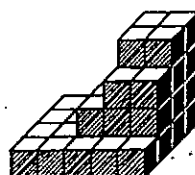
ข. 17

ค. 18

ง. 19

จ. 20

13.



ก. 36

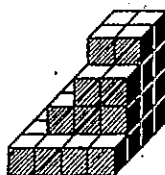
ข. 37

ค. 38

ง. 39

จ. 40

10.



ก. 34

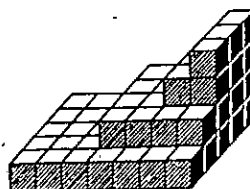
ข. 35

ค. 36

ง. 37

จ. 38

14.



ก. 57

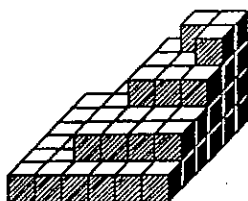
ข. 58

ค. 59

ง. 60

จ. 61

11.



ก. 66

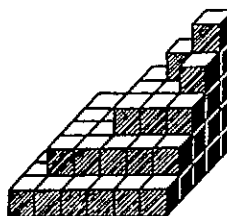
ข. 67

ค. 68

ง. 69

จ. 70

15.



ก. 67

ข. 68

ค. 65

ง. 64

จ. 63

12.



ก. 25

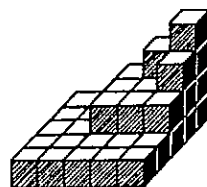
ข. 26

ค. 27

ง. 28

จ. 29

16.



ก. 34

ข. 35

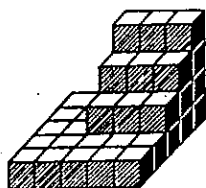
ค. 36

ง. 37

จ. 38

นิบลกบาศก์ ฉบับที่ 2 หน้า 3

17.



ก. 43

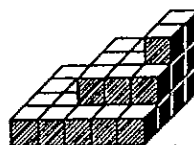
ข. 42

ค. 41

ง. 40

จ. 39

21.



ก. 27

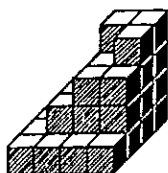
ข. 28

ค. 29

ง. 30

จ. 31

18.



ก. 34

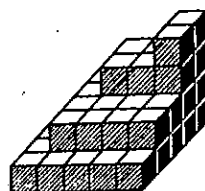
ข. 35

ค. 36

ง. 37

จ. 38

22.



ก. 46

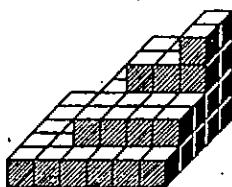
ข. 47

ค. 48

ง. 49

จ. 50

19.



ก. 53

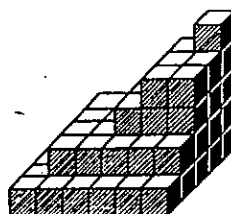
ข. 54

ค. 55

ง. 56

จ. 57

23.



ก. 68

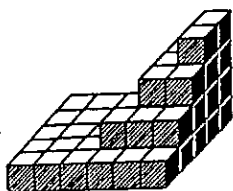
ข. 67

ค. 66

ง. 65

จ. 64

20.



ก. 48

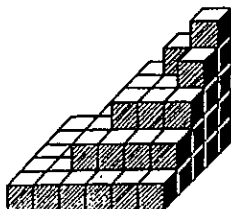
ข. 49

ค. 50

ง. 51

จ. 52

24.



ก. 59

ข. 60

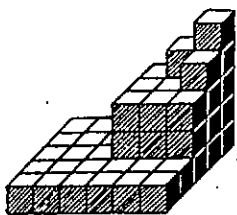
ค. 61

ง. 62

จ. 63

นิรุกติศาสตร์ ฉบับที่ 2 หน้า 4

25.



ก. 51

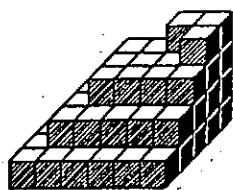
ข. 52

ค. 53

ง. 54

จ. 55

28.



ก. 69

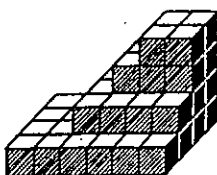
ข. 68

ค. 67

ง. 66

จ. 65

26.



ก. 43

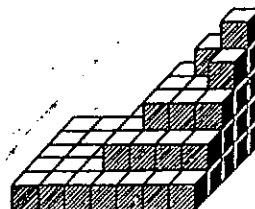
ข. 44

ค. 45

ง. 46

จ. 47

29.



ก. 62

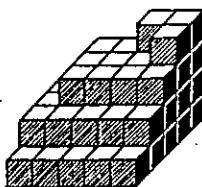
ข. 64

ค. 68

ง. 70

จ. 72

27.



ก. 58

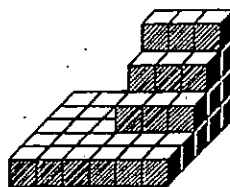
ข. 59

ค. 60

ง. 61

จ. 62

30.



ก. 46

ข. 47

ค. 48

ง. 49

จ. 50

รหัสแบบทดสอบ

--	--	--	--

แบบทดสอบมิติลัมภ์ร์ นับลูกบาศก์ (ฉบับที่ 3)

คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็น แบบทดสอบมิติลัมภ์ร์นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้า และ ด้านข้างซ้าย คงที่ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความเกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านหน้า และ ระนาบด้านข้างซ้าย มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่นๆ คือ ด้านบน ด้านหลัง และด้านข้างขวา จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

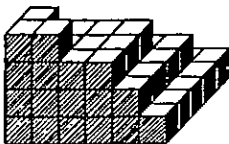
หมายเหตุ ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่แบนราบ มีด้านเชื่อมโยงต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียวกัน

2. ข้อคำถามแต่ละข้อ จะกำหนดภาพลูกบาศก์ ที่กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดทั้งส่วนที่มองเห็น และมองไม่เห็น โดยอาศัยลักษณะของระนาบของแบบทดสอบในข้อ 1 เพื่อจินตนาการ นับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องอยู่ภายในเงื่อนไขที่ว่าจำนวนระนาบทั้งหมดของรูปทรง จะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถ มองเห็นได้ หรือ เห็นเป็นบางส่วน (จะไม่มีจำนวนระนาบเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่ม หรือ การดึงลูกบาศก์ออก จากด้านที่มองไม่เห็น หรือ เห็นเป็นบางส่วน)

ตัวอย่างข้อสอบ

คำอธิบาย ภาพลูกบาศก์

ข้อ (0)



- | | |
|-------|--|
| ก. 62 | <u>ระนาบด้านหน้า</u> (แรเงาเฉียง) มี 1 ระนาบ |
| ข. 63 | <u>ระนาบด้านหลัง</u> (ตรงข้ามกับด้านหน้า) มี |
| ค. 64 | 5 ระนาบ <u>ระนาบด้านบน</u> (ไม่แรเงา) มี |
| ง. 65 | 4 ระนาบ <u>ระนาบด้านข้างขวา</u> (แรเงาทึบ) |
| จ. 66 | มี 5 ระนาบ <u>ระนาบด้านข้างซ้าย</u> (ตรงข้ามกับด้านข้างขวา) มี 1 ระนาบ |

ระนาบด้านหน้า และ ระนาบด้านข้างซ้าย มีด้านละ 1 ระนาบ เพราะจากลักษณะของแบบทดสอบในข้อ 1. และ จากเงื่อนไขในข้อ 2.

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที

4. ในการตอบคำถาม นักเรียนจะต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน ถึงลักษณะของข้อสอบ และเงื่อนไขใน ข้อ 2. แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพนับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ถึง จ

จากตัวอย่าง ข้อ (0) จะเห็นว่า คำตอบที่ถูกที่สุด คือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมาย $\times$ กับข้อ ง. ตรงกับ ข้อ (0) ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (0)

ก. ข. ค. $\times$ จ.

5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย = กับคำตอบเดิม แล้วขีดเครื่องหมาย $\times$ ในคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ทำได้ดังนี้

ข้อ (0)

ก. $\times$ ค. $\times$ จ.

6. ถ้านักเรียนพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้ข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด จึงจะได้คะแนนดี

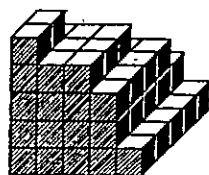
7. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด

8. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามผู้คุมสอบก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

9. เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้รอคำสั่งของผู้คุมสอบต่อไป

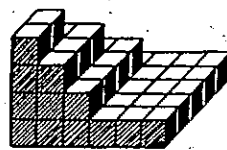
นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 3 หน้า 1

1.



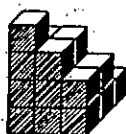
- ก. 71
- ข. 72
- ค. 73
- ง. 74
- จ. 75

5.



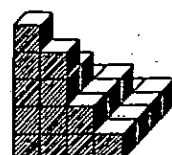
- ก. 49
- ข. 50
- ค. 51
- ง. 52
- จ. 53

2.



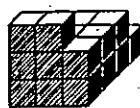
- ก. 20
- ข. 21
- ค. 22
- ง. 23
- จ. 24

6.



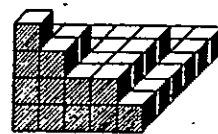
- ก. 32
- ข. 31
- ค. 30
- ง. 29
- จ. 28

3.



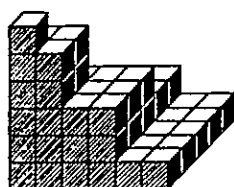
- ก. 27
- ข. 26
- ค. 25
- ง. 24
- จ. 23

7.



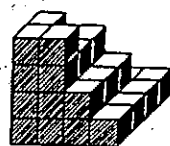
- ก. 49
- ข. 50
- ค. 51
- ง. 52
- จ. 53

4.



- ก. 71
- ข. 69
- ค. 68
- ง. 67
- จ. 66

8.



- ก. 32
- ข. 33
- ค. 34
- ง. 35
- จ. 36

นับลูกบาศก์ จดไว้ที่ 3 หน้า 2

9.



ก. 27

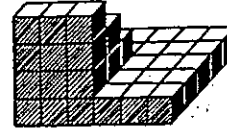
ข. 28

ค. 29

ง. 30

จ. 31

13.



ก. 45

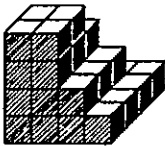
ข. 46

ค. 47

ง. 48

จ. 49

10.



ก. 33

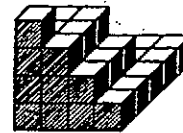
ข. 34

ค. 35

ง. 36

จ. 37

14.



ก. 37

ข. 36

ค. 35

ง. 34

จ. 33

11.



ก. 22

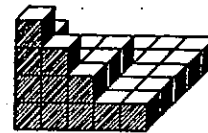
ข. 23

ค. 24

ง. 25

จ. 26

15.



ก. 34

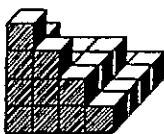
ข. 35

ค. 36

ง. 37

จ. 38

12.



ก. 29

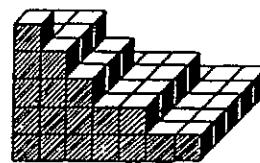
ข. 28

ค. 27

ง. 26

จ. 25

16.



ก. 67

ข. 68

ค. 69

ง. 70

จ. 71

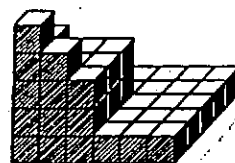
นิบลกบาศก์ ฉบับที่ 3 หน้า 3

17.



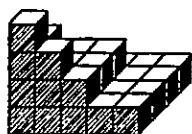
- ก. 27
- ข. 26
- ค. 25
- ง. 24
- จ. 23

21.



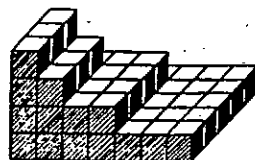
- ก. 49
- ข. 50
- ค. 51
- ง. 52
- จ. 53

18.



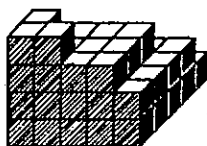
- ก. 32
- ข. 33
- ค. 34
- ง. 35
- จ. 36

22.



- ก. 58
- ข. 59
- ค. 60
- ง. 61
- จ. 62

19.



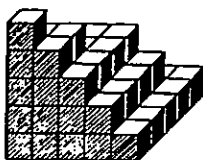
- ก. 60
- ข. 58
- ค. 56
- ง. 54
- จ. 52

23.



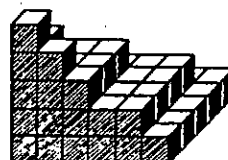
- ก. 30
- ข. 31
- ค. 32
- ง. 33
- จ. 34

20.



- ก. 54
- ข. 55
- ค. 56
- ง. 57
- จ. 58

24.



- ก. 62
- ข. 63
- ค. 64
- ง. 65
- จ. 66

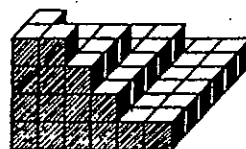
นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 3 หน้า 4

25.



- ก. 56
- ข. 55
- ค. 54
- ง. 53
- จ. 52

28.



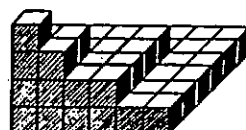
- ก. 64
- ข. 65
- ค. 66
- ง. 67
- จ. 68

26.



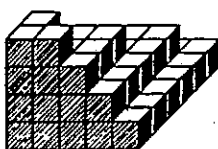
- ก. 57
- ข. 56
- ค. 55
- ง. 54
- จ. 53

29.



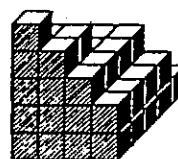
- ก. 57
- ข. 56
- ค. 55
- ง. 54
- จ. 53

27.



- ก. 59
- ข. 60
- ค. 61
- ง. 62
- จ. 63

30.



- ก. 51
- ข. 52
- ค. 53
- ง. 54
- จ. 55

รหัสแบบทดสอบ

--	--	--	--

แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ับลูกบาศก์ (ฉบับที่ 4)

คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็น แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างขวา และ ด้านหน้าคงที่ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความเกิดจากการจัดลูกบาศก์โดยให้ระนาบด้านข้างขวา และ ระนาบด้านหน้า มีด้านละ 1 ระนาบ ส่วนระนาบด้านอื่น ๆ คือ ด้านบน ด้านหลัง และ ด้านข้างซ้าย จะมีด้านละ 2 ระนาบขึ้นไป

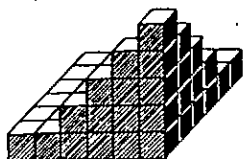
หมายเหตุ ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่แบนราบ มีด้านเชื่อมโยงต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียวกัน

2. ข้อคำถามแต่ละข้อ จะกำหนดภาพลูกบาศก์ ที่กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดทั้งส่วนที่มองเห็น และ มองไม่เห็น โดยอาศัยลักษณะของระนาบของแบบทดสอบในข้อ 1 เพื่อจินตนาการ นับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ทั้งนี้ จะต้องอยู่ภายในเงื่อนไขที่ว่า จำนวนระนาบทั้งหมดของรูปทรงจะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ เห็นเป็นบางส่วน (จะไม่มีจำนวนระนาบเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจาก การเพิ่มหรือการดึง ลูกบาศก์ออกจากด้านที่มองไม่เห็น หรือ เห็นเป็นบางส่วน)

ตัวอย่างข้อสอบ

คำอธิบายภาพลูกบาศก์

ข้อ (0)



- ก. 62 ระนาบด้านหน้า (แรเงาเฉียง) มี 1 ระนาบ
 ข. 63 ระนาบด้านหลัง (ตรงข้ามกับด้านหน้า) มี
 ค. 64 6 ระนาบ ระนาบด้านบน (ไม่แรเงา) มี
 ง. 65 6 ระนาบ ระนาบด้านข้างขวา (แรเงาทึบ)
 จ. 66 มี 1 ระนาบ ระนาบด้านข้างซ้าย (ตรงข้ามกับด้านข้างขวา) มี 6 ระนาบ

ระนาบด้านข้างขวา และ ระนาบด้านหน้ามีด้านละ 1 ระนาบ เพราะจากลักษณะของแบบทดสอบในข้อ 1. และ จากเงื่อนไขในข้อ 2.

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที

4. ในการตอบคำถาม นักเรียนจะต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน ถึงลักษณะของข้อสอบ และเงื่อนไขใน ข้อ 2. แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพนับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ถึง จ

จากตัวอย่าง ข้อ (๐) จะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมาย × กับข้อ ง. ตรงกับ ข้อ (๐) ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (๐)

ก. ข. ค. ~~ง.~~ จ.

5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย = กับคำตอบเดิม แล้วขีดเครื่องหมาย × ในคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ทำได้ดังนี้

ข้อ (๐)

ก. ~~ข.~~ ค. ~~ง.~~ จ.

6. ถ้านักเรียนพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้ข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด จึงจะได้คะแนนดี

7. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด

8. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามผู้คุมสอบก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

9. เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้รอคำสั่งของผู้คุมสอบต่อไป

นับลูกบาศก์ จบบทที่ 4 หน้า 1

1.



ก. 30

ข. 29

ค. 28

ง. 27

จ. 26

5.



ก. 29

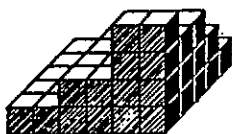
ข. 30

ค. 31

ง. 32

จ. 33

2.



ก. 54

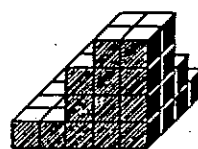
ข. 53

ค. 52

ง. 51

จ. 50

6.



ก. 38

ข. 39

ค. 40

ง. 41

จ. 42

3.



ก. 20

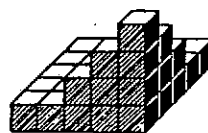
ข. 21

ค. 22

ง. 23

จ. 24

7.



ก. 38

ข. 37

ค. 36

ง. 35

จ. 34

4.



ก. 19

ข. 20

ค. 21

ง. 22

จ. 23

8.



ก. 37

ข. 36

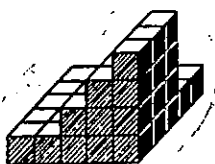
ค. 35

ง. 34

จ. 33

นิลภพาศ์ ฉบับที่ 4 หน้า 2

9.



ก. 41

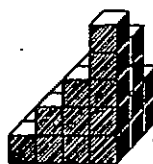
ข. 42

ค. 43

ง. 44

จ. 45

13.



ก. 27

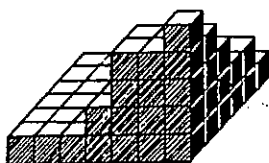
ข. 28

ค. 29

ง. 30

จ. 31

10.



ก. 74

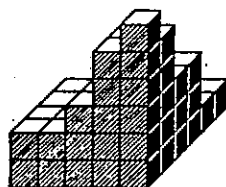
ข. 75

ค. 76

ง. 77

จ. 78

14.



ก. 69

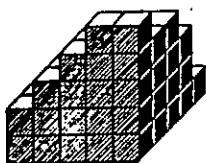
ข. 70

ค. 71

ง. 72

จ. 73

11.



ก. 72

ข. 71

ค. 70

ง. 69

จ. 68

15.



ก. 33

ข. 32

ค. 31

ง. 30

จ. 29

12.



ก. 18

ข. 19

ค. 20

ง. 21

จ. 22

16.



ก. 39

ข. 40

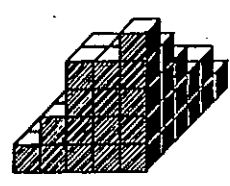
ค. 41

ง. 42

จ. 43

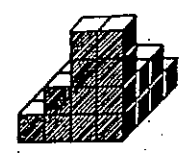
นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 4 หน้า 3

17.



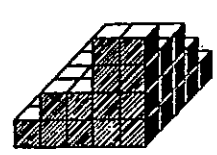
- ก. 67
- ข. 66
- ค. 65
- ง. 64
- จ. 63

21.



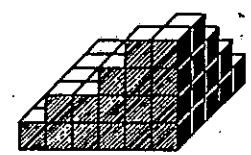
- ก. 25
- ข. 26
- ค. 27
- ง. 28
- จ. 29

18.



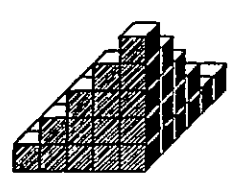
- ก. 46
- ข. 47
- ค. 48
- ง. 49
- จ. 50

22.



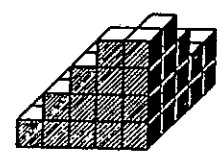
- ก. 60
- ข. 61
- ค. 62
- ง. 63
- จ. 64

19.



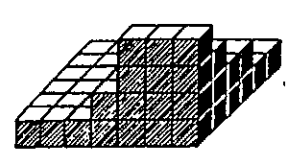
- ก. 55
- ข. 56
- ค. 57
- ง. 58
- จ. 59

23.



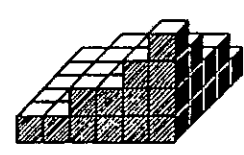
- ก. 56
- ข. 57
- ค. 58
- ง. 59
- จ. 60

20.



- ก. 67
- ข. 66
- ค. 65
- ง. 64
- จ. 63

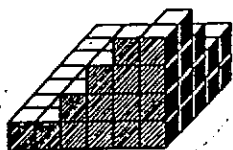
24.



- ก. 51
- ข. 50
- ค. 49
- ง. 48
- จ. 47

นิมิตลภาพาศัก จินตภาพ 4 หน้า 4

25.



ก. 58

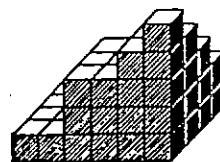
ข. 59

ค. 60

ง. 61

จ. 62

28.



ก. 55

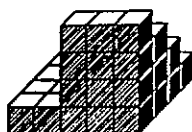
ข. 56

ค. 57

ง. 58

จ. 59

26.



ก. 38

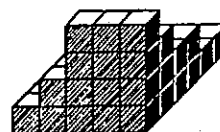
ข. 37

ค. 36

ง. 35

จ. 34

29.



ก. 53

ข. 54

ค. 55

ง. 56

จ. 57

27.



ก. 63

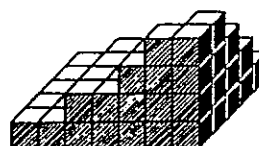
ข. 65

ค. 67

ง. 69

จ. 71

30.



ก. 69

ข. 67

ค. 65

ง. 63

จ. 61

รหัสแบบทดสอบ

--	--	--	--

แบบทดสอบมิติลัมพันธ์ นับลูกบาศก์ (ฉบับที่ ๕)

คำอธิบายในการทำแบบทดสอบ

๑. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็น แบบทดสอบมิติลัมพันธ์นับลูกบาศก์ แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ไม่มีระนาบใดคงที่ หมายถึง เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความ เกิดจากการจัดลูกบาศก์ โดยให้ระนาบด้านข้างขวา ด้านหน้า ด้านข้างซ้าย ด้านหลัง และด้านบน มีด้านละ ๒ ระนาบขึ้นไป

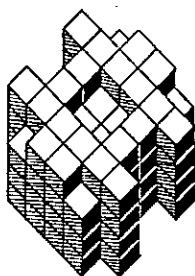
หมายเหตุ ระนาบ หมายถึง พื้นผิวที่แบนราบมีด้านเชื่อมโยงต่อเนื่องอยู่ในระดับเดียวกัน

๒. ข้อคำถามแต่ละข้อ จะกำหนดภาพลูกบาศก์ ที่กองรวมกันอยู่ ให้นักเรียนนับจำนวนลูกบาศก์ทั้งหมดทั้งส่วนที่มองเห็น และ มองไม่เห็น โดยอาศัยลักษณะของระนาบของแบบทดสอบในข้อ ๑ เพื่อจินตนาการ นับจำนวนลูกบาศก์นั้นตามความเป็นจริง ทั้งนี้จะต้องอยู่ภายในเงื่อนไขที่ว่าจำนวนระนาบทั้งหมดของรูปทรง จะมีเท่ากับจำนวนระนาบที่สามารถมองเห็นได้ หรือ เห็นเป็นบางส่วน (จะไม่มีจำนวนระนาบเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการเพิ่ม หรือการดึง ลูกบาศก์ออก จากด้านที่มองไม่เห็น หรือ เห็นเป็นบางส่วน)

ตัวอย่างข้อสอบ

คำอธิบายภาพลูกบาศก์

ข้อ (๐).



- ก. 101 ระนาบด้านหน้า (แรเงาเฉียง) มี 6 ระนาบ
- ข. 102 ระนาบด้านหลัง (ตรงข้ามกับด้านหน้า) มี
- ค. 103 6 ระนาบ ระนาบด้านบน (ไม่แรเงา) มี
- ง. 104 6 ระนาบ ระนาบด้านข้างขวา (แรเงาทึบ)
- จ. 105 มี 8 ระนาบ ระนาบด้านข้างซ้าย (ตรงข้ามกับด้านข้างขวา) มี 8 ระนาบ

ระนาบด้านข้างขวา ด้านหน้า ด้านข้างซ้าย ด้านหลัง และด้านบน มีด้านละ ๒ ระนาบขึ้นไป เพราะจาก ลักษณะของแบบทดสอบในข้อ ๑. และ จากเงื่อนไขข้อ ๒.

3. แบบทดสอบฉบับนี้มี 4 หน้า จำนวน 30 ข้อ ให้เวลาทำ 15 นาที

4. ในการตอบคำถาม นักเรียนจะต้องพิจารณาให้ถี่ถ้วน ถึงลักษณะของข้อสอบ และเงื่อนไขใน ข้อ 2. แล้วใช้ความสามารถในการจินตนาการภาพนับจำนวนลูกบาศก์นั้น เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ถึง จ

จากตัวอย่าง ข้อ (0) จะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ง. ก็ไปขีดเครื่องหมาย $\times$ ทับข้อ ง. ตรงกับ ข้อ (0) ในกระดาษคำตอบดังนี้

ข้อ (0) ก. ข. ค. $\times$ จ.

5. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิม แล้วขีดเครื่องหมาย $\times$ ในคำตอบใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ง. เป็นข้อ ข. ทำได้ดังนี้

ข้อ (0) ก. $\times$ ค. $\times$ จ.

6. ถ้านักเรียนพบข้อยาก อย่าท้อใจ ให้ข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ จงพยายามทำให้มากที่สุด เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด จึงจะได้คะแนนดี

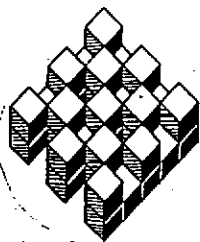
7. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด

8. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยอย่างใด ให้ยกมือถามผู้คุมสอบก่อนที่จะเริ่มทำแบบทดสอบ

9. เมื่อนักเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้รอคำสั่งของผู้คุมสอบต่อไป

นันทนาการ ฉบับที่ 5 หน้า 1

1.



ก. 43

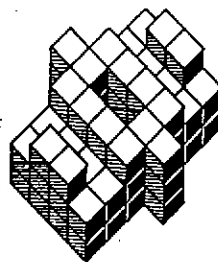
ข. 44

ค. 45

ง. 46

จ. 47

5.



ก. 72

ข. 71

ค. 70

ง. 69

จ. 68

2.



ก. 12

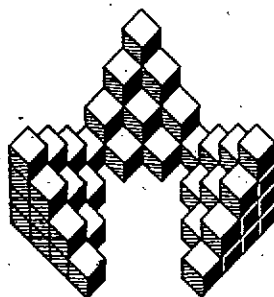
ข. 13

ค. 14

ง. 15

จ. 16

6.



ก. 54

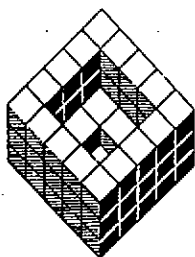
ข. 56

ค. 58

ง. 60

จ. 62

3.



ก. 54

ข. 55

ค. 56

ง. 57

จ. 58

7.



ก. 29

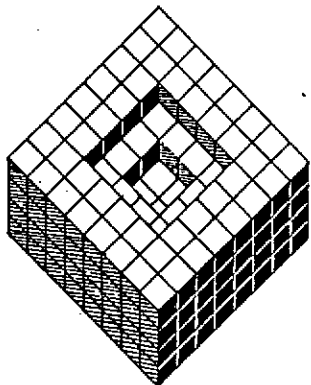
ข. 28

ค. 27

ง. 26

จ. 25

4.



ก. 232

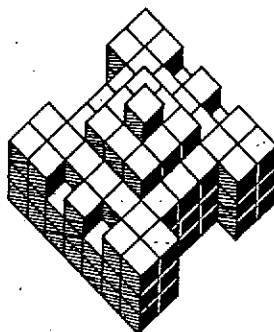
ข. 233

ค. 234

ง. 235

จ. 236

8.



ก. 132

ข. 133

ค. 134

ง. 135

จ. 136

นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 5 หน้า 2

9.



ก. 22

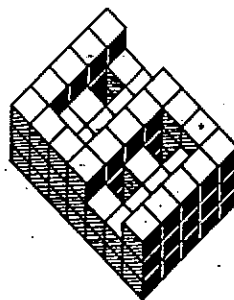
ข. 23

ค. 24

ง. 25

จ. 26

13.



ก. 83

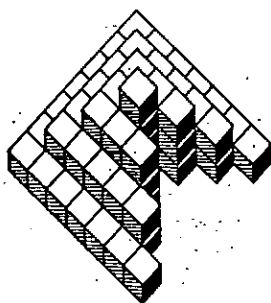
ข. 84

ค. 85

ง. 86

จ. 87

10.



ก. 67

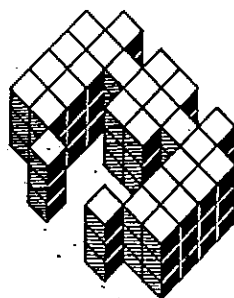
ข. 68

ค. 69

ง. 70

จ. 71

14.



ก. 81

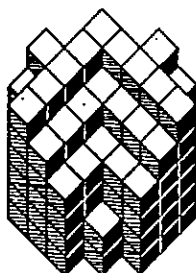
ข. 82

ค. 83

ง. 84

จ. 85

11.



ก. 133

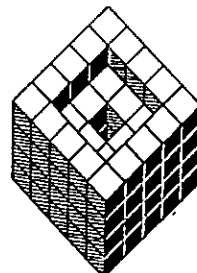
ข. 132

ค. 131

ง. 130

จ. 129

15.



ก. 84

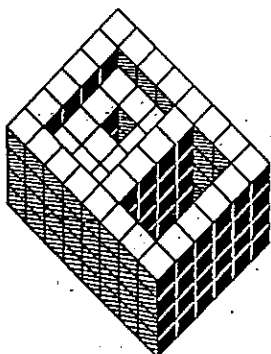
ข. 85

ค. 86

ง. 87

จ. 88

12.



ก. 144

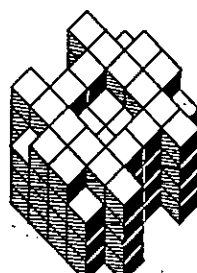
ข. 145

ค. 146

ง. 147

จ. 148

16.



ก. 100

ข. 101

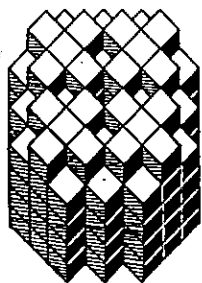
ค. 102

ง. 103

จ. 104

นับลูกบาศก์ ฉบับที่ 5 หน้า 3

17.



ก. 156

ข. 158

ค. 160

ง. 162

จ. 164

21.



ก. 32

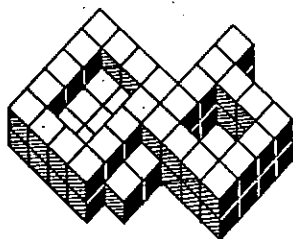
ข. 33

ค. 34

ง. 35

จ. 36

18.



ก. 64

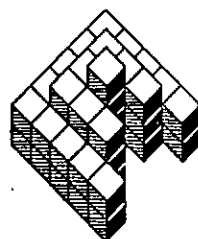
ข. 63

ค. 62

ง. 61

จ. 60

22.



ก. 47

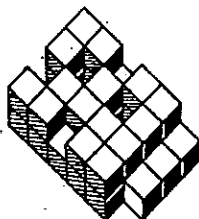
ข. 48

ค. 49

ง. 50

จ. 51

19.



ก. 31

ข. 32

ค. 33

ง. 34

จ. 35

23.



ก. 36

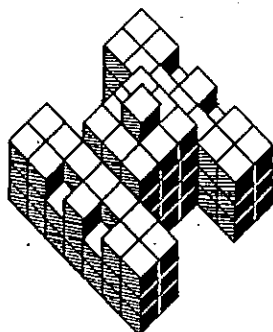
ข. 38

ค. 40

ง. 42

จ. 44

20.



ก. 117

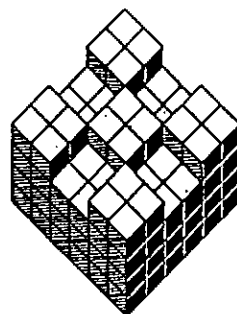
ข. 118

ค. 119

ง. 120

จ. 121

24.



ก. 124

ข. 126

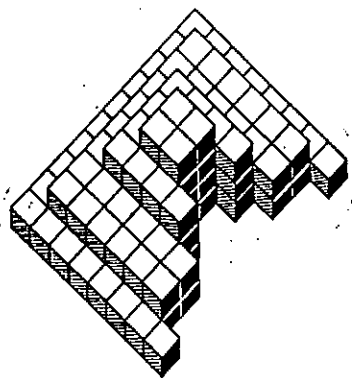
ค. 128

ง. 130

จ. 132

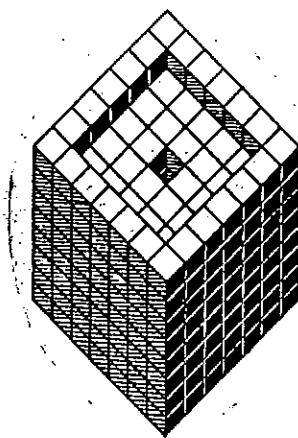
นิยามศาสตร์ ฉบับที่ 5 หน้า 4

25.



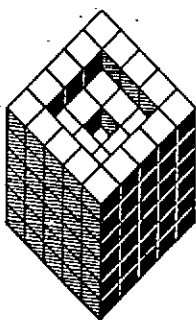
- ก. 126
- ข. 125
- ค. 124
- ง. 123
- จ. 122

28.



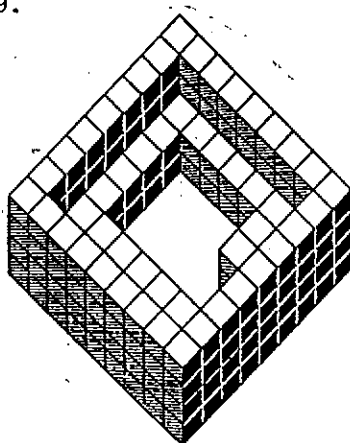
- ก. 360
- ข. 361
- ค. 362
- ง. 363
- จ. 364

26.



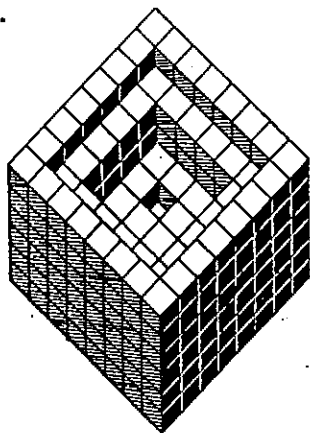
- ก. 138
- ข. 139
- ค. 140
- ง. 141
- จ. 142

29.



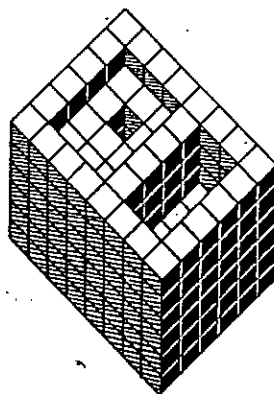
- ก. 182
- ข. 184
- ค. 186
- ง. 188
- จ. 190

27.



- ก. 314
- ข. 315
- ค. 316
- ง. 317
- จ. 318

30.



- ก. 245
- ข. 247
- ค. 249
- ง. 251
- จ. 253

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालนฤกษ์	ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ชูศรี วงศ์รัตน์	ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ล้วน สายยศ	ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ดร.สุนันท์ คลโกสม	สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.นิภา ศรีไพโรจน์	ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นายขรรจง ปกป้อง
เกิดวันที่ 20 มกราคม 2506
สถานที่เกิด อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 83 หมู่ 9 บ้านดง ตำบลโพธิ์ทัน อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3
สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านคำแหลม อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร
ประวัติการศึกษา
พ.ศ. 2524 จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนคำเขื่อนแก้วชนูปถัมภ์
อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร
พ.ศ. 2526 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
จากวิทยาลัยครูอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2527 ประกาศนียบัตรพิเศษครูมัธยม
พ.ศ. 2529 ศึกษาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์
จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2534 การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

1

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบต่าง ๆ
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
ยรรยง ปกป้อง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ธันวาคม 2534

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบและ เปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้งห้าแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดยโสธรที่ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ ด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และไม่มีระนาบใดคงที่

ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน แบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์แต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนชายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ ระหว่างแบบไม่มีระนาบใดคงที่กับแบบระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ ด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และระหว่างแบบระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่กับระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 2 คู่คือ ระหว่างแบบระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่กับแบบระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และระหว่างแบบระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่กับแบบไม่มีระนาบใดคงที่ ในกลุ่มนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 3 คู่ คือ ระหว่างแบบระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่กับแบบระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ ระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และไม่มีระนาบใดคงที่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ ระหว่างแบบระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่กับแบบระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ในกลุ่มนักเรียนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มี 4 คู่ คือ ระหว่างแบบไม่มีระนาบใดคงที่กับแบบระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่ ด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ ด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ และระหว่างแบบระนาบด้านข้างซ้ายและด้านหลังคงที่กับแบบระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มี 1 คู่ คือ ระหว่างแบบไม่มีระนาบใดคงที่กับแบบระนาบด้านข้างขวาและด้านหน้าคงที่ และยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบมิตินัยสัมพันธ์กับลูกบาศก์

แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักความสำคัญ ของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์แบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่ กับแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหน้าและด้านข้างซ้ายคงที่ ในกลุ่มนักเรียนชายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พหุคูณของคะแนนแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดแต่ละตัว มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบทั้งสามกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกัน

แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์ทั้ง 5 แบบ พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในกลุ่มนักเรียนหญิง และนักเรียนทั้งหมดได้ ส่วนในกลุ่มนักเรียนชายแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์กับลูกบาศก์พยากรณ์ได้เพียง 4 แบบ ยกเว้นแบบสถานการณ์เป็นรูปทรงที่ระนาบด้านหลังและด้านข้างขวาคงที่

**A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME COUNTING CUBES SPATIAL
ABILITIES TEST SCORES AND MATHEMATICAL ACHIEVEMENT**

ABSTRACT

BY

YANYONG POKPONG

**Presented in partial fulfilment of the requirements for the Master
of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University**

December 1991

The purposes of this investigation were to compare : (1) the correlation coefficients between the varying counting cubes spatial abilities test scores and mathematical achievement (2) the beta-weight of each type of the spatial tests and (3) the multiple correlation coefficients between the scores and the mathematical achievement scores. The sample, consisted of four hundred subjects from mathayom suksa-four students studying in Yasothorn province in academic year of 1991, was selected by multistage random sampling. The instruments used to collect data were the counting cubes spatial abilities tests varied on flat sides of a pile of cubes.

The results indicated that : for male group, four pairs of correlation coefficients found to be difference at .01 level of significant. They were none flat side type and (a) flat on left and back side type (b) flat on back and right side type (c) flat on front and left side type and (d) flat on back and right side and flat on right and front side type. And two pairs correlation coefficients found to be difference at .05 level of significant. They were flat on front and left side type and flat on right and front side type, and flat on right and front side and none flat side type. For female group, three pairs of correlation coefficients found to be difference at .01 level of significant. They were flat on left and back side type and (a) flat on right and front side type (b) flat on right and back side type (c) none flat side type. One pair found at .05 level of significant was flat on left and back and flat on front and left side type. For total group, correlation coefficients found to be difference at .01 level of significant the result was similar to

male group except for the last pair which was the flat on left and back and flat on right and front side type. The correlation coefficients of none flat side type and flat on right and front side type was statistical significant difference at .05 level. In addition, the correlation coefficients between flat on back and right side type of male and female found to be difference at .01 level of significant. For the beta - weight of the test scores that had statistical significant difference at .05 was between flat on back and right side type and flat on front and left side type in male group only. And multiple correlation coefficients between each test scores and mathematical achievement found to be significant at .01 level. However, the multiple correlation coefficients of the three groups (male, female and total) difference from each others.

All five tests can predict the mathematical achievement of female and the total group. For male, tests can predict except the flat on back and right side type can not.