

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติ
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุวิมล มาลีชัย

- 2 ส.ค. 253๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มิถุนายน 2532

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

171459

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติ
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

สุวิมล มาลีสัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร

ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต

มิถุนายน 2532

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 305, ว 306 และคะแนนรวม) ซึ่งแบบทดสอบอนุกรมมิติมีดังนี้ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการเรียงลำดับ และแบบจตุรัสลาติน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2538 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร จำนวน 400 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น

ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทางบวกทุกรายวิชา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คำนวณจากความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบการลดมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คำนวณจากความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการลด มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ สำหรับคำนวณความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ มีผลร่วมกับคะแนนรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชาไม่สัมพันธ์กันทุกอย่างเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MATRICES TEST
SCORES AND THE ACHIEVEMENT IN SCIENCE

ABSTRACT

BY

SUWINOL MALEELAI

Presented in partial fulfillment of the requirement
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

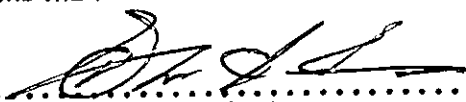
June, 1989

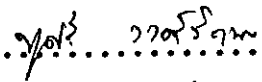
This investigation was designed to find the relationship between the matrices test score and achievement in science (Sc 305, Sc 306 and total). The battery of matrices test consisted of addition, subtraction, intersection, unique addition, seriation and latin square. A sample, drawn by stratified random sampling, consisted of 400 Mathayom Suksa 3 Students in academic year 1988 from Sakolnakhon province.

The results of this investigation revealed that the inter correlation between each subtest of matrices test score and each achievement in science were positively and significantly at .01 level. Furthermore, in considering the relative contribution of each subtest score on each criterion variable, the score weight of addition, unique addition and seriation were significantly contribution to achievement in science (Sc 305) at .01 level, but subtraction significantly at .05 level. The score weight of unique addition and subtraction were significantly contribution to achievement in science (Sc 306) at .01 and .05 levels. The score weight of addition, subtraction, unique addition and seriation were significantly contribution to achievement in science (total) at .01 level, and the other were not significant. The multiple correlation of the matrices test score and achievement in science were positively and significantly at .01 level.

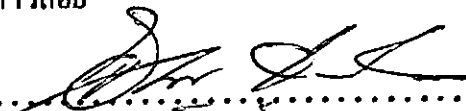
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

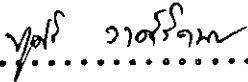
คณะกรรมการที่ปรึกษา

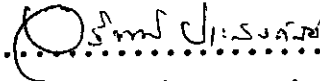
.....  ประธาน
(รศ. ล้วน สายยศ)

.....  กรรมการ
(รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ)

คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน
(รศ. ล้วน สายยศ)

.....  กรรมการ
(รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. จรินทร์ ประสงค์สม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร. สัมพร บัวทอง)

วันที่ 22 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จากรองศาสตราจารย์ล้วน สายยศ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ และผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และสำนักงานศึกษาธิการเขต เขตการศึกษา 9 จังหวัดอุดรธานี ที่กรุณาให้ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรฐานมาประกอบการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยความสะดวก อาจารย์ใหญ่ คณาจารย์และนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบคุณ อาจารย์สุกฤษณ์ คูหาทอง อาจารย์ประสาธ ธรรมรัตน์ คุณเพชรชาติ ธรรมแสง คุณสุวรรณา วชิรปราการสกุล คุณจรรยา สิงห์ทอง คุณสุนทร ไกรภาพแก้ว คุณชาติชาย ภูิกิติไมตรี รวมทั้งพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ประสิทธิ์ โพชะโน คุณเอกภพ ทองสวัสดิ์วงศ์ และxonมร่าถึงพระคุณของบิดามารดา ตลอดจนญาติพี่น้องที่ได้ให้กำลังใจ กำลังทรัพย์ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

สุวิมล มาลีสัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ	9
ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ	18
ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติกับอื่น ๆ	22
งานวิจัยแบบทดสอบอนุกรมมิติที่เกี่ยวข้องกับอื่น ๆ	24
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	33
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	34
ประชากร	34
กลุ่มตัวอย่าง	34
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	36
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ	37
ลักษณะของแบบทดสอบ	41
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล	48
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	49

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล	54
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	55
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	67
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	67
กลุ่มตัวอย่าง	67
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	67
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	68
การวิเคราะห์ข้อมูล	69
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	69
อภิปรายผล	71
ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	82
ประวัติย่อของผู้วิจัย	133

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน	35
2 พิสัยค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้ง หกฉบับ	45
3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกฉบับ	46
4 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกฉบับ	47
5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกฉบับ	56
6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์	57
7 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบ อนุกรมมิตีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	58
8 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบ	59
9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน การพยากรณ์แบบพหุคูณ (S.E. est) อันตบที่ของการค้นหาตัวพยากรณ์และ ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 305 เป็นเกณฑ์	61
10 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน	

	การพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) อันติบที่ของการค้นหาตัวพยากรณ์ และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เป็นเกณฑ์	63
11	ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานใน การพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) อันติบที่ของการค้นหาตัวพยากรณ์ และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) เมื่อใช้คะแนนรวม ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์	65
12	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม	83
13	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด	84
14	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม	85
15	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์ ...	86
16	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับ	87
17	แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน	88
18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพยากรณ์กับตัวพยากรณ์ และตัวพยากรณ์ กับตัวเกณฑ์	89
19	การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ดีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้รายวิชา ว 305 เป็นเกณฑ์	90
20	การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ดีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้รายวิชา ว 306 เป็นเกณฑ์	90
21	การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ดีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เมื่อใช้คะแนนรวมเป็นเกณฑ์	91

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตรแท้ : (A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิตินี้
(B) สมมาตรตามแนวนอน (C) สมมาตรตามแนวตั้ง
(D) สมมาตรตามแนวทะแยง 14
- 2 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่เหมือนกัน : (A) เหมือนกันธรรมดา
(B) เหมือนกันตามแนวตั้ง (C) เหมือนกันตามแนวนอน
(D) เหมือนกันแบบคอเนื่อง 15
- 3 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้จตุรัสลาติน : (A) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา
(B) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา (เปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง)
(C) จตุรัสลาตินแบบผสม (D) อนุกรมมิตินี้ที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกัน
กับจตุรัสลาติน 15
- 4 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่ไม่สมมาตร : (A) การรวมตามแนวตั้งและแนวนอน
(B) การรวมตามแนวนอน (C) การรวมตามแนวตั้ง
(D) การหาตัวร่วม(ตามแนวนอน) (E) การรวมรูปทรงที่ต่างกัน ... 16
- 5 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง : (A) ลำดับขนาด (B) อุปมาอุปไมยภาพ
(C) ลำดับการเจริญงอกงาม (D) ลำดับการบวก
(E) ลำดับการคูณ (F) การกลับอันตัม (G) การหมุน
(H) การสะท้อนกลับ (I) การเคลื่อน (J , K) การแรเงา ... 17
- 6 ตัวอย่างอนุกรมมิตินี้ถูก, ผิด : (A) อนุกรมมิตินี้แบบถูกที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ
2 ตัว และการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (B) อนุกรมมิตินี้แบบผิดที่ประกอบด้วย
ส่วนประกอบ 3 ตัว และการเปลี่ยนรูป 2 แบบ 26
- 7 ลำดับชั้นในการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ 40

บทที่ ๑

บทนำ

บทนำ

สมรรถภาพสมองเป็นองค์ประกอบสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล มิได้เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์เพียงอย่างเดียว แต่เป็นผลเนื่องมาจากการฝึกฝนและสิ่งแวดล้อม (ชวาล แพทย์กุล. 2526 : 7) ดังนั้นการจัดประสบการณ์ให้บุคคลได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทางการศึกษา ถ้าผู้เกี่ยวข้องได้ศึกษาถึงสมรรถภาพสมองของนักเรียนแต่ละคน จะรู้ว่่านักเรียนคน ค่อย กันใด ก็สามารถจัดประสบการณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพสมองเกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จในการเรียน ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปสู่จุดหมายที่ตั้งไว้ อย่างมีประสิทธิภาพ

การที่จะทราบว่านักเรียนแต่ละคนบรรลุผลตามจุดหมายหรือไม่นั้นจำต้องอาศัยการวัดผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการศึกษาที่จำเป็นต้องกระทำ การทดสอบเป็นการวัดผลการเรียนที่จำเป็นอย่างยิ่ง การวัดผลการศึกษาเป็นกระบวนการที่จะให้ใคร่มาซึ่งปริมาณจำนวนหนึ่ง อันมีความหมายแทนขนาดสมรรถภาพนามธรรมที่นักเรียนผู้นั้นมีอยู่ในตน (จรินทร์ ประสงค์สม. 2517 : 3) เนื่องจากสมรรถภาพสมองเป็นองค์ประกอบหลักในการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเรียนวิชาต่าง ๆ ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงต่ำ จากการพิจารณาวิชาที่มีบทบาทสำคัญมากคือ วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการพัฒนาทางปัญญาและสภาวะความเป็นอยู่ ปัจจุบันมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มากที่สุดไม่ว่าจะเป็น การปฏิบัติการใด ๆ ในชีวิตประจำวัน วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เป็นผลิตผลจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคมมากมายทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคตอย่างไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนั้นวิทยาศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

ต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้เพราะวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นเท่านั้น แต่วิทยาศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้ระเบียบ มีเหตุผล ใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ (แสงศิริ ศิริมงคล. 2529 : 1) ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนตลอดจนผู้จัดวางหลักสูตรไม่ควรมุ่งหมายแต่เพียงให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่ยังหวังให้นักเรียนรู้จักนำความรู้ความสามารถที่ได้รับการปลูกฝังจากโรงเรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน หรือเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สถานการณ์ใหม่ ๆ ต่อไป โดยตนเองได้อีกด้วย โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ฝึกให้นักเรียนคิดโดยตรง (นงนุช วรรณวาทะ. 2514 : 1 - 3) และต้องใช้สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ (สุทธิพงษ์ สุขจิระ. 2522 : 3) ครูสามารถปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักการแก้ปัญหามีเหตุผลอาศัยวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การแก้ปัญห่อื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีริ้วรอยศึกษาตอนต้นมีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล ฉะนั้นข้อสอบวิชานี้จะต้องมีการวัดความสามารถหรือสมรรถภาพในด้านเหตุผลด้วย (สรวรศักดิ์ อ่อนนาค. 2511 : 2) แบบทดสอบที่สามารถใช้วัดความสามารถทางด้านเหตุผลรูปแบบหนึ่งคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติ ซึ่งสร้างขึ้นตามทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมนและทฤษฎีสถิติของกัทเทิล ดังนั้นในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควรได้นำแบบทดสอบอนุกรมมิติมาใช้เพื่อฝึกความมีเหตุผลของนักเรียนด้วย เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรได้รวดเร็วขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเน้นเฉพาะความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว (อนันต์ จันทรภักดิ์. 2523 : 1)

จากการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ พบว่า ข้อสอบเหตุผลรูปแบบ "อนุกรมมิติ" เป็นรูปแบบหนึ่งที่ยังคงใช้กันเรื่อยมาในการทดสอบความสามารถทั่วไป (General ability) แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีความสำคัญมากฉบับหนึ่งคือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ของราเวน (Raven's Progressive Matrices) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแนะแนว ตลอดจนการวิจัยข้ามกลุ่มวัฒนธรรม (Baraheni. 1974 : 983 - 988) แบบทดสอบ

อนุกรมมิตินี้เกิดขึ้นโดยชาวอังกฤษสองคนคือ แอล เอส เพนโรส และ เจ ซี ราเวน (L.S. Penrose & J.C. Raven) โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นตามทฤษฎีสองตัวประกอบของสเปียร์แมน ที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ (Cronbach. 1970 : 269) แต่มากล้ายคลึงกับข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้-การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of figural relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Jacobs and Vandeventer. 1972 : 239)

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้มีการนำแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวน มาศึกษาผลปรากฏดังนี้ คีนและโปรโทร (Keehn and Prothro. 1955 : 495 - 498) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนที่ครูประเมินเชาวน์ปัญญาของนักเรียนมีค่าเป็น .22 นีฟและสตรูด (Knief and Stroud. 1959 : 117 - 120) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเป็น .45 แดชและคานันโก (Dash and Kanungo. 1959 : 393) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างสูง ส่วนแมคอาเธอร์และเอลเลย์ (Cattell. 1971 : 488 ; citing McArthur and Elley. 1963) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเป็น .41 สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยนั้นมีการนำแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวน มาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทย และคำนวณหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรง โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์ด้วย งานวิจัยของ หจมาน แสงรุ่งโรจน์ (2521 : 71 - 76) และอัมพร ลิขิตพัญารักษ์ (2522 : 60 - 66) เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุในช่วง 12 - 16 ปี มีค่าโดยเฉลี่ยเป็น .40 และ .38 ตามลำดับ ส่วนชุมพร ชงกิตติกุล (2524 : 141 - 152) ได้คำนวณค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างในช่วงอายุ 13 - 18 ปี มีค่าเป็น .2384, .3649, .3055, .3313, .2037 และ .1483 ตามลำดับ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น และสำหรับในประเทศไทยยังไม่พบว่า มีการนำแบบทดสอบ อนุกรมมิติในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อไปศึกษาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ทราบว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบนั้นมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงมากน้อยเพียงใด แบบใดมีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพทางสมองโดยทั่วไปตามทฤษฎีสองตัวประกอบของสเปียร์แมน ด้วยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบนั้น ๆ ใดอย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ และเป็นแนวทางในการเลือกแบบทดสอบอนุกรมมิติเพื่อใช้วัดความสามารถทางคำนวณเหตุผลของนักเรียน การวิจัยนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาในด้านการเรียนการสอน การแนะแนวและการนำแบบทดสอบอนุกรมมิติไปใช้ในการคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนในโปรแกรมวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคำน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบที่มีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาสหสัมพันธ์สหคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบใดที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางให้ครู

อาจารย์ นักการศึกษา นักแนะแนว เลือกใช้แบบทดสอบอนุกรมมิติเพื่อส่งเสริมให้นักเรียน ได้พัฒนาสมรรถภาพสมองทางด้านเหตุผลได้อย่างถูกต้อง

2. ทำให้ได้แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีคุณภาพเหมาะสม ตามทฤษฎีสองตัวประกอบของ สเปียร์แมน และทฤษฎีสติปัญญาของกัทเทิล

3. ผลจากการศึกษาเป็นแนวทางให้นิสิต นักศึกษา หรือผู้สนใจในการสร้าง แบบทดสอบอนุกรมมิติให้มีแนวคิด และศึกษาวิจัยให้ละเอียดลึกซึ้งต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร มีจำนวนทั้งหมด 4,870 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร จำนวน 400 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือตัวพยากรณ์ ได้แก่ แบบทดสอบอนุกรมมิติ 6 แบบ คือ

3.1.1 แบบการเพิ่ม (Addition)

3.1.2 แบบการลบ (Subtraction)

3.1.3 แบบการหาตัวรวม (Intersection)

3.1.4 แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique addition)

3.1.5 แบบการเรียงลำดับ (Seriation)

3.1.6 แบบจัตุรัสลาติน (Latin Square)

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) หรือตัวเกณฑ์ โค้ด

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิตติ (Matrices) หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถ ด้านเหตุผลด้วยรูปภาพ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ลักษณะของข้อสอบจะเป็นชุดของสิ่งเร้ารูปภาพ ในตารางสองมิติคือ แถวและสัณมุขที่เว้นช่องว่างทางขวาล่างไว้ให้เป็นคำถาม ให้ผู้รับการทดสอบ เลือกตัวเลือกที่กำหนดให้โดยให้สอดคล้องกับชุดของสิ่งเร้ารูปภาพนั้น ในการศึกษาคั้งนี้มี 6 แบบ คือ

1.1 แบบการเพิ่ม (Addition) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถ ในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสัณมุข (แถว) หนึ่ง ผสมเข้ากับภาพ ในสัณมุข (แถว) สอง โค้ดผลลัพธ์เป็นภาพในสัณมุข (แถว) สาม

1.2 แบบการลด (Subtraction) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถ ในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสัณมุข (แถว) หนึ่ง ถูกหักออกด้วยภาพ ในสัณมุข (แถว) สอง โค้ดผลลัพธ์เป็นภาพในสัณมุข (แถว) สาม

1.3 แบบการหาตัวรวม (Intersection) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัด ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างร่วมกันของภาพ ในสัณมุข (แถว) หนึ่ง และภาพในสัณมุข (แถว) สอง โค้ดเป็นภาพในสัณมุข (แถว) สาม

1.4 แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) หมายถึง แบบทดสอบ ที่ใช้วัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างภายในที่ แยกต่างกันของภาพในสัณมุข (แถว) หนึ่ง และภาพในสัณมุข (แถว) สอง มารวมกันเป็นภาพ ในสัณมุข (แถว) สาม

1.5 แบบการเรียงลำดับ (Seriation) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพจะเปลี่ยนไปตามแถวและตามสัณฐาน ภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์อันใดอันหนึ่ง

1.6 แบบจตุรัสลาติน (Latin Square) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสัณฐาน (แถว) เกี่ยวกันจะต้องไม่เหมือนกัน

2. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบที่พิจารณาเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ดังต่อไปนี้

2.1 ความยาก (Difficulty) ของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนที่นักเรียนทั้งหมดตอบข้อนั้นถูก คำนวณหาความยากได้โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท ฟาน

2.2 อำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัตินี้ของข้อสอบที่สามารถแจกแจงนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ตามความสามารถได้อย่างถูกต้อง ซึ่งคำนวณค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท ฟาน

2.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัตินี้ของแบบทดสอบที่สามารถวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธี กูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 ($KR - 20$)

2.4 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัตินี้ของแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ซึ่งคำนวณได้จากความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ที่สร้างขึ้นกับคะแนนจากแบบทดสอบสแตนด์คาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวน

3. น้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ หมายถึง ค่าที่บอกให้ทราบว่าน้ำหนักของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แต่ละฉบับมีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากน้อยเพียงไร

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนของแต่ละบุคคลที่วัดจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) จากสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ในรายวิชา ว 305 และ ว 306

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ
3. ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติกับอื่น ๆ
4. งานวิจัยแบบทดสอบอนุกรมมิติที่เกี่ยวข้องกับอื่น ๆ

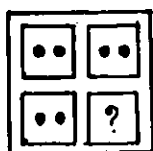
ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ✓

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ข้อสอบอนุกรมมิติอาจนิยามว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่เสนอในรูปของการให้เหตุผลรูปภาพ เพราะอนุกรมมิติบางอย่างจะมีลักษณะเป็นอนุกรมมิติเลขคณิตที่ปรากฏชื่อในตำราหลายเล่มต่าง ๆ กัน เช่น "อนุกรมสัมพันธ์" (ชวาล แทร็คกล. ม.ป.ป. : 257) "ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น" (ล้วน สายชล และอังคณา สายชล. 2527 : 59) "อนุกรมหลายมิติ" (ทองหล่อ วิชาวิน. 2524 : 45) "อนุกรมหลายชั้น" (สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. 2530 : 158) โจทย์ปัญหาดังกล่าวดีว่าเป็นการวัดความสามารถด้านการคิดคำนวณตัวเลข ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สไตน์ และเกี่ยวข้องกับการวัดสติปัญญาตัวอนุกรมตัวเลข (Numerical Series : Ns) ตามทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมองของแอดเลอร์และกัทแมน (Adler and Guttman)

แบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นแบบทดสอบวัดการหาเหตุผล (ัญญา วิชาลาภณ. 2522 : 43 - 44) โดยมากเป็นรูปภาพ โจทย์จะกำหนดครูปัญหาซึ่งเป็นรูปใหญ่มาให้ในรูปใหญ่นั้น

จะมีรูปเล็ก ๆ อยู่ภายใน ถ้าหากมี 4 รูป ก็จะเรียกอนุกรมมิติชนิด 2×2 ถ้ารูปใหญ่ประกอบด้วย 9 รูปเล็ก ก็จะเป็นอนุกรมมิติแบบ 3×3 ในแต่ละรูปใหญ่ที่กำหนดจะมีรูปเล็ก ๆ ภายใน ซึ่งมีความสัมพันธ์กันเป็นอนุกรม โดยเป็นอนุกรมทั้งแนวนอน (horizontal) และตามแนวตั้ง (vertical) โจทย์จะกำหนดรูปเล็ก ๆ มาไม่ครบ ช่องที่ว่างไว้เป็นคำถามหรือให้ผู้สอบเติมให้อนุกรมมิติสมบูรณ์ซึ่งอยู่ในช่องมุมขวาล่าง แต่ก็อาจจะให้อยู่ตำแหน่งใดในอนุกรมมิติก็ได้เช่นกัน

ตัวอย่าง



ก



ข



ค



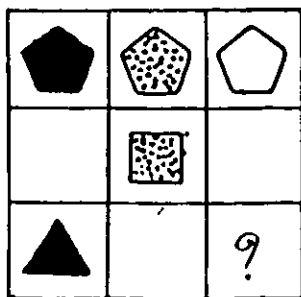
ง



จ

จากตัวอย่างข้างต้นเป็นอนุกรมมิติชนิด 2×2

ในบางครั้งสามารถสร้างข้อสอบอนุกรมมิติให้สลับซับซ้อนยิ่งขึ้นได้ เช่น อนุกรมมิติชนิด 3×3 โจทย์ไม่เพียงแต่จะเว้นรูปตัวใดตัวหนึ่ง แต่โจทย์ยังเว้นรูปอื่น ๆ อีกด้วย เช่น อนุกรมมิติ 3×3 ซึ่งมีรูปเล็ก 9 รูป แทนที่โจทย์จะกำหนดให้ 8 รูป โจทย์กำหนดให้เพียง 5 รูปเท่านั้น เช่น



ก

ข

ค

ง

จ

จากอบส์และแวนเดเวนเทอร์ (Jacob and Vandeventer. 1972 : 235 - 248)
 ใ้ศึกษาเกี่ยวกับข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรู้ - เข้าใจ ความสัมพันธ์ของภาพ
 (Cognition of figural relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด
 สามารถแทนที่ด้วยข้อสอบอนุกรมมิติกภาพ ซึ่งผู้สอบจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแถว
 และความสัมพันธ์ระหว่างสุมภ์ โดยเสนอความสัมพันธ์ของข้อสอบอนุกรมมิติกภาพ 12 แบบ คือ

1. แบบเหมือนกัน (Identity) เป็นภาพที่เหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง



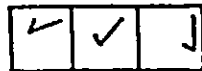
2. การแรเงา (Shading) เป็นการเปลี่ยนแปลงแรเงาทั้งหมดหรือบางส่วน



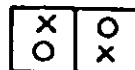
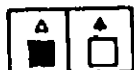
หรือ



3. การเคลื่อนไหวในแนวระนาบ (Movement in a plane) เป็นการเคลื่อนภาพไปในแนวระนาบ



4. การสลับเปลี่ยน (Reversal) ส่วนประกอบภายในเปลี่ยนรายละเอียดกัน เช่น ขนาด การแรเงา หรือตำแหน่ง



5. การเพิ่ม (Addition) ภาพในสุมภ์ (แถว) หนึ่ง ผสมเข้ากันภาพในสุมภ์ (แถว) สอง ใ้เป็นภาพในสุมภ์ (แถว) สาม



6. อนุกรมจำนวน (Number Series) เป็นลำดับตัวเลข จำนวน หรือรูปทรงเรขาคณิตในแต่ละช่อง



7. รูปทรง (Shape) เป็นการเปลี่ยนรูปทรงอย่างสมบูรณ์แบบ หรือเปลี่ยนเป็นระบบ



หรือ



8. ขนาด (Size) เป็นการเปลี่ยนสัดส่วน เช่น การขยายภาพ



หรือ



9. พลิกภาพ (Flip - Over) ภาพพลิกในลักษณะ จากซ้าย - ขวา บน - ล่าง



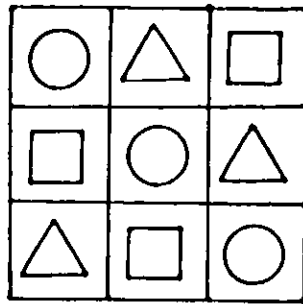
10. การเพิ่มส่วนประกอบ (Added element) เป็นการเพิ่มส่วนประกอบใหม่เข้าไป หรือเอาภาพเก่าออก



11. การบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) เป็นการนำส่วนที่แตกต่างกันของสองภาพมารวมกัน โดยตัดส่วนที่เหมือนกันทิ้ง



12. ชุดของส่วนประกอบ (Element of a set) ส่วนประกอบแต่ละตัวจะปรากฏให้เป็นสามครั้งในอนุกรมมิติ 3×3



จากข้อและแนวทวนเคอร์ ให้ข้อเสนว่า จากรูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 12 แบบ ก็กล่าวสามารถนำมารวมเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ได้อีก เช่น การรวมความสัมพันธ์แบบรูปทรงกับการเรียง จากการศึกษาแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทธิชีส ชุด B, C, D และ E จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบลอว์จอร์นโคค อินเทลลิเจนซ์ (Lorge - Thondike Intelligence Tests) ระดับ 3 ตอนที่ 3 (เป็นแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ) จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีข้อสอบที่ใช้รูปแบบของความสัมพันธ์ที่เกิดจากการรวมรูปแบบความสัมพันธ์ที่เขาเสนอถึง 20 และ 14 ข้อ ตามลำดับ

วาร์กและฟิตซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick. 1973 : 987 - 993) กล่าวถึงคุณลักษณะพื้นฐาน 5 ประการ ของข้อสอบอนุกรมมิติ ซึ่งแม้กระทั่งแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทธิชีส ของราเวนก็มีคุณลักษณะเหล่านี้คือ

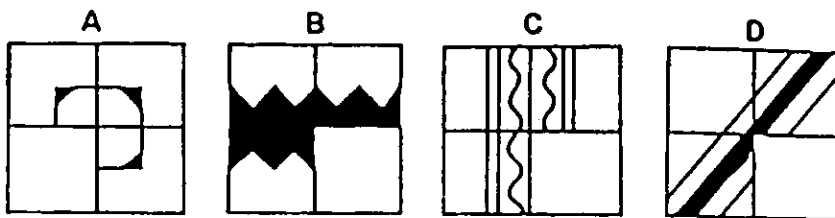
1. ทำให้แบบสมบูรณ์
2. ทำให้เหตุผลสมบูรณ์
3. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอย่างมีระบบ
4. การนำมาสลับลำดับกันอย่างมีระบบ
5. การแยกหรือลวกคลายออกเป็นส่วนตัวอย่างมีระบบ

โครงสร้างของอนุกรมมิติในรูปจตุรัสอาจอธิบายได้ด้วยลักษณะที่สมมาตรหรือไม่สมมาตรก็ได้ดังนี้

ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตร ✓

ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตรประกอบด้วยข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตรแท้ (purely symmetrical) ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่เหมือนกัน (Identity) และข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่จตุรัสลาติน (Latin Square)

1. ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตรแท้ มีลักษณะที่มองเห็นภาพรวมที่สมบูรณ์ตลอด (Closure or Gestalt Completion) เช่น ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่ง่าย ๆ ในแบบทดสอบ สแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ (ชุด A) ซึ่งอาจจะแสดงให้เห็นเป็นภาพสมมาตรทั้งอนุกรมมิตินี้ หรืออาจเป็นการสมมาตรตามแนวนอน หรือแนวทะแยงของอนุกรมมิตินี้ ข้อที่ซับซ้อนมากขึ้นของ ลักษณะนี้อาจเป็นการรวมรูปทรงที่สมมาตรในทิศทางที่ต่างกัน ทั้งภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สมมาตรแท้ :

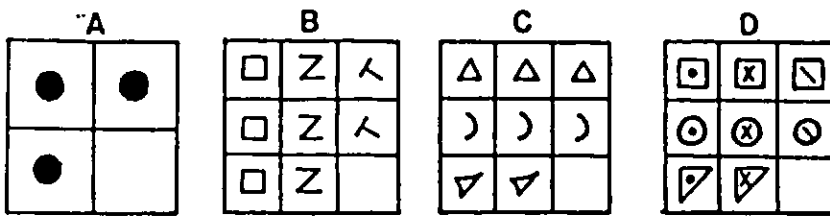
(A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิตินี้

(B) สมมาตรตามแนวนอน

(C) สมมาตรตามแนวตั้ง

(D) สมมาตรตามแนวทะแยง

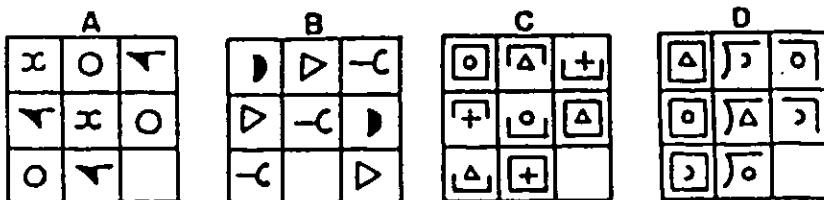
2. ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่เหมือนกัน (Identity) อาจเป็นการสมมาตรที่สมบูรณ์ (A) แต่โดยปกติแล้วจะเป็นการสมมาตรเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งอาจจะเหมือนกันตามสัณฐานหรือแถว (B และ C) ข้อสอบที่ซับซ้อนกว่านี้อาจใช้แบบแผนที่เหมือนกันสองอย่างเคลื่อนไปตามแถวหรือสัณฐาน (D) จากจุดนี้จะเห็นชัดเจนว่า ความยากของข้อสอบอาจจะเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มคุณสมบัติหรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นของรูปทรง ทั้งภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน :

- (A) เหมือนกันธรรมดา (B) เหมือนกันตามแนวตั้ง
(C) เหมือนกันตามแนวนอน (D) เหมือนกันแบบคอเนื่อง

3. ข้อสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาติน (Latin Square) เป็นแบบที่มีความสมมาตรกันของลำดับในช่องต่าง ๆ ที่แปรเปลี่ยน หรือมีความสมดุลเป็นระบบ ข้อสอบลักษณะนี้พบว่า ผู้สอบจำนวนมากใช้วิธีตอบโดยการพิจารณาภาพตามแนวทะแยงของช่องในข้อสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 3 รูป A ในกรณีเช่นนี้สามารถทำข้อสอบให้ดีขึ้นได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่างดังในรูป B และจะทำให้ยากขึ้นไปอีกได้โดยการนำลักษณะภายในของจตุรัสลาตินสองอันมาสานเข้าด้วยกัน ดังรูป C อย่างไรก็ตามการรวมจตุรัสลาตินมากกว่าสองอันเข้าด้วยกันนั้นมีความยุ่งยากวิธีการอื่นที่ทำได้คือ การรวมอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) เข้ากับอนุกรมมิติจตุรัสลาติน ดังรูป D ซึ่งข้อสอบอนุกรมมิติของราเวนบางข้อก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้

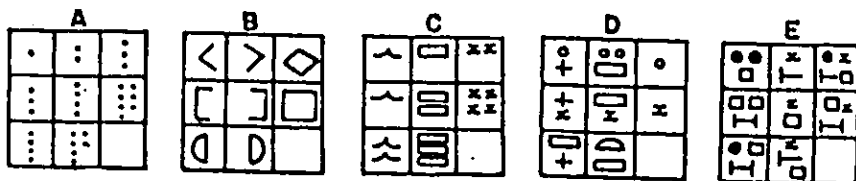


ภาพประกอบ 3 ข้อสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาติน

- (A) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา
(B) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา (เปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง)
(C) จตุรัสลาตินแบบผสม
(D) อนุกรมมิติที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกันกับจตุรัสลาติน

ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร

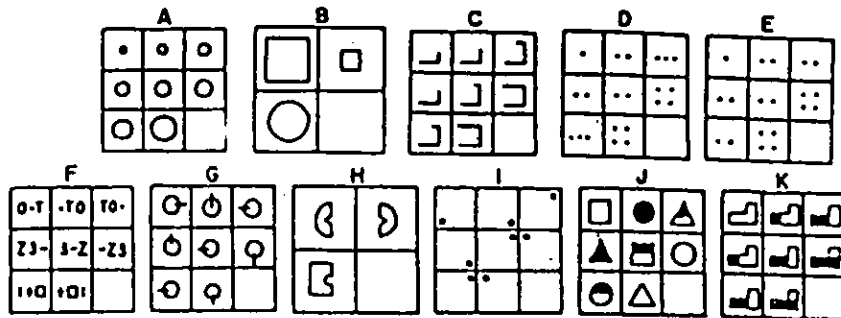
ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตรสามารถสร้างขึ้นได้โดยการประกอบสิ่งที่อยู่ภายในช่องเข้าด้วยกันด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 4 รูป A และรูป B แสดงการรวมสิ่งที่อยู่ในช่องตามแนวตั้งและแนวนอน นั่นคือ สิ่งที่อยู่ภายในช่องที่ 1 และ 2 รวมกันเป็นช่องที่ 3 (ตามแนวนอน) เช่นเดียวกันกับช่องที่ 1 และ 4 รวมกันเป็นช่องที่ 7 (ตามแนวตั้ง) หรือวิธีการอีกอย่างหนึ่งคือ กระบวนการซึ่งคล้ายกับการแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ จากช่อง 3 แยกออกเป็นช่องที่ 2 และ 1, ช่องที่ 7 แยกออกเป็นช่องที่ 4 และ 1 อย่างไรก็ตามการรวมกันอาจทำได้เพียงตามแนวนอน (B) หรือตามแนวตั้ง (C) ในกรณีเช่นนี้จะคล้ายกับข้อสอบอนุกรมมิติแบบเหมือนกัน (Identity) ที่กล่าวมาแล้ว การทำสิ่งที่อยู่ภายในช่องให้เป็นรูปร่างที่น่าสนใจอาจพิจารณาจากรูป D ที่ให้หาคำตอบที่อาจเป็นส่วนประกอบรวมกันหรือเหมือนกันตามแนวนอน ซึ่งสามารถพิจารณาเหมือนกับการอินเตอร์เซกของเซต (intersection of set) ข้อที่ใช้สลับกับการรวมกันของเซต (set union) คือ รูป E เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า เป็นข้อที่มีความยากมากที่สุด



ภาพประกอบ 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร :

- (A) การรวมตามแนวตั้งและแนวนอน (B) การรวมตามแนวนอน
(C) การรวมตามแนวตั้ง (D) การหาตัวร่วม (ตามแนวนอน)
(E) การรวมรูปทรงที่ต่างกัน

ในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิตินี้ไม่สมมาตร อาจขยายขอบเขตให้กว้างขึ้น โดยการ
ใช้รูปแบบที่แตกต่างกันของการจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง ซึ่งสามารถเลือกขนาด จำนวน รูปทรง
และตำแหน่งของคุณสมบัติในช่อง ทั้งภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง : (A) ลำดับขนาด

- (B) รูปมาอุปไมยภาพ (C) ลำดับการเจริญงอกงาม (D) ลำดับการบวก
(E) ลำดับการคูณ (F) การกลับอันดับ (G) การหมุน
(H) การสะท้อนกลับ (I) การเคลื่อน (J, K) การเรียง

รูป A เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดทั้งความแนวกว้างและแนวนอน รูป B เป็นอนุกรมมิตินี้มี
4 ช่อง ผลของการเปลี่ยนแปลงขนาดในข้อนี้คล้ายกับโจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยรูปภาพ สำหรับรูป C
คล้ายกับการเพิ่มขนาด แต่ที่ถูกต้องควรกล่าวว่า เป็นการแสดงถึงลำดับการเจริญงอกงามมากกว่า
ส่วนรูป D และรูป E เป็นข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่สร้างขึ้นจากหลักการบวกและการคูณ ตามลำดับ

ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ต้องการหาคำตอบที่ยุ่งยากนั้นจะมีการเปลี่ยนคุณสมบัติภายในช่อง เช่น
การกลับอันดับในรูป F การหมุนในรูป G และการสะท้อนกลับในรูป H สำหรับรูป I เป็น
การเคลื่อนตัวซึ่งอาจจัดอยู่ในกลุ่มการสะท้อนกลับได้ นอกจากนั้นการเรียงอาจใช้ในการสร้าง
ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ได้หลายลักษณะทั้งในรูป J และรูป K

ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ในการศึกษาการวัดเชาวน์ปัญญาและความถนัดได้มีการกล่าวถึงหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยวของบิเน็ตและซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน (Charles Spearman) ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (L.L. Thurstone) ทฤษฎีลำดับขั้น (Heirarchical Theories) ของเบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟรย์ (Humphreys) ทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับของเจนเซน (Jensen) ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล (R.B. Cattell) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 27 - 34) และทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมองของแอดเลอร์และกัทแมน (Adler and Guttman. 1982 : 739 - 747) แท้ทฤษฎีสติปัญญาที่กล่าวหาจนถึงแบบทดสอบอนุกรมมิติคือ ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน และทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล

ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two - factor Theory of Intelligence)

ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษเป็นคนแรกที่ได้นำวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) มาใช้ศึกษาความสามารถทางสมอง หรือ สติปัญญา เขาได้เสนอทฤษฎีสติปัญญาสองตัวประกอบไว้ในปี ค.ศ. 1904 สารสำคัญของทฤษฎีกล่าวไว้ว่า ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ตัว คือ (ชุมพร ขงกิตติกุล. 2524 : 6 - 8)

1. องค์ประกอบทั่วไป (general factor) เรียกว่า "จี" (g) เป็นความสามารถทั่วไปที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางด้านการใช้เหตุผล การทำกิจกรรมทางปัญญา หุทุกอย่างจะต้องใช้ความสามารถด้านนี้ กิจกรรมแต่ละอย่างมีปริมาณของ "จี" แตกต่างกัน
2. องค์ประกอบเฉพาะ (specific factor) เรียกว่า "เอส" (s) เป็นความสามารถเฉพาะของการทำงานแต่ละอย่าง กิจกรรมใดที่มีลักษณะเฉพาะตัวมากต้องใช้

ความสามารถ "เอส" สูง คนที่มีความสามารถเฉพาะงานใดสูงก็ทำงานนั้นได้ดีและมีโอกาสประสบความสำเร็จสูงด้วย

สเปียร์แมน เชื่อว่า บุคคลที่มีความสามารถองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะที่สัมพันธ์กับงานนั้น ๆ มาก มีโอกาสประสบความสำเร็จในงานใดมาก ส่วนบุคคลที่มีความสามารถองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะน้อย ย่อมประสบความสำเร็จในงานนั้นได้ยาก ถ้าเราสามารถวัดองค์ประกอบทั่วไปและองค์ประกอบเฉพาะสำหรับงานแต่ละอย่างได้ จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อวงการแนะแนวการศึกษาและอาชีพที่สามารถทำนายความสำเร็จของบุคคลได้ และกล่าวว่า แบบทดสอบทุกฉบับที่สัมพันธ์อย่างพฤติกรรมจากโคเมน ความสามารถทางสติปัญญาจะวัดองค์ประกอบทั่วไปร่วมกัน ส่วนองค์ประกอบเฉพาะนั้นเป็นลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบแต่ละชุด ผลการวัดที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละชุดจะมีความสัมพันธ์ในปริมาณที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ที่ได้เป็นปริมาณขององค์ประกอบทั่วไปที่แบบทดสอบนั้นเมื่ออยู่ร่วมกัน แบบทดสอบต่าง ๆ จึงมีความแตกต่างกันในค่าประสิทธิภาพของการวัดองค์ประกอบทั่วไป ถ้าทฤษฎีของสเปียร์แมนถูกต้อง ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทุกคู่ควรเป็นไปในทางบวก นอกจากนี้เรายังสามารถจัดอันดับของแบบทดสอบตามปริมาณของประสิทธิภาพการวัดองค์ประกอบทั่วไปได้ด้วย

สเปียร์แมน เสนอว่า การวัดความสามารถของบุคคลควรวัดองค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ เพราะองค์ประกอบทั่วไปเป็นส่วนสำคัญร่วมอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลและความสามารถแต่ละอย่าง ฉะนั้น การวัดองค์ประกอบเฉพาะจึงทำได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบทั่วไปควรเป็นแบบทดสอบนามธรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์อย่างระมัดระวังและมีเหตุผล สเปียร์แมนเน้นความสามารถดังกล่าวตามหลักการ โนอีเจเนซิส (Noegenesis) ที่เขาตั้งขึ้น หลักการนี้กล่าวถึงหลักการคิดพื้นฐานของมนุษย์ 3 ประการ (พหุमान แสงรุ่งโรจน์. 2521 : 7 - 8) คือ

1. หลักการเข้าใจในประสบการณ์ (Apprehension of Experience) กล่าวว่า บุคคลรับรู้ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่มีอยู่ และกลายเป็นผู้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นทันที

2. หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่อง (Education of Relation) กล่าวว่า สิ่งปรากฏในห้วงความคิด 2 ลักษณะขึ้นไป ทำให้บุคคลทราบความเกี่ยวเนื่องกันของสิ่งเหล่านั้น เช่น เมื่อเราพบแผ่นกระดาษขาวและแผ่นกระดาษสี เราอาจเข้าใจในความแตกต่างของสีที่เกี่ยวเนื่องกันไคท์ทั้นท์ หรือเมื่อเราเห็นคำว่า "แข็ง" และ "อ่อน" เราอาจพบความเกี่ยวเนื่องในแง่เป็นลักษณะที่ตรงข้ามกัน

3. หลักการค้นพบความสัมพันธ์ (Education of Correlation) กล่าวว่า ลักษณะใด ๆ ที่ปรากฏพร้อมกับสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกัน ทำให้บุคคลทราบลักษณะความสัมพันธ์นั้นไคท์ เช่น เมื่อเห็นคำถาม "ความอบอุ่น" : เคา ความแหลม : _____" เราสามารถทราบคำตอบว่า "อาวุธ" ไคท์ทั้นท์

หลักการศึกษากล่าวสามารถนำไปสร้างเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์ไคท์หลายแบบ อันเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดความสามารถทั่วไป ซึ่งแบบทดสอบสแตนด์คาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวน ก็สร้างขึ้นตามหลักการณ์เช่นกัน

ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล

คัทเทิล (R.B. Cattell) ได้เสนอทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาสองตัวประกอบเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1941 ทฤษฎีของคัทเทิลเป็นการประมวลและสังเคราะห์ทฤษฎีของสเปียร์แมน (Spearman) และเทอร์สโตน (Thurstone) เข้าด้วยกัน (ชุมพร ธงกิจพิบูล. 2524 : 8 - 9) กล่าวคือ คัทเทิลมีแนวคิดคล้ายกับสเปียร์แมนในแง่ที่เขาให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทั่วไป และคล้ายกับเทอร์สโตนในแง่ที่เขาเชื่อการใช้วิธีหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธีที่ให้

องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน (oblique rotation) ด้วยการใช้วิธีดังกล่าวทำให้พบว่า "จี" เป็นองค์ประกอบลำดับที่สองของโครงสร้างสติปัญญา กัทเทิลได้วิเคราะห์ผลการวัดความสามารถทางสมองหลายอย่างด้วยวิธีการคล้ายคลึงกับกระบวนการที่เทอร์สไตน์ใช้ พบว่า ความสามารถพื้นฐานทางสมองมีองค์ประกอบ 5 ตัว คือ

1. องค์ประกอบ g_F เป็นความสามารถที่แสดงถึงผลการสืบทอดทางพันธุกรรมของแต่ละคน
2. องค์ประกอบ g_C เป็นความสามารถที่แสดงถึงชนิดของความสามารถต่าง ๆ ที่วัดได้ด้วยแบบทดสอบมาตรฐานส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ ความสามารถด้านนี้เชื่อว่าเป็นสิ่งแสดงถึงผลการสะสมความสามารถทางสติปัญญาที่ได้จากประสบการณ์
- ทั้ง g_F และ g_C เป็นการแยกองค์ประกอบทั่วไปทางสติปัญญาตามทฤษฎีของสเปียร์แมน ออกเป็นสองส่วนนั่นเอง กัทเทิลได้เน้นย้ำความสำคัญของความสามารถทั้งสองอย่างนี้ เรียกว่า เป็นทฤษฎีสติปัญญาฟลูอิด และคริสตัลไลซ์
3. องค์ประกอบ g_V เป็นพลังการรับรู้ทางสายตา (power of visualization) เป็นความสามารถที่เชื่อว่าสะท้อนบทบาทของการรับรู้ทางสายตาที่มีต่อการแก้ปัญหา
4. องค์ประกอบ g_R (retrieval) เป็นความสามารถในการระลึกสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วจากความจำที่มีอยู่
5. องค์ประกอบ g_S (Cognitive speed) เป็นความสามารถที่กระทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องการความเร็ว

องค์ประกอบของความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ มีความสัมพันธ์กันและส่งเสริมซึ่งกันและกัน กัทเทิลและคณะ ได้ทดสอบการปรากฏขององค์ประกอบเหล่านี้ และได้สรุปว่า ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาโดยทั่วไปประกอบด้วยความสามารถสององค์ประกอบคือ องค์ประกอบฟลูอิด และองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ ทั้งสองเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างแต่มีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบฟลูอิดเป็นความสามารถพื้นฐานของการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เป็นอิสระจากการศึกษาและสิ่งแวดล้อม

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นความสามารถที่ใช้ทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหาและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในงานที่ต้องการปรับตัวในสภาพการณ์ใหม่ องค์ประกอบคริสตัลไลซ์เป็นผลของปฏิสัมพันธ์(interaction) ของความสามารถฟลูอิกของแต่ละคนกับสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมที่แต่ละคนเป็นสมาชิก ความสามารถนี้จึงประกอบด้วยความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้จากสังคมของตนโดยตรง

สำหรับการวัดองค์ประกอบฟลูอิกและองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ พบว่า องค์ประกอบฟลูอิก มีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบประเภทไม่ใช้ภาษาที่ต้องใช้ความสามารถทางด้านการหาความสัมพันธ์ของปัญหา เช่น แบบทดสอบพวกอนุกรม การจำแนกพวก และการเปรียบเทียบ ส่วนองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ พบว่า มีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบด้านภาษา คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล และตัดสินใจ จากข้อมูลที่กำหนดให้และตัดสินใจจากประสบการณ์และทักษะทางด้านการกลไก เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปตามแนวคิดของคัทเทิลควรเป็นเครื่องมือที่มุ่งวัดความสามารถหรือสติปัญญาฟลูอิก ทั้งนี้เพราะความสามารถด้านนี้ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เครื่องมือประเภทนี้สามารถนำไปใช้วัดกลุ่มบุคคลที่มีภูมิหลังแตกต่างกันได้โดยไม่มีกลุ่มใดเสียเปรียบหรือได้เปรียบกัน (ชุมพร ชงกิตติกุล. 2524 : 12)

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอนุกรมมิติกังกล่าว จะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบทั่วไปตามทฤษฎีของสเปียร์แมน เพราะลักษณะของข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการโนอีเจเนซิสที่เขาสร้างขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็มีคุณสมบัติในการวัดความสามารถฟลูอิกตามทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิลด้วย

ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติกับอื่น ๆ

คีนและโปรโทร (Keehn and Prothro. 1955 : 495 - 498) ทำการวิจัยการใช้แบบทดสอบไม่ใช้ภาษา ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเทศเลบานอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาลัยนานาชาติเบรุต ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 จำนวน 152 คน แบบทดสอบที่ใช้

มี 4 ฉบับ คือ -แบบทดสอบองค์ประกอบจี (1944) ของกัทเทิล แบบทดสอบโคมิโน 48 (1952) แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข (Number Series) และแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส (1938) โดยดำเนินการสอบเป็นกลุ่มรายงานนี้จะเสนอเฉพาะที่เกี่ยวกับแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส เท่านั้น ซึ่งพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบกับคะแนนที่ครูประเมินเชาว์ปัญญาของนักเรียนมีค่า .22 คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเป็น 44.7, 48.4 และ 48.6 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.9, 5.8 และ 7.3 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .13, .12 และ .12 ตามลำดับ

นีฟและสตรอด (Knief and Stroud. 1953 : 117 - 120) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชาว์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม โดยใช้แบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้คือ แบบทดสอบ ITBS (Iowa Tests of Basic Skills) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกันระดับ 5 จำนวน 164 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .45

แดชและกานันโก (Dash and Kanungo. 1959 : 393) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กอินเดีย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน พบว่า คะแนนแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความรู้ทั่วไป ภาษา และคะแนนรวม ในระดับค่อนข้างสูง ยกเว้นวิชาประวัติศาสตร์

แมคอาเธอร์และเอลเลย์ (Cattel. 1971 : 488 ; citing McArthur and Elley. 1963) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเชาว์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม แบบทดสอบเชาว์ปัญญาที่ใช้คือ แบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบองค์ประกอบจีของกัทเทิล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น

นักเรียนแกนกลาง ระดับ 7 จำนวน 271 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบ
สแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .41

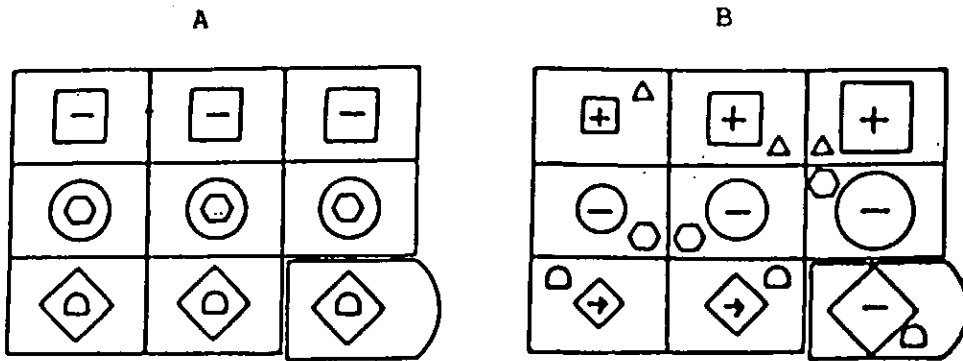
งานวิจัยแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้เกี่ยวข้องกับอื่น ๆ

ในการวิจัยของ ฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 380)
ที่พยายามที่จะสร้างข้อสอบและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ เพื่อสร้างเป็นธนาคาร
ข้อสอบนั้น เขาได้ร่วมกันสร้างรูปแบบในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิตินี้ขึ้นมา 11 แบบ แล้วสร้าง
ข้อสอบตามรูปแบบดังกล่าวได้จำนวน 616 ข้อ จากนั้นได้จัดเป็นชุดของแบบทดสอบย่อย จำนวน
35 ฉบับ ฉบับละ 24 ข้อ นำไปทดสอบกับทหารในกองทัพบกเยอรมัน จำนวน 7,400 คน
เฉลี่ยแล้วข้อสอบแต่ละฉบับจะมีผู้สอบประมาณ 211 คน เพื่อความแน่นอนในการเปรียบเทียบ
ค่าสถิติของข้อสอบในแต่ละฉบับจะมีข้อสอบ 12 ข้อ ที่คาบเกี่ยวกันกับแบบทดสอบชุดอื่น ส่วนอีก
12 ข้อ ที่เหลือเป็นข้อสอบประจำชุด หลังจากที่ได้ไปสอบแล้วได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยวิธี
ลิเนียร์ ลอจิสติก เทสต์ โมเดล (Linear logistic test model) สำหรับผลการวิเคราะห์
ความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบ พบว่า ข้อสอบอนุกรมมิตินี้ไม่มีความเป็นเอกพันธ์กัน มีจำนวน
134 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 21.1 มีสาเหตุมาจากความไม่ชัดเจนของข้อสอบร้อยละ 5.5 ของ
ข้อสอบทั้งหมด เกิดจากความซับซ้อนของลายเส้นมีมากเกินไปร้อยละ 0.8 การสร้างข้อสอบผิด
ในข้อที่มีการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ร้อยละ 0.8 เป็นข้อสอบที่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหา
ได้หลายวิธี ร้อยละ 2.2 เกิดปัญหาภาพรวมนั้นแยกเป็นส่วน ๆ ร้อยละ 6.1 และข้อบกพร่อง
อื่น ๆ ในการสร้างข้อสอบ ร้อยละ 10.0 ส่วนข้อสอบอนุกรมมิตินี้ที่มีความเป็นเอกพันธ์กันที่เหลือ
จำนวนหนึ่ง เมื่อนำมาประมาณค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิตินี้ในแต่ละแบบ ปรากฏว่า
ข้อสอบอนุกรมมิตินี้บางแบบ มีค่าความยากเป็นทศนิยมมาจมาก กล่าวคือ ค่าความยากของข้อสอบ
อนุกรมมิตินี้แบบหนึ่ง ๆ จับกลุ่มกันอย่างหนาแน่น มีแบบการหาตัวรวม (intersection)
เพียงแบบเดียวเท่านั้นที่มีค่าความยากกระจายห่างกันมากกว่าสองหน่วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

จำนวนข้อสอบในชุดนี้ถูกตัดทิ้งไปเหลือเพียง 27 ข้อ ในขณะที่ชุดอื่นมีจำนวนข้อสูงถึง 60 ข้อ อย่างไรก็ตามการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ข้อสอบอนุกรมมิติแบบเดียวกันมีค่าความยากใกล้เคียงกันที่แตกต่างกันบ้างนั้น อาจเป็นเพราะความแตกต่างของโครงสร้างรูปทรงที่นำมาสร้างข้อสอบ ตลอดจนการเปลี่ยนรูปไปตามแนวบ้าง ตามสัณฐานบ้าง หรือเปลี่ยนไปตามแถวและสัณฐานทั้งสองอย่างพร้อมกัน ส่วนข้อสอบอนุกรมมิติต่างแบบกันมีค่าเฉลี่ยของความยากแตกต่างกัน

สำหรับงานวิจัยของนักจิตวิทยากลุ่มที่ศึกษากระบวนการคิด ได้นิยามความยากของข้อสอบอยู่ในพจน์ของเวลาที่ใช้ในการตอบ โดยถือว่าข้อที่ใช้เวลาในการตอบมาก แสดงว่าเป็นข้อที่มีความยากมาก และข้อที่ใช้เวลาในการตอบสั้นกว่า ก็แสดงว่าเป็นข้อที่มีความยากน้อยกว่า ซึ่งงานวิจัยนี้จะกล่าวต่อไปนี้ก็คือหลักดังกล่าวนี้ด้วย

สโตนและเคย์ (Stone and Day. 1981 : 359 - 362) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการของกระบวนการการหาคำตอบใจของอนุกรมมิติรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนหญิงระดับ 5 และ 8 และนักศึกษาหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 3×3 แบบดุกและแบบผิ ด สร้างขึ้นมาจากรูปทรง 9 แบบ และการเปลี่ยนรูป 4 แบบ ในแต่ละช่องของอนุกรมมิตินั้นยังมีจำนวนรูปทรงที่แตกต่างกันเป็น 1 รูปทรง 2 รูปทรง และ 3 รูปทรง ในขณะที่เดียวกันจำนวนการเปลี่ยนรูปก็มี การเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (ไม่เปลี่ยนรูป) 1 แบบ และ 2 แบบ ทั้งแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างอนุกรมมิติถูก, ผิด :

- (A) อนุกรมมิติแบบถูกที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ตัว และการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ
(B) อนุกรมมิติแบบผิดที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ตัว และการเปลี่ยนรูป 2 แบบ

อนุกรมมิติข้อหนึ่ง ๆ จะเกิดจากการจับคู่ระหว่างจำนวนรูปทรงกับจำนวนการเปลี่ยนรูปแบบหนึ่งข้อหนึ่ง ดังนั้นจะได้ข้อสอบอนุกรมมิติ 9 แบบ (รูปทรง $\times$ การเปลี่ยนรูป = 3×3) และในแต่ละแบบจะมี 12 ข้อ เป็นอนุกรมมิติแบบถูกและแบบผิด อย่างละ 6 ข้อ รวมทั้งหมด 108 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจะคงพิจารณาว่า ช่องขวากลางของอนุกรมมิติทำให้อนุกรมมิติข้อนั้นถูกหรือผิด แล้วกลุ่มตอบ "ถูก" หรือ "ผิด" โดยเร็วที่สุด เครื่องจับเวลาจะบันทึกเวลาในการตอบ และถือว่าเวลาในการตอบเป็นดัชนีหนึ่งซึ่งถึงความแตกต่าง

ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบของนักเรียนหญิงระดับ 5, 8 และ นักศึกษาหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยที่นักศึกษาหญิงมีเวลาในการตอบเร็วกว่านักเรียนหญิงระดับ 8 และนักเรียนหญิงระดับ 8 มีเวลาในการตอบเร็วกว่านักเรียนหญิงระดับ 5 สำหรับผลของการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบและจำนวนการเปลี่ยนรูป พบว่าการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบและจำนวนการเปลี่ยนรูป ต่างก็ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่า เวลาในการตอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนส่วนประกอบเพิ่มขึ้น และเมื่อจำนวนการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้น ข้อสรุปนี้คล้ายกับผลการวิจัยของ มัลฮอลแลนด์ เพลเลจรีโน และเกลสเซอร์ (Mulhollan, Pellegino and Glaser. 1980 : 252 - 284) ที่พบว่า เวลาที่ใช้ในการแก้ไขข้อผิดพลาดมีแนวโน้ม

รูปทรงเรขาคณิตของคนที่ใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบ กับการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ และการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูป เมื่อพิจารณาให้ละเอียดจะเห็นว่า การเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการตอบและความคลาดเคลื่อนในการตอบ สำหรับการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ มีผลต่อเวลาในการตอบ แต่ไม่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการตอบ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบกับการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปแล้ว พบว่าการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการตอบของข้อสอบมากกว่าการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ

โฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน (Foorman, Sadowski and Basen. 1985 : 109 - 130) ศึกษาความแตกต่างในพัฒนาการแก้ปัญหาอนุกรมมิติของนักเรียนชาย - หญิง ระดับ 2, 5 และ 8 จำนวน 90 คน อนุกรมมิติที่ใช้ศึกษาเป็นอนุกรมมิติรูปทรงเรขาคณิตแบบลูก และแบบผิวดูเช่นเดียวกับที่ สโตนและเคย์ ใช้ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ความแม่นยำ (พิจารณาเฉพาะอนุกรมมิติแบบผิวดู) และเวลาในการตอบของนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ .05 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หาสิ่งที่แตกต่างกัน พบว่า นักเรียนระดับ 5 และ 8 มีความแม่นยำในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 2 และนักเรียนระดับ 5 ใช้เวลาในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 8 เวลาในการตอบของนักเรียนระดับ 2 ไม่เพิ่มขึ้นในอนุกรมมิติแบบลูกที่มีการแปรเปลี่ยนจำนวนส่วนประกอบเป็น 1, 2 และ 3 ตัว กับการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบเป็น 1 และ 2 ตัว กับการเปลี่ยนรูป 1 แบบ สำหรับอนุกรมมิติที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นกว่านี้ พบว่าเวลาในการตอบของนักเรียนระดับ 2 ลดลง แต่ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ข้อค้นพบอีกประการหนึ่งคือ ตัวแปรเพศไม่มีผลโดยตรงและไม่มีการปฏิสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรอื่นในการส่งผลให้เกิดความแตกต่าง

นอกจากนี้ โฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน ได้ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามสองข้อคือ (1) วิธีการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนรูปแบบ การเพิ่ม การขยาย และการหมุนเป็นวง แตกต่างกันหรือไม่ และ (2) ในอนุกรมมิติแบบผิวดู วิธีการคิดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนรูป และ/หรือการเปลี่ยนส่วนประกอบหรือไม่ การศึกษา

ครั้งนี้ทำการศึกษากับนักเรียนระดับ 5 จำนวน 30 คน อนุกรมมิตินี้ใช้เป็นอนุกรมมิติแบบมิติที่ 1 การเปลี่ยนรูป 1 แบบ ก็มีส่วประกอบ 1, 2 และ 3 ตัว ผลการศึกษาพบว่า ชนิดหรือแบบของการเปลี่ยนรูปใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันในอนุกรมมิติที่ส่วนประกอบเพียงตัวเดียว กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายได้เร็วกว่าแบบการเพิ่มและแบบการหมุนเป็นวง และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบมากกว่าหนึ่งตัว การตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายไม่เพียงแต่จะใช้เวลาเร็วกว่าเท่านั้น การตอบยังมีความแม่นยำมากกว่าอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปแบบเคลื่อนเป็นวงอีกด้วย นอกจากนี้แล้วประเภทของความผิดพลาดและจำนวนส่วนประกอบยังส่งผลรวมกับการเปลี่ยนรูปในการกำหนดวิธีการหาคำตอบ

จากการวิจัยของ โฟร์แมน ซาคาวสกี และบาเลน ทั้งสองเรื่องพอสรุปได้ว่า นักเรียนที่อยู่ในวัยหรือระดับชั้นต่างกัน จะมีความแม่นยำและเวลาในการตอบแตกต่างกันเพราะขีดความสามารถในการใช้วิธีการคิดหาคำตอบของเด็กต่างวัยแตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบต่าง ๆ ประเภทของข้อผิดพลาดและจำนวนส่วนประกอบต่างก็ส่งผลให้วิธีการคิดหาคำตอบแตกต่างกัน

ส่วนการวัดสมรรถภาพสมองโดยทั่วไปในต่างประเทศได้นำแบบทดสอบสแตนคาร์ด ไพรเกอร์สกีฟ แมทธิวส์ ของราเวนไปใช้ดังนี้

ริโมลดี (Rimoldi. 1948 : 347 - 352) นำแบบทดสอบสแตนคาร์ด ไพรเกอร์สกีฟ แมทธิวส์ ของราเวนไปทดสอบเด็กชาวอาร์เจนตินา อายุ 9 ปี ถึง 15 ปี จำนวน 1,680 คน โดยสอบเป็นกลุ่มและไม่จำกัดเวลา ในทุกคนทำจนเสร็จ ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำแบบทดสอบ 38 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลามีค่าเท่ากับ 11.90 นาที คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบจำแนกตามระดับอายุตั้งแต่ 9 ปี ถึง 15 ปี เป็น 19.32, 24.92, 28.82, 33.45, 35.90, 35.61 และ 38.59 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบเป็น 9.18, 11.60, 10.49, 9.98, 9.59, 9.65 และ 9.57 ตามลำดับ ริโมลดีนำเกณฑ์ปกติที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างของชาวอาร์เจนตินาไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ราเวน ได้จากกลุ่มตัวอย่างของชาวอังกฤษ ปรากฏว่า มีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

นั้นอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เมื่อหาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชุด พบว่าคะแนนเฉลี่ยของชุด A ถึงชุด C มีค่าลดลง คะแนนเฉลี่ยของชุด C และชุด D ไม่แตกต่างกัน คะแนนเฉลี่ยของชุด E มีค่าน้อยที่สุด ระบุความยากรายข้อในแต่ละชุดไม่เพิ่มขึ้นตามลำดับที่ราเวนจัดไว้ หักความยากรายข้อในชุด A และชุด E มีค่าน้อยกว่าชุด C และชุด D

วาเลนไทล์ (Baraheni. 1974 : 983 - 988 ; citing Valentil. 1959) นำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส มาใช้ในประเทอิหร่านเป็นครั้งแรก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จำนวน 600 คน พบว่า เฉลี่ยปกติของเด็กอิหร่านต่ำกว่าเด็กอังกฤษ

บาราเฮนี (Baraheni. 1974 : 983 - 988) ศึกษาความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรง และความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับเด็กอิหร่าน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากโรงเรียนในกรุงเตหะราน จำนวน 4,561 คน อายุ 9 ปี ถึง 18 ปี กำหนดเวลาทำแบบทดสอบ 45 นาที พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของริโมลติ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละระดับอายุ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอายุ 9 ปี ถึง 18 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มอายุที่สูงกว่า 15 ปีขึ้นไป คะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มอายุไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยนี้แตกต่างจากผลวิจัยของราเวนในแง่ที่ว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอายุ $13\frac{1}{2}$ ปีขึ้นไป ไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบเฉลี่ยนปกติ พบว่า เฉลี่ยนปกติที่ได้จากเด็กอิหร่านต่ำกว่าเฉลี่ยนปกติของเด็กอังกฤษที่ราเวนทำไว้

ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ที่บาราเฮนีคำนวณได้อยู่ในช่วง .24 - .61 โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์ จากค่าต่าง ๆ ดังกล่าว บาราเฮนี สรุปว่า แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส เป็นแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการวัดความสามารถโดยทั่วไปของเด็กอิหร่าน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติในประเทศไทยนั้น หิธร ทองชั้น (2511 : 54 - 57) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.5 - ป.7 จำนวน 671 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 9 ฉบับ คือ แบบทดสอบจัดเข้าพวก แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบทักษะทางตา แบบทดสอบคณิตศาสตร์ แบบทดสอบภาษาไทย แบบทดสอบความจำ และแบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นตัวพยากรณ์ และใช้แบบทดสอบศิลปะเป็นตัวเกณฑ์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติกับแบบทดสอบต่าง ๆ ดังกล่าว พบว่ามีค่าเป็น .5236, .6479, .4919, .6036, .4571, .6721, .3956 และ .3483 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติกับแบบทดสอบศิลปะ มีค่าเป็น .3365 และแบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด

จินตภา สาขัณวิกลิต และคนอื่น ๆ (2519 : 3 - 16) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์การเรียน แนะนำและคัดเลือกนักศึกษา สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านเหตุผลนั้นมีนัยสำคัญกับเกณฑ์ที่จะนำไปใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบคัดเลือกนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ทั้ง 5 ภาควิชา คือ ภาควิชาโภชนวิทยา ภาควิชาสุขศึกษา ภาควิชาสุขาภิบาล ภาควิชาอาชีวอนามัย และภาควิชาพยาบาลสาธารณสุข

พจมาน แสงรุ่งโรจน์ (2521 : 71 - 76) ได้นำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชส์ ของราเวนมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง อำเภอในช่วง 12 - 16 ปี จำนวน 1,273 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ ตั้งแต่ 12 - 15 ปี ในระดับอายุ 16 ปี คะแนนเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย ถ้าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) มีค่าอยู่ระหว่าง .85 - .93 ความเที่ยงตรงเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง .22 - .59 เมื่อพิจารณา

ความเที่ยงตรงโดยเฉลี่ยของแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเป็น .40 ความยากของข้อสอบรายข้อมีค่าอยู่ระหว่าง .02 - 1.00 อำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง .00 - .91 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ราเวนให้ไว้ในคู่มือแบบทดสอบ

อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์ (2522 : 60 - 66) นำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวนมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตกรุงเทพมหานคร อายุในช่วง 12 - 16 ปี จำนวน 1,114 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 - 15 ปี และมีค่าลดลงเล็กน้อยในระดับอายุ 16 ปี ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิเคราะห์โดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) มีค่าอยู่ระหว่าง .88 - .89 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง .21 - .53 เมื่อพิจารณาความเที่ยงตรงโดยเฉลี่ยของแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าเป็น .38 ข้อสอบรายข้อมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .03 - 1.00 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 ถึง .87 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าของเด็กอังกฤษที่ราเวนแสดงไว้ในคู่มือแบบทดสอบในทุกระดับอายุ

ชุมพร ชงกิตติกุล (2524 : 141 - 152) นำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส มาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น อายุในช่วง 12 - 18 ปี จำนวน 3,576 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 13 - 16 ปี ความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ระหว่าง .90 - .93 ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) ค่าความเที่ยงตรงเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าระหว่าง .25 - .48 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 13 - 18 ปี มีค่าเป็น .2384, .3649, .3055, .3313, .2037 และ .1483 ตามลำดับ ค่าความยากโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง .66 - .74 ซึ่งความยากของแบบทดสอบชุด A

มีค่าระหว่าง .91 - .94 ชุด B มีค่าระหว่าง .76 - .86 ชุด C มีค่าระหว่าง .64 - .73 ชุด D มีค่าระหว่าง .63 - .72 ชุด E มีค่าระหว่าง .35 - .50 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความยาก พบว่าค่าความยากมีแนวโน้มลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้น ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยระหว่าง .54 - .67 ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของชุด A มีค่าต่ำกว่าชุดอื่น ๆ คือ มีค่าระหว่าง .20 - .32 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบชุด A มีความยากอยู่ในช่วง .91 - .94 ซึ่งเป็นชุดที่ง่ายคนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง ค่าอำนาจจำแนกจึงต่ำ ส่วนอีกสี่ชุดหลังพบว่า ค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกันมาก สำหรับเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบทดสอบของกลุ่มเด็กไทยทุกระดับอายุสูงกว่าเด็กอังกฤษที่เราเคยได้รายงานไว้

วรุณ สิริภาพ (2524 : 61 - 69) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดคำนวณเหตุผล จำนวน 6 ฉบับ คือ แบบสรุปความ แบบจัดประเภท แบบอุปมาอุปไมย แบบเรียงลำดับตัวเลข แบบเรียงลำดับตัวอักษร และแบบเรียงลำดับภาพ หรือแบบอนุกรมมิตติ และใช้ทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 643 คน ผลการศึกษาสำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิตติทั้งนี้ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .32 - .74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง .21 - .81 ความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ .8858 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้ค่าความเที่ยงตรง .7982 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงสูงสุด แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตติมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุดในการวัดความถนัดคำนวณเหตุผล

ประสาธ ธรรมรัตน์ (2531 : 39 - 55) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิตติที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลบ แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 448 คน พบว่า ค่าความยากมาตรฐานเป็น 10.43, 15.81, 14.53 และ 14.81 ค่าอำนาจจำแนกเป็น .72, .39, .50 และ .40 ความเที่ยงตรงเมื่อใช้แบบทดสอบสแตนคาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซิส เป็นเกณฑ์ มีค่าเป็น .5413, .5216, .5274 และ .5394 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตร KR - 20 มีค่าเป็น .9083, .6460, .8430 และ .7261

ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 2.1463, 2.1773, 2.3567 และ 2.3694 ตามลำดับ ผลของการทดสอบความแตกต่าง พบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตีแบบการเพิ่ม แยกต่างจากแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ค่าอำนาจจำแนก ไม่แตกต่างกัน สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิตีแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์มีความเชื่อมั่น ไม่แตกต่างกัน แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวรวม และแบบการหาตัวรวมกับแบบการบวก เอกลักษณ์ มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิตี สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่า เป็นบวก ฉะนั้นในการวิจัยคาดว่า ผลการวิจัยจะได้ผลสอดคล้องกันที่กล่าวมา ทำให้ผู้วิจัยมี แนวทางในการตั้งสมมติฐานในการศึกษาค้นคว้าดังต่อไปนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก
2. กำนัน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิตี แต่ละแบบมีนัยสำคัญ
3. คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบมีสหสัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ทางบวก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร จำนวน 37 โรงเรียน มีห้องเรียน 123 ห้อง นักเรียนจำนวน 4,870 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) คือห้องเรียน 10 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 400 คน ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประมวลขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากร พบว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างต่ำสุด จำนวน 370 คน (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 260 อ้างอิงมาจาก Yamane. 1967)

ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนออกเป็นสามขนาดคือ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน ห้องเรียน 27 ห้อง มีนักเรียน 1,197 คน โรงเรียนขนาดกลางมี 7 โรงเรียน ห้องเรียน 37 ห้อง มีนักเรียน 1,532 คน และโรงเรียนขนาดเล็กมี 27 โรงเรียน ห้องเรียน 59 ห้อง มีนักเรียน 2,141 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนขนาดใหญ่ได้ 2 ห้องเรียน มีนักเรียน 87 คน จากโรงเรียนขนาดกลางได้ 3 ห้องเรียน มีนักเรียน 121 คน และจากโรงเรียนขนาดเล็กได้ 5 ห้องเรียน มีนักเรียน 192 คน ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดใหญ่		
1. สกลราชวิทยานุกูล	1	49
2. สกลนครพัฒนศึกษา	1	38
ขนาดกลาง		
3. มัธยมวาริชภูมิ	1	40
4. มัธยมวานรนิวาส	1	40
5. ร่มเกล้า	1	41
ขนาดเล็ก		
6. ธาตุบารามวิทยา	1	35
7. กงพะไฟวิทยา	1	36
8. เตาบ่อพัฒนศึกษา	1	42
9. ท่าแร่ศึกษา	1	41
10. ธรรมบวรวิทยา	1	38
รวม	10	400

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบทดสอบนั้น สุ่มจากห้องเรียนที่เหลือจากการวิจัย จำนวน 8 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 300 คน โดยสุ่มตามขนาดโรงเรียน จากโรงเรียน ขนาดใหญ่ 2 ห้องเรียน โรงเรียนขนาดกลาง 2 ห้องเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 4 ห้องเรียน แบ่งห้องเรียนจากโรงเรียนแต่ละขนาดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เพื่อใช้ในการทดลองแบบทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ แต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนจำนวน 150 คน

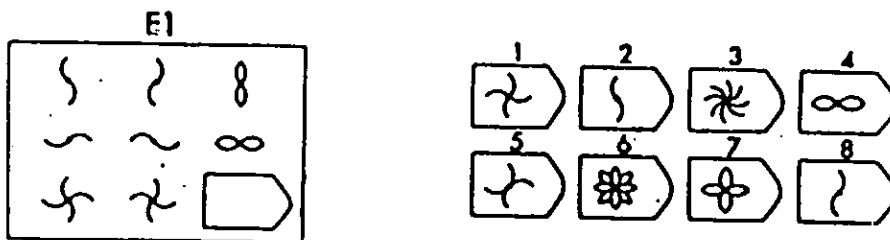
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ✓

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซิส (Standard Progressive Matrices) เป็นแบบทดสอบมาตรฐานของราเวนมี 60 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ชุด คือ ชุด A, B, C, D และ E แต่ละชุดมี 12 ข้อ โดยจัดลำดับข้อตามความยากและจัดลำดับชุดตามความยากด้วย ข้อสอบอนุกรมมิติแต่ละข้อมีส่วนของอนุกรมที่ขาดหายไป ผู้รับการทดสอบต้องเลือกตอบตัวเลือกที่เหมาะสม 1 ตัวเลือก จากตัวเลือกที่กำหนดให้ (เช่น ชุด A, B มี 6 ตัวเลือก ชุด C, D และ E มี 8 ตัวเลือก) มาเติมส่วนที่ขาดหายไปให้อนุกรมมิติสมบูรณ์ การให้คะแนนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน (Raven. 1960 : 16) ลักษณะของแบบทดสอบชุด A เป็นการเติมรูปแบบให้สมบูรณ์ ชุด B เป็นการเติมความสัมพันธ์ทางเหตุผลให้สมบูรณ์ ชุด C เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบอย่างมีระบบ ชุด D เป็นการสลับลำดับรูปแบบกันอย่างมีระบบ ชุด E เป็นการแยกแยะเป็นส่วนใหญ่อย่างมีระบบ คุณภาพของแบบทดสอบ ประเมินจากกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษ อายุระหว่าง 6 - 65 ปี พบว่า ความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ (Test-retest) มีค่าอยู่ระหว่าง .83 - .93 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบประมาณจากการหาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบวีกาศัพท์ของมิลฮิล (The Mill Hill Vocabulary Scale) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้ภาษา มีค่าอยู่ระหว่าง .44 - .60 ผู้วิจัย นำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซิส มาเป็นแบบทดสอบฉบับเกณฑ์ในการหาความ

เพียงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่หักแบบ โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก
สถาบันวิจัยพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อใช้ในการวิจัย
ในครั้งนี้ ในการจัดทำแบบทดสอบทางสถาบันวิจัยพฤกษศาสตร์ได้มาจากศูนย์สุขภาพจิต
ซึ่งศูนย์สุขภาพจิตได้สั่งซื้อจากศูนย์ไซโคลอจีคัล โคเปอร์เรชั่น ในสหรัฐอเมริกา

ตัวอย่างข้อสอบ (Anastasi. 1982 : 291)



2. แบบทดสอบอนุกรมมิติ 6 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ

- 2.1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม จำนวน 30 ข้อ
- 2.2 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด จำนวน 30 ข้อ
- 2.3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวร่วม จำนวน 30 ข้อ
- 2.4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์ จำนวน 30 ข้อ
- 2.5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับ จำนวน 30 ข้อ
- 2.6 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน จำนวน 30 ข้อ

3. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 (ม.3) จากสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ในรายวิชา
ว 305 และ ว 306 เพื่อนำมาใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ ✓

การสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้หกแบบที่ใช้วัดความสามารถทั่วไป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ในด้านความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

1.3 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหกฉบับ ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนจากแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาค้นคว้า

2.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ และตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิตินี้ การสร้างแบบทดสอบในครั้งนี้ใช้ทฤษฎีสองตัวประกอบของสเปียร์แมน โดยวัดความสามารถทั่วไปในด้านเหตุผล ซึ่งลักษณะข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการโน้ใจเน่ส และทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล ที่วัดความสามารถลูปิด ส่วนรูปแบบข้อสอบอนุกรมมิตินี้ได้ศึกษาจากของฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon) วอร์ดและฟิตซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick) รวมทั้งจากอบส์และแวนเคเวนเกอร์ (Jacobs and Vandeventer) ทั้งนี้ผู้วิจัยนำมาสร้างโดยได้พิจารณาความสัมพันธ์ทั้งในแนวกิ่ง(สแกน) และแนวนอน(แถว) ได้แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ 6 แบบ คือแบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการเรียงลำดับ และแบบจตุรัสลาติน

2.2 ศึกษาปริมาณของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหกแบบ

3. เขียนนิยามของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4. การเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหกแบบเป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือกได้แบบทดสอบหกฉบับ ๆ ละ 50 ข้อ

5. นำแบบทดสอบไปทดลองครั้งที่หนึ่ง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการสุ่มกลุ่มที่ 1 จำนวน 150 คน โดยนักเรียนทุกคนจะต้องสอบทั้ง 6 ฉบับ

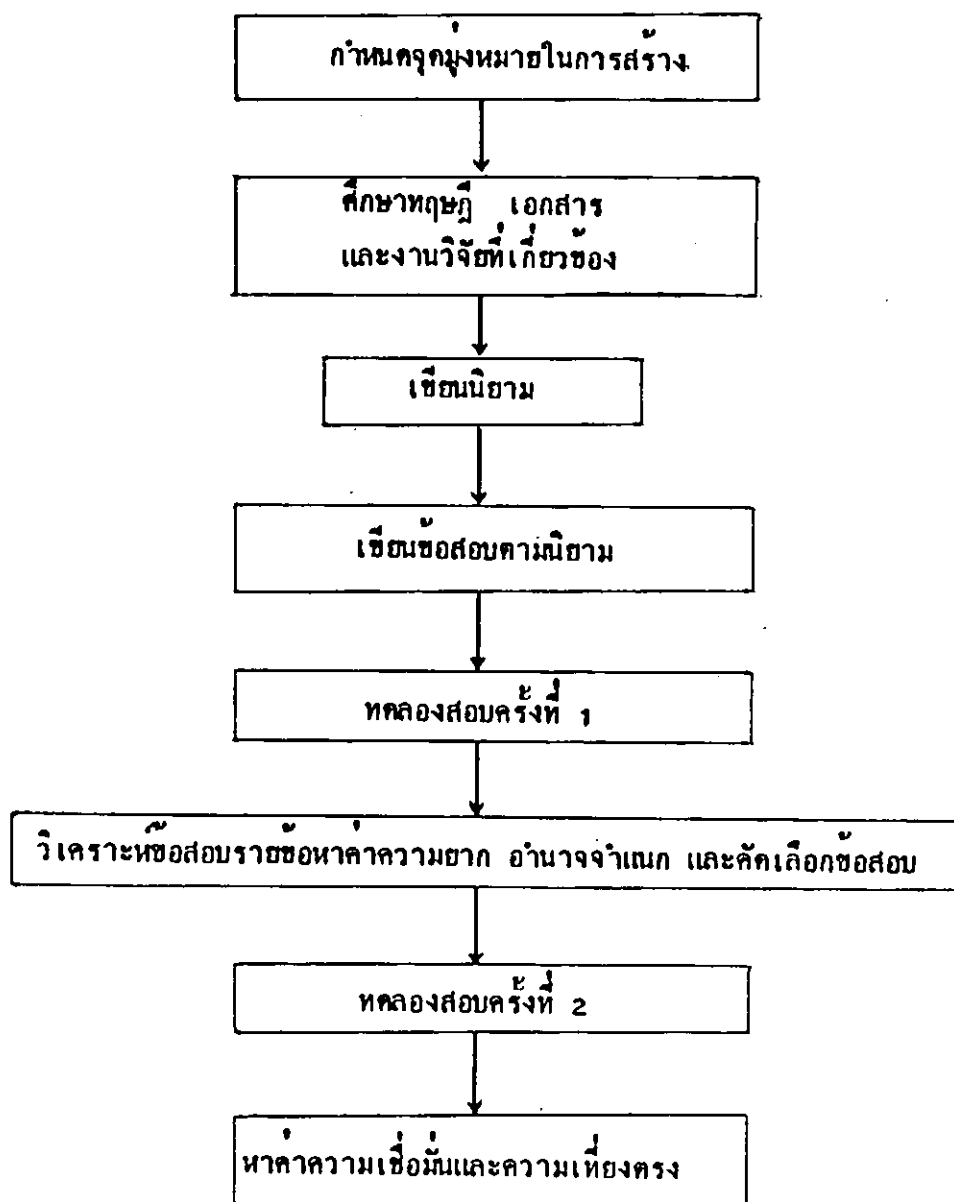
6. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่หนึ่ง วิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยาก ตั้งแต่ .20 ถึง .80 และคัดเลือกข้อสอบที่ได้ความเกณฑ์ไว้แต่ละ 30 ข้อ นำไปจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียนต่อไป

7. นำแบบทดสอบไปทดลองสอบครั้งที่สอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการสุ่มในกลุ่มที่ 2 จำนวน 150 คน โดยนักเรียนทุกคนจะต้องสอบทั้ง 6 ฉบับ และต้องทดสอบแบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวนด้วย

8. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่สอง วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คือ ความเชื่อมั่นด้วยสูตรคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้แบบทดสอบสแตนคาร์ค โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวน เป็นเกณฑ์

จากขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหมด สามารถสรุปเป็นภาพประกอบได้ดังนี้

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ



ภาพประกอบ 7 ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ

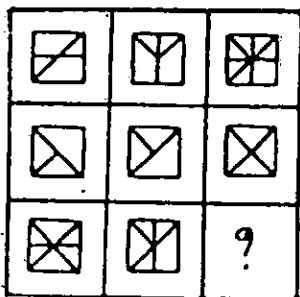
ลักษณะของแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหกฉบับ แต่ละฉบับเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบห้าตัวเลือก ลักษณะและรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นดังนี้

1.1 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม

แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม เป็นแบบทดสอบที่ต้องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสแคว (แถว) หนึ่ง ผสมวกเข้ากับภาพในสแคว (แถว) สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสแคว (แถว) สาม

ตัวอย่างข้อสอบ



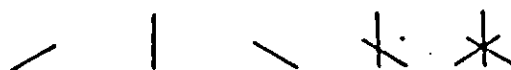
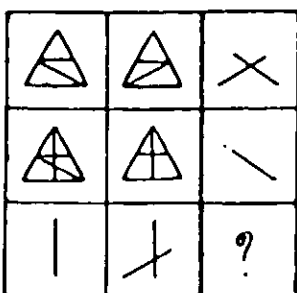
ก ข ค ง จ

คำตอบข้อนี้คือ ข้อ ค.

1.2 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการลด

แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการลด เป็นแบบทดสอบที่ต้องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสแคว (แถว) หนึ่ง ถูกหักออกด้วยภาพในสแคว (แถว) สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสแคว (แถว) สาม

ตัวอย่างข้อสอบ



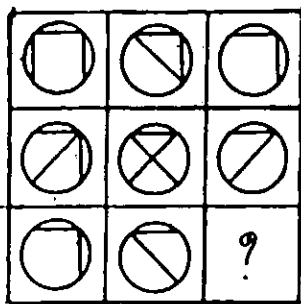
ก ข ค ง จ

คำตอบข้อนี้คือ ข้อ ก.

1.3 แบบทดสอบอนุกรมวิธีแบบการหาตัวร่วม

แบบทดสอบอนุกรมวิธีแบบการหาตัวร่วม เป็นแบบทดสอบที่ต้องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างร่วมกับของภาพในสควมภ์ (แถว) หนึ่ง และภาพในสควมภ์ (แถว) สอง ให้เป็นภาพในสควมภ์ (แถว) สาม

ตัวอย่างข้อสอบ



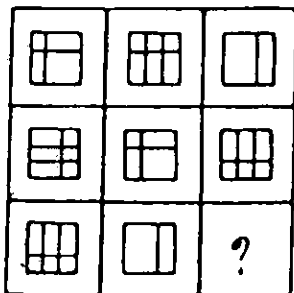
ก ข ค ง จ

คำตอบข้อนี้คือ ข้อ ข.

1.4 แบบทดสอบอนุกรมวิธีแบบการบวกเอกลักษณ์

แบบทดสอบอนุกรมวิธีแบบการบวกเอกลักษณ์ เป็นแบบทดสอบที่ต้องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างภายในที่แตกต่างกันของภาพในสควมภ์ (แถว) หนึ่ง และภาพในสควมภ์ (แถว) สอง มารวมกันเป็นภาพในสควมภ์ (แถว) สาม

ตัวอย่างข้อสอบ



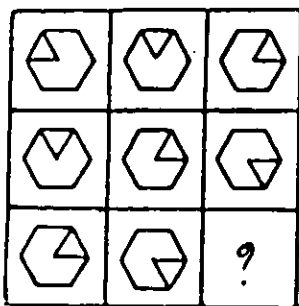
ก ข ค ง จ

คำตอบข้อนี้คือ ข้อ ง.

1.5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับ เป็นแบบทดสอบที่องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพจะเปลี่ยนไปตามแถวและความสมมาตรภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์อันใดอันหนึ่ง

ตัวอย่างข้อสอบ



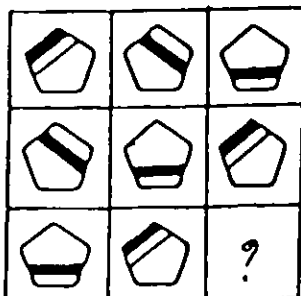
ก ข ค ง จ

ถ้าตอบข้อนี้คือ ข้อ จ.

1.6 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน

แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน เป็นแบบทดสอบที่องหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสมรค์ (แถว) เทียบกันจะต้องไม่เหมือนกัน

ตัวอย่างข้อสอบ



ก ข ค ง จ

ถ้าตอบข้อนี้คือ ข้อ ค.

2. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 (ม.3) จากสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
ในรายวิชา ว 305 และ ว 306 ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือก 

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอนุกรมวิธานทั้งฉบับ แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ว 305 และ ว 306 ใช้เกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน
เหมือนกันทุกฉบับ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นว่างไว้ หรือตอบเกินหนึ่ง-
คำตอบในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

คุณภาพของแบบทดสอบ

แบบทดสอบอนุกรมวิธานทั้งฉบับได้สร้างขึ้นฉบับละ 50 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ
ที่มีคำตอบเดียว แล้วนำไปทดลองสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2531
ของโรงเรียนสว่างศึกษา โรงเรียนพรหมวิทยาคาร โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา และ
โรงเรียนคำเพิ่มพินทยา จำนวน 150 คน นำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยาก
และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้ฉบับละ 30 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบ
ไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสกลนคร-
พัฒนศึกษา โรงเรียนห้วยโคนวิทยาคม โรงเรียนกุสุมาลย์วิทยาคม และโรงเรียนโพธิ์พินทยา
จำนวน 150 คน นำผลที่ได้หาค่าความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับ
ทั้งรายละเอียดต่อไปนี้

1. พิสัยความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละฉบับ ซึ่งวิเคราะห์ข้อสอบ
รายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ แล้วเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท ฟาน

ทั้งแสดงในตาราง 2 สำหรับรายละเอียดของค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ ในแบบทดสอบแต่ละฉบับแสดงในตาราง 12-17 (ภาคผนวก)

ตาราง 2 พิสัยค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหงถับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติน	p	r
แบบการเพิ่ม	.45 - .75	.53 - .82
แบบการลด	.40 - .74	.39 - .86
แบบการหาตัวรวม	.47 - .72	.51 - .92
แบบการบวกเอกลักษณ์	.41 - .64	.60 - .89
แบบการเรียงลำดับ	.35 - .67	.49 - .87
แบบจตุรัสลาติน	.64 - .81	.55 - .76

2. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหงถับ หากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ด้วยวิธีของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (Kuder - Richardson : KR - 20) ทั้งแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหงฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	r_{tt}
แบบการเพิ่ม	.9117
แบบการลด	.8765
แบบการหาตัวรวม	.9264
แบบการบวกเอกลักษณ์	.9151
แบบการเรียงลำดับ	.8712
แบบจตุรัสลาติน	.9440

3. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหงฉบับ ได้หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) โดยพิจารณาค่าความสัมพันธ์ของคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับกับคะแนนจากแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรแกรมสปีท เมทริซิส ของราเวล ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหกฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	r_{ct}
แบบการเพิ่ม	.6836
แบบการลด	.7021
แบบการหาตัวรวม	.6307
แบบการบวกเอกลักษณ์	.6660
แบบการเรียงลำดับ	.6707
แบบจตุรัสลาติน	.5081

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบอนุกรมมิตินึ่งหกฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ทำการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี

2. ชี้แจงให้แก่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

3. ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกฉบับ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องสอบทั้งหกฉบับ

5. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

6. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นทดลองแบบทดสอบ (Try out) มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับ ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้ จากการทดสอบครั้งที่ 1

1.2 วิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จของ จุง เท ฟาน

1.3 กัดเลือกข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ โดยพิจารณาจากความยากระหว่าง .20-.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 ขึ้นไป กัดเลือกข้อสอบไว้ฉบับละ 30 ข้อ เพื่อนำไปทดสอบครั้งที่ 2

1.4 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้ จากการทดสอบครั้งที่ 2

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

1.6 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตรคำนวณค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกฉบับ กับคะแนนจากแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริคส์ ของราเวน ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์

2. การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อแต่ละฉบับ และแบบทดสอบมาตรฐาน
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ในรายวิชา ว 305
และ ว 306 ตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่คงไว้

2.2 หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งหกดฉบับ และ
แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.3 หาค่าสหสัมพันธ์ภายในและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test)

2.4 หาค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติต และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบค่าอัตราส่วนที่ (t - ratio)

2.5 หาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณและทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การทดสอบ
ค่าเอฟ (F - test)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบน
มาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์ทดสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้
เทคนิค 27% และใช้ตารางสำเร็จของ จุง เค ฟาน

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ด้วยวิธีคูเคอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20
(KR - 20) (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168)

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

เมื่อ r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อสอบ
p	แทน	สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
q	แทน	สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ
S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทุกข้อ (หั่งฉบับ)

4. หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของข้อสอบแต่ละฉบับ โดยคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ เบอริซีส์ กับคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตีแบบต่าง ๆ หั่งฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้สหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ลวัน สายชล และอังคณา สายชล. 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

5. การหาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ภายใน (r) การหาความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ (B, b) ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์ทั้งหมด (R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์ (SE_{bi}) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$) ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a) ใช้วิธีการวิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) ซึ่งใช้สูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน คำนวณโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

5.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของถ้อยพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) คำนวณโดยใช้สูตร

5.2.1 ค่า Score Weight (b) (Kerlinger and Pedhazur.

1973 : 87)

$$b_i = r_{iy} \frac{SD_y}{SD_i}$$

เมื่อ b_i แทน ค่า Score Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระตัวที่ i กับตัวแปร (Y)

SD_y แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

SD_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

5.2.2 ค่า Beta Weight (β) (Kerlinger and Pedhazur.

1973 : 25)

$$\beta_i = \frac{SD_i}{SD_y} b_i$$

เมื่อ β_i แทน ค่า Beta-Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

b_i แทน ค่า Score-Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

SD_y แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

SD_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระตัวที่ i

5.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถ้อย จากค่า Beta - Weight โดยใช้สูตร

(Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 75)

$$R_{y.123\dots m}^2 = \sum \beta_i r_{iy}$$

เมื่อ $R_{y.123\dots m}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ
ตัวที่ i ถึง m กับตัวแปร (Y)

β_i แทน ค่า Beta-Weight ของตัวแปรอิสระตัวที่ i

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ
ตัวที่ i กับตัวแปร (Y)

6. ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยไฟสุต (Ferguson.

1981 : 195)

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

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงแบบที

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

$$df = N - 2$$

7. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าพารามิเตอร์สำคัญของคะแนน โดยไฟสุต

(Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 167)

$$t_{b_i} = \frac{b_i}{SE_{b_i}}$$

เมื่อ t_{b_i} แทน ค่า t - ratio

b_i แทน ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระตัวที่ i

SE_{b_i} แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย
พหุคูณของตัวแปรอิสระตัวที่ i

$$df = N - m - 1$$

8. ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อันดับสอง โดยใช้สูตร

(Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 63)

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

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

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อสะดวกในการนำเสนอและแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล และเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r_{ct}	แทน	ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
CV	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สหคูณ
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์
S.E. _{est}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ
β	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
b	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
F	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ

- Y_{305} แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 305
 Y_{306} แทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 306
 Y แทน คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา
 ว 305 กับ ว 306
 X_1 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบการเพิ่ม
 X_2 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบการลด
 X_3 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบการหาตัวรวม
 X_4 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบการบวกเอกลักษณ์
 X_5 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบการเรียงลำดับ
 X_6 แทน คะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินิแบบจตุรัสลำดับ

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้านี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลดังนี้

- ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ
 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินิทั้งหกแบบ

เมื่อนำแบบทดสอบอนุกรมมิตินิจำนวนหกแบบไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	n	$\bar{X}$	S.D.	CV
แบบการเพิ่ม	400	30	20.515	5.972	29.110
แบบการลด	400	30	15.433	6.104	39.552
แบบการหาตัวร่วม	400	30	16.678	6.907	41.414
แบบการบวกเอกลักษณ์	400	30	15.433	6.293	40.776
แบบการเรียงลำดับ	400	30	15.633	5.341	34.164
แบบจตุรัสลาติน	400	30	18.940	6.597	34.831

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบมีค่าตั้งแต่ 15.433 ถึง 20.515 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดและแบบการบวกเอกลักษณ์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติทุกแบบมีค่าสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบจตุรัสลาติน แบบการหาตัวร่วม แบบการเรียงลำดับ แบบการลดและแบบการบวกเอกลักษณ์ แสดงว่า เป็นแบบทดสอบค่อนข้างง่าย ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบมีค่าตั้งแต่ 5.341 ถึง 6.907 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวร่วมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบแต่ละแบบ พบว่า คะแนนสัมประสิทธิ์ของการกระจายของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวร่วมมีการกระจายมากที่สุด แต่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์

เมื่อนำแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา
ว 305 และ ว 306 ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ
ทั้งแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์

แบบทดสอบมาตรฐาน วิชาวิทยาศาสตร์	N	n	$\bar{X}$	S.D.	CV	r_{tt}
ว 305	400	50	26.643	6.577	24.686	.727
ว 306	400	40	16.558	4.073	24.598	.526
คะแนนรวม	400	90	43.200	9.363	21.674	.752

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีค่าเป็น 26.643,
16.558 และ 43.200 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายพบว่า สัมประสิทธิ์
ของการกระจายของแบบทดสอบวิชา ว 305 และ ว 306 มีค่าเป็น 24.686 และ 24.598
ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่า แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ว 305 และ ว 306 มีความยากใกล้เคียงกัน สำหรับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าเป็น
.727, .526 และ .752 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากนั้นได้นำมาทดสอบสมมติฐานทั้งในตาราง 7

ตาราง 7 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	Y ₃₀₅		Y ₃₀₆		Y	
	r	t	r	t	r	t
X ₁	.549	13.104**	.448	9.997**	.580	14.204**
X ₂	.557	13.380**	.484	11.034**	.620	15.041**
X ₃	.489	11.184**	.409	8.942**	.521	12.177**
X ₄	.549	13.104**	.475	10.768**	.592	14.655**
X ₅	.513	11.923**	.426	9.394**	.546	13.001**
X ₆	.420	9.233**	.397	8.629**	.467	10.536**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งแต่แบบมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งแต่แบบ จากนั้นนำมาผลไปทดสอบสมมติฐานทั้งแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งแต่แบบ

แบบทดสอบ	Y ₃₀₅			Y ₃₀₆			Y		
	b _i	SE _{b_i}	t _{b_i}	b _i	SE _{b_i}	t _{b_i}	b _i	SE _{b_i}	t _{b_i}
X ₁	.229	.072	3.181**	.067	.048	1.396	.296	.097	3.052**
X ₂	.155	.083	1.867*	.119	.056	2.125*	.275	.113	2.434**
X ₃	.060	.063	0.952	-.005	.042	-0.119	.054	.085	0.635
X ₄	.180	.073	2.466**	.115	.049	2.347**	.295	.099	2.980**
X ₅	.185	.075	2.467**	.065	.050	1.300	.250	.101	2.475**
X ₆	-.033	.057	-0.579	.045	.038	1.184	.012	.078	0.154

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า คำนำนักความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบ
 อนุกรมมิติแต่ละแบบปรากฏว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ ร 305 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์
 และแบบการเรียงลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบ
 การลบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ร 306 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์และแบบ
 การลบ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ส่วนคะแนนแบบทดสอบ
 อนุกรมมิติที่มีผลรวมกับคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบ
 อนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการลบ แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ มีนัย
 สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบมีสห-
 สัมพันธ์พหุคูณกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทางบวก ผู้วิจัยได้นำผลจากการวิเคราะห์
 ในตาราง 9-11 ข้างล่างนี้ เพื่อทดสอบสมมติฐานดังกล่าว

ตาราง 9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β, b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)
 ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของ
 ตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$)
 อันดับของการค้นหาตัวพยากรณ์ และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)
 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 305 เป็นเกณฑ์

ตัวพยากรณ์	β	b	SE_b	อันดับ
X_1	.208	.229	.072	1
X_2	.144	.155	.083	4
X_3	.063	.060	.063	5
X_4	.172	.180	.073	2
X_5	.150	.185	.075	3
X_6	-.033	-.033	.057	6

$$R = .618$$

$$S.E._{est} = \pm 5.208$$

$$F = 40.573^{**}$$

$$R^2 = .383$$

$$a = 13.520$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 เป็นเกณฑ์ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกเกือบทุกค่าเมื่ออยู่ในรูปคะแนนมาตรฐานและคะแนนดิบ โดยมีค่าตั้งแต่ -0.033 ถึง $.208$ และ -0.033 ถึง $.229$ ตามลำดับ ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบจตุรัสลาตินมีค่าเป็นลบ สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ มีค่าตั้งแต่ $.057$ ถึง $.083$ ส่วนค่าสหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้รวมทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 มีค่า $.618$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ ซึ่งแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้รวมทั้งหกแบบสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ $.383$ หรือ 38.30 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณเท่ากับ ± 5.208

ตาราง 10 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)
 ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของ
 ตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$)
 อันค้ำของการค้นหาตัวพยากรณ์ และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)
 เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 306 เป็นเกณฑ์

ตัวพยากรณ์	β	b	SE_b	อันค้ำ
X_1	.098	.067	.048	3
X_2	.179	.119	.056	1
X_3	-.009	-.005	.042	6
X_4	.178	.115	.049	2
X_5	.085	.065	.050	4
X_6	.073	.045	.038	5

$$R = .526$$

$$S.E._{est} = 3.490$$

$$F = 25.05^{**}$$

$$R^2 = .277$$

$$a = 9.788$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เป็นเกณฑ์ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกเกือบทุกค่าเมื่ออยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน และคะแนนดิบ โดยมีค่าตั้งแต่ -0.009 ถึง $.179$ และ -0.005 ถึง $.119$ ตามลำดับ ยกเว้น ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมมีค่าเป็นลบ สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ มีค่าตั้งแต่ $.038$ ถึง $.056$ ส่วนค่าสหสัมพันธ์หาคู่ของแบบทดสอบอนุกรมมิติรวมทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 มีค่า $.526$ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ ซึ่งแบบทดสอบอนุกรมมิติรวมทั้งหกแบบสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ $.277$ หรือ 27.70 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบหาคู่เท่ากับ ± 3.490

ตาราง 11 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ (β , b) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R)
 ค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ (R^2) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของ
 ตัวพยากรณ์ (SE_b) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์แบบพหุคูณ ($S.E._{est}$)
 อันติบของการค้นหาตัวพยากรณ์ และค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ (a)
 เมื่อใช้คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเกณฑ์

ตัวพยากรณ์	β	b	SE_b	อันติบ
X_1	.189	.296	.097	2
X_2	.179	.275	.113	3
X_3	.040	.054	.085	5
X_4	.198	.295	.099	1
X_5	.143	.250	.101	4
X_6	.008	.012	.078	6

$R = .661$	$S.E._{est} = \pm 7.077$	$F = 50.894^*$
$R^2 = .437$	$a = 23.307$	

** วิกฤตสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า เมื่อใช้คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เป็นบวกทุกค่าเมื่ออยู่ในรูปคะแนนมาตรฐานและ
คะแนนดิบ โดยมีค่าตั้งแต่ .008 ถึง .198 และ .012 ถึง .296 ตามลำดับ สำหรับค่า
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์มีค่าตั้งแต่ .078 ถึง .113 ส่วนค่า
สหสัมพันธ์พหุคูณของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบกับคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ มีค่า .661 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบ
สามารถพยากรณ์คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยให้ค่าสัมประสิทธิ์
การพยากรณ์ .437 หรือ 43.70 เปอร์เซ็นต์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการ
พยากรณ์แบบพหุคูณเท่ากับ ± 7.077

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาคำน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อแต่ละแบบที่มีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งทุกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดสกลนคร ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) คือห้องเรียน 10 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 400 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบสองประเภทดังนี้

1. แบบทดสอบอนุกรมมิตี เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยอาศัยทฤษฎีสองตัวประกอบของสเปียร์แมน ซึ่งใช้วัดความสามารถทั่วไปในด้านเหตุผล และทฤษฎีสถิติของคัทเทิลล์

ที่ใช้วัดความสามารถผลิต ส่วนรูปแบบของข้อสอบอนุกรมมิตินี้ได้ศึกษาจากของฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon) วอร์ดและฟิตซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick) รวมทั้ง จาคอบส์และแวนเดเวนเตอร์ (Jacobs and Vandeventer) ได้แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ฉบับ ดังนี้

- 1.1 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม
- 1.2 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการลด
- 1.3 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการหาตัวรวม
- 1.4 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการบวกเอกลักษณ์
- 1.5 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเรียงลำดับ
- 1.6 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบจตุรัสลำดับ

2. แบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 (ม.3) ในรายวิชา ว 305 และ ว 306 ของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้มีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ที่ทำการสอบ รวมทั้งหาผู้ช่วยในการดำเนินการสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ชี้แจงการปฏิบัติในการดำเนินการสอบจนเข้าใจเป็นอย่างดี
2. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
3. ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องสอบทั้งหกฉบับ
5. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบเลขหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
6. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ
2. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

1.1 จากการศึกษาค้นคว้าผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบ มีค่าตั้งแต่ 15.433 ถึง 20.515 โดยที่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดและแบบการบวกเอกลักษณ์มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบมีค่าตั้งแต่ 5.341 ถึง 6.907

1.2 คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีค่าเป็น 26.643, 16.558 และ 43.200 ตามลำดับ ส่วนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเป็น 6.577, 4.073 และ 9.363 ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน ปรากฏว่า

2.1 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีความสัมพันธ์กันทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

2.2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนปรากฏผลดังนี้

2.2.1 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนการลบมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.2 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนแบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการลบ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2.3 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีผลร่วมกับคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติต่อคะแนนแบบการเพิ่ม แบบการลบ แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีรวมทั้งหกแบบ มีสหสัมพันธ์ทุกคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305, ว 306 และคะแนนรวม เป็นเกณฑ์โดยมีค่าสหสัมพันธ์ทุกคู่เป็น .618, .526 และ .611 ตามลำดับ

อภิปรายผล

ผลการศึกษานี้สามารถแยกอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากสมมติฐานที่ว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ผลการศึกษพบว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในทุกรายวิชามีค่าสูงสุด ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชามีค่าต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 305, ว 306 และคะแนนรวม มีค่าตั้งแต่ .420-.557, .397-.484 และ .467-.602 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของแมคอาเธอร์และเอลเลย์ (Cattell. 1971 : 488 ; citing McArthur and Elley. 1963) นีฟและสตรอด (Knief and Stroud. 1953 : 117 - 120) ที่พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .41 และ .45 ตามลำดับ สอดคล้องกับ แดชและคานันโก (Dash and Kanungo. 1959 : 393) ที่พบว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างสูง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันทางบวก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. จากสมมติฐานที่ว่า คำนวณน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight) ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบมีนัยสำคัญ ผลการศึกษพบว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีผลรวมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลคมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการลค ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ส่วนคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีผลร่วมกับคะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการลค แบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการเรียงลำดับ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติบางแบบที่ไม่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมและแบบจตุรัสลาติน แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบสามารถหาคำตอบด้วยการพิจารณารูปในส่วนที่เหมือนกันในแถวหรือสุมภ์เดียวกัน แล้วนำมาหาคำตอบในช่องว่างมุมขวากลางใดโดยไม่ได้ใช้ความคิดในการหาเหตุผลเท่าใดนัก ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินนั้นเพียงแต่พิจารณารูปในแนวทะแยงของช่องในข้อสอบก็สามารถหาคำตอบได้ ซึ่งลักษณะของข้อสอบเช่นนี้ไม่ดี (Ward and Fitzpatrick. 1973 : 990) ผู้สอบไม่ได้ใช้ความสามารถในด้านเหตุผลมากนัก และเมื่อพิจารณาคุณภาพของข้อสอบในค่านความยากก็พบว่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่พอเพราะพิสัยความยากมีค่าตั้งแต่ .64 - .81 ดังนั้นคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมและแบบจตุรัสลาตินจึงไม่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่วัดความรู้เหตุผลของสิ่งต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ (จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิ์วัฒน์. 2507 : 80)

สำหรับคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มและแบบการเรียงลำดับ ที่ไม่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เพิ่มขึ้นมานี้ อาจเป็นเพราะโครงสร้างของแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกันในด้านของเหตุผล ทั้งนี้เพราะเนื้อหาของรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ทางเกษตร อุตสาหกรรมที่สำคัญทางเกษตร อุตสาหกรรมการเลี้ยงดู พืชทางอาหารของชาวขอมมี

และข้าวโรงสี การปรับปรุงคุณค่าทางอาหารของข้าว อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จากข้าว การทำข้าวหมักและเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จากข้าว การผลิตน้ำมันรำ การทำกระดาษจากฟางข้าว อุตสาหกรรมการทำยาง การเพิ่มคุณค่าของยาง ยางสังเคราะห์ ปัญหาในการผลิตและจำหน่ายยางเป็นสินค้าออก อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลจากอ้อย น้ำตาลเทียม อุตสาหกรรมเกี่ยวกับสีตัวน้ำ อุตสาหกรรมการถนอมอาหาร การขนส่ง และการสื่อสาร ความสำคัญของการขนส่ง วิวัฒนาการของการขนส่ง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างของยานพาหนะกับการเคลื่อนที่ การลดแรงเสียดทาน หลักสำคัญของการใช้ยานพาหนะอย่างปลอดภัย โมเมนตัม ความเฉื่อย จุดศูนย์กลางความโค้งของวัตถุ ระยะหยุดของรถที่ปลอดภัย หลักการของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะ กลจักรสันดาปภายนอก และภายในและกลจักรไอน้ำ กลจักรก๊าซโซลีน กลจักรดีเซล ยานพาหนะทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ แรงลอตัว การสื่อสาร วิวัฒนาการของการสื่อสาร อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า โทรเลข โทรศัพท์ โทรพิมพ์ ไมโครโฟน วิดีโอ ประโยชน์ของการขนส่ง และการสื่อสาร ภาวะแวดล้อม ผลของการเพิ่มประชากรที่มีต่อภาวะแวดล้อม การปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อประโยชน์ในการดำรงชีวิต สาเหตุที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม สาเหตุและวิธีป้องกันน้ำเสียและอากาศเสีย ขยะและการกำจัดขยะ ดินเสีย ผลของการใช้พลังงานที่มีต่อสิ่งแวดล้อม วิธีป้องกันและควบคุมระดับเสียงที่เป็นภัยต่อมนุษย์ การรักษาสมดุลธรรมชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ . 2520 : 51)

เมื่อพิจารณาโลหะเอียงลงไปอีกพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบที่วัดความสามารถทั่วไปด้านเหตุผล โดยวัดเหตุผลเชิงนามธรรม (Guilford. 1971 : 86) ได้เป็นอย่างดี แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่วัดจากแบบทดสอบมาตรฐานนั้นเป็นเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ในปัจจุบันได้มีการฝึกการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การรู้จักหาเหตุผล รู้จักตั้งสมมติฐาน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นหลักเกณฑ์ต่าง ๆ อันเป็นกระบวนการเรียนรู้ตามแนว

วิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความมีเหตุผลขึ้น ลักษณะเช่นนี้ถือเป็นเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
(อรุณี เพชรเจริญ. 2522 : 89)

เนื่องจากแบบทดสอบอนุกรมมิตีเป็นรูปแบบหนึ่งของแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถ
ทั่วไปทางคณิตศาสตร์ ความถูกต้องของตัวประกอบของสเปียร์แมน และทฤษฎีสถิติของ
คัทเทิล ผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อพิจารณาในทางคณิตศาสตร์ โดยไม่คำนึงถึงว่าเป็นเหตุผล
เชิงนามธรรมหรือเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สามารถ
วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 103) ที่พบว่า ความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นตัวประกอบร่วมของ
ความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ จิระวัฒน์
วงศ์สวัสดิ์วัฒน์ (2507 : 79) ที่พบว่า ความสามารถในทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีผลร่วมกับ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในรายวิชา ว 305 และคะแนนรวม คือ แบบทดสอบ
อนุกรมมิตีแบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ ส่วน
คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 คือ
แบบทดสอบอนุกรมมิตีแบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการลด

3. จากสมมติฐานที่ว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบมีสหสัมพันธ์พหุคูณ
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทางบวก ผลการศึกษาพบว่า คะแนนแบบทดสอบ
อนุกรมมิตีทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชา ว 305, ว 306
และคะแนนรวม มีสหสัมพันธ์พหุคูณทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า
ซึ่งมีค่าเป็น .618, .526 และ .661 ตามลำดับ คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบ
มีความแปรปรวนร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ 38.30, 27.70 และ 43.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ
แสดงว่า คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบมีความสัมพันธ์ร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชื่อมั่นได้ หรือกล่าวได้ว่าคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตีทั้งหกแบบ

สามารถใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเชื่อมั่นได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สำหรับคำแนะนำนักความสำคัญของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการหาตัวรวม และแบบจตุรัสลาติน มีค่าต่ำมาก บางค่าก็เป็นลบ แต่ก็เป็นตัวหนุนเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ลองคัดคะแนนทดสอบดังกล่าวออกแล้วคำนวณค่าสหสัมพันธ์พหุคูณใหม่ ปรากฏว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณน้อยลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งหกแบบกับตัวแปรอื่น เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และควรศึกษาในหลาย ๆ ระดับรวมทั้งศึกษาในเรื่องเพศด้วย

2. การนำแบบทดสอบไปใช้ แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้บางแบบควรขยายเวลาในการทดสอบออกไปอีก เช่น แบบการลด แบบการหาตัวรวม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ การนำไปใช้อีกลักษณะหนึ่งคือ การผสมระหว่างแบบทดสอบแต่ละแบบเข้าเป็นฉบับเดียวกันก่อนนำไปทดสอบจริงควรตรวจสอบคุณภาพด้วย

3. สำหรับแบบทดสอบมาตรฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ในครั้งนี้ เนื้อหาที่สร้างครอบคลุมหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง ว 305 และ ว 306 ทดฤทธิกรรมที่วัดสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี จำนวนข้อ เวลาที่ใช้เหมาะสม และวิธีดำเนินการสอบก็ละเอียด เหมาะที่จะใช้เพียงแค่ปีการศึกษา 2531 เท่านั้น เพราะหลังจากนี้แล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้เนื้อหาบางเรื่องต้องสลับเปลี่ยนกันในแต่ละระดับชั้น

4. ควรได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้กับเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาวิทยาศาสตร์ (GPA) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการศึกษาเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์จากแบบทดสอบมาตรฐานเป็นเกณฑ์ ทั้งนี้จะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน การวัด และการประเมินผลให้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรินทร์ ประสงค์สม. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.
- จินตภา สำนัณวิกลิต และคนอื่น ๆ. การทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2519.
- จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิ์วัฒน์. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ เด็กที่จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในภาคการศึกษา 1. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2507. อักสำเนา.
- ชาวล แพร่ตฤล. "การวัดความถนัดทางการเรียน" การวัดผลการศึกษา. 5(1) : 1 - 12 ; พ.ศ. - ส.ศ., 2526.
- _____. เทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ. กิ่งจันทร์การพิมพ์, ม.ป.ป.
- ชุมพร องค์ศิริกุล. การนำแบบทดสอบข้ามกลุ่มวัฒนธรรมมาใช้วัดความสามารถทางสมอง โดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อักสำเนา.
- ทองหล่อ วิภาวิน. การวัดความถนัด. โอเคเียนสโตร์, 2524.
- ประสาธ ธรรมรัตน์. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมวิธานที่มีแบบการคิดต่างกัน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อักสำเนา.
- นงนุช วรธนะ. ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2514. อักสำเนา.

พจนาน แสงรุ่งโรจน์. การใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะการวัดความสามารถทางสมอง
โดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม.

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อักสำเนา.

พิตร ทองชั้น. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียน
ระดับประถมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร, 2511. อักสำเนา.

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

_____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,
2527.

วรุณ สิริภาพ. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.

วิบูลย์ วิสาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มศว.สงขลา,
2522.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ทุทธศักราช 2521. จงเจริญการพิมพ์,
กรุงเทพมหานคร, 2520.

สวรงค์ อ่อนนาค. ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบปลายปีวิชาวิทยาศาสตร์กับสมรรถภาพสมอง
ด้านเหตุผลและความเชื่อในคตินิชาตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511, อักสำเนา.

สามารถ วีระสัมฤทธิ์. สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางการเรียน
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อักสำเนา.

สุทธิพงษ์ สุขจิระ. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
ประวัติศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2522. อักสำเนา.

- สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์. การสร้างแบบทดสอบ 2. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.
- แสงศิริ สิริมงคล. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการทบทวนความรู้พื้นฐานด้วยบทเรียน ทบทวนและด้วยครูทบทวน. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักสำเนา.
- อรุณี เพชรเจริญ. ตัวบ่งชี้การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อักสำเนา.
- อัมพร ลิขิตปัญญารักษ์. การใช้แบบทดสอบวัดสมรรถนะสมองภาคความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อักสำเนา.
- Adler, Nurit and Ruth Guttman. "The Redex Structure of Intelligence : A Replication," Educational and Psychological Measurement. 42 : 739 - 747 ; Autumn, 1982.
- Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5th ed. New York : Macmillan Publishing Co., Inc., 1982. ✓
- Baraheni, M. Naghi. "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement. 34(4) : 983 - 988 ; 1974.
- Cattell, Ramond B. Abilities : Their Structure, Growth, and Action. Boston : Houghton Mifflin Co., 1971.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed., New York : Harper, 1970.

- Dash, S.C., and Kanungo R. "Progressive Matrices and School Success," Psychological Abstracts. 35 : 393 ; June, 1961.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. Tokyo : Kosaido Printing Co., LTD., 1981.
- Forman, Barbara R., Barbara R. Sadowski, and Jeffry A. Basen. "Children's Solutions for Figural Matrices : Developmental Differences in Strategies and Effects of Matrix Characteristics," Journal of Experimental Child Psychology. 39 : 107 - 130 ; 1985.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.
- Hornke, Lutz F. and Michael W. Habon. "Rule Based Item Bank Construction and Evaluation Within the Linear Logistic Framework," Applied Psychological Measurement. 10 : 369 - 380 : December, 1986.
- Jacobs, Paul I. and Mary Vandeventer. "Evaluating the Teaching of Intelligence," Educational and Psychological Measurement. 32 : 235 - 248 : 1972.
- Keehn, J.D., and Prothro E. Terry. "Non - Verbal Test as Predictors of Academic Success in Lebanon," Educational and Psychological Measurement. 15 : 495 - 498 ; winter , 1955.
- Kerlinger, Fred N. and Elazar J. Pedhazur. Multiple Regression in Behavior Research. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1973.
- Knief, Lotus M., and Stroud, James B. "Intercorrelation Among Various Intelligence, Achievement and Social Class Scores," The Journal of Educational Psychology. 50 : 117 - 120 ; 1959.
- Mulhollan, Timothy M., James W. Pellegrino, and Robert Glaser. "Component of Geometric Analogy Solution," Cognitive Psychology. 12 : 252 - 284 ; 1980.
- Raven, J.C. Guide to the Standard Progressive Matrices : Set A, B, C, D and E. London : Lewis, 1960.
- Rimoldi, H.J. "A Note on Raven's Progressive Matrices Test," Educational and Psychological Measurement. 8 : 347 - 352 ; Autumn, 1948.

Stone Beth and Mary Carol Day. "A Developmental Study of the Processes Underlying Solution of Figural Matrices," Child Development. 52 : 359 - 362 ; 1981.

Ward J. and T.F. Fitzpatrick. "Characteristic of Matrices item," Perceptual and Motor Skills. 36 : 987 - 993 ; 1973.

ภาคผนวก ก

คำสถิติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ตาราง 12 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.75 [*]	.78	10.2	16	.67	.79	11.2
2	.75 [*]	.78	10.2	17	.66	.70	11.3
3	.74	.60	10.4	18	.66	.70	11.3
4	.74	.60	10.4	19	.66	.80	11.3
5	.74 [*]	.79	10.4	20	.65	.81	11.4
6	.73	.62	10.5	21	.65	.72	11.4
7	.73 [*]	.80	10.5	22	.65	.72	11.4
8	.72	.63	10.7	23	.64	.54	11.4
9	.71 [*]	.81	10.8	24	.62	.63	11.8
10	.71	.65	10.8	25	.62	.63	11.8
11	.70	.77	10.9	26	.56	.60	12.4
12	.70	.77	10.9	27	.54	.53	12.6
13	.70	.66	10.9	28	.51	.54	12.9
14	.69 [*]	.82	11.0	29	.50	.65	13.0
15	.67	.79	11.2	30	.45	.67	13.5

ตาราง 13 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.74	.74	10.5	16	.56	.76	12.4
2	.71	.81	10.8	17	.53	.79	12.7
3	.67*	.84	11.2	18	.53	.69	12.7
4	.64	.82	11.6	19	.53	.69	12.7
5	.62	.83	11.7	20	.50	.52	13.0
6	.62	.74	11.7	21	.50	.55	13.0
7	.62	.83	11.7	22	.50	.55	13.0
8	.59	.73	12.0	23	.49	.66	13.1
9	.59	.73	12.0	24	.48	.71	13.2
10	.59	.86	12.1	25	.47	.60	13.3
11	.59	.62	12.1	26	.46	.62	13.4
12	.58	.78	12.2	27	.45	.67	13.5
13	.58	.64	12.2	28	.41	.52	13.9
14	.57	.75	12.2	29	.41	.77	14.0
15	.58	.64	12.2	30	.40	.39	14.0

ตาราง 14 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.72*	.81	10.7	16	.59*	.89	12.1
2	.68*	.83	11.1	17	.58	.68	12.2
3	.66*	.85	11.4	18	.57	.75	12.2
4	.66*	.85	11.4	19	.57*	.90	12.3
5	.66*	.85	11.4	20	.56	.80	12.4
6	.64*	.86	11.5	21	.56	.87	12.4
7	.64*	.86	11.5	22	.55	.71	12.5
8	.64*	.86	11.5	23	.55	.67	12.5
9	.64	.82	11.6	24	.54	.78	12.6
10	.64	.73	11.6	25	.53	.51	12.7
11	.63*	.87	11.7	26	.53	.79	12.7
12	.63	.87	11.7	27	.52*	.92	12.8
13	.62	.70	11.8	28	.52	.71	12.8
14	.61*	.88	11.9	29	.52	.84	12.8
15	.60	.54	12.0	30	.47	.79	13.3

ตาราง 15 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.64	.73	11.6	16	.56	.60	12.4
2	.64	.82	11.6	17	.55	.67	12.5
3	.62	.74	11.7	18	.55	.82	12.5
4	.62	.74	11.7	19	.54	.89	12.6
5	.62	.74	11.7	20	.54	.73	12.6
6	.63 [*]	.87	11.7	21	.54	.89	12.6
7	.61	.75	11.8	22	.53	.64	12.7
8	.61 [*]	.88	11.9	23	.53	.60	12.7
9	.61 [*]	.88	11.9	24	.53	.79	12.7
10	.59	.77	12.0	25	.52	.75	12.8
11	.60	.85	12.0	26	.52	.84	12.8
12	.59	.66	12.1	27	.48	.62	13.2
13	.57	.75	12.2	28	.44	.60	13.6
14	.58	.78	12.2	29	.41	.62	13.9
15	.57	.69	12.3	30	.41	.77	14.0

ตาราง 16 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเรียงลำดับ

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.67	.79	11.2	16	.53	.69	12.7
2	.67*	.84	11.2	17	.53	.69	12.7
3	.66	.80	11.3	18	.52	.75	12.8
4	.65	.81	11.4	19	.52	.56	12.8
5	.65	.81	11.4	20	.52	.49	12.8
6	.63*	.87	11.7	21	.51	.57	12.9
7	.59	.73	12.0	22	.50	.82	13.0
8	.59	.86	12.1	23	.49	.57	13.1
9	.58	.64	12.2	24	.48	.71	13.2
10	.58	.78	12.2	25	.46	.78	13.4
11	.57	.69	12.3	26	.46	.62	13.4
12	.56	.65	12.3	27	.45	.67	13.5
13	.56	.80	12.4	28	.40	.54	14.0
14	.55	.71	12.5	29	.36	.54	14.5
15	.55	.71	12.5	30	.35	.53	14.6

ตาราง 17 แสดงค่า p , r และ Δ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.81 [*]	.72	9.5	16	.77	.69	10.0
2	.81 [*]	.72	9.5	17	.77 [*]	.76	10.0
3	.81 [*]	.72	9.5	18	.78	.55	10.0
4	.81 [*]	.72	9.5	19	.77	.69	10.0
5	.81 [*]	.72	9.5	20	.77 [*]	.76	10.0
6	.80 [*]	.73	9.6	21	.77	.70	10.1
7	.80 [*]	.73	9.6	22	.76	.57	10.1
8	.80 [*]	.73	9.6	23	.75	.72	10.3
9	.80	.67	9.7	24	.75	.72	10.3
10	.79 [*]	.74	9.7	25	.74	.74	10.5
11	.80	.67	9.7	26	.72	.63	10.7
12	.79 [*]	.74	9.7	27	.71	.76	10.7
13	.79	.68	9.8	28	.69	.68	11.1
14	.79	.68	9.8	29	.66	.70	11.3
15	.78 [*]	.75	9.9	30	.64	.59	11.5

ตาราง 18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของตัวพหุภาคย์กับตัวพหุภาคย์ และตัวพหุภาคย์กับตัวเกณฑ์

แบบทดสอบ	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	Y_{305}	Y_{306}	Y
x_1	-	.738**	.602**	.680**	.668**	.620**	.549*	.448*	.580*
x_2		-	.745**	.778**	.663**	.616**	.557**	.484**	.602**
x_3			-	.722**	.605**	.623**	.489**	.409**	.521**
x_4				-	.650**	.587**	.549**	.475**	.592**
x_5					-	.634**	.513**	.426**	.546**
x_6						-	.420**	.397**	.467**
Y_{305}							-	.519**	.928**
Y_{306}								-	.800**
Y									-

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 19 การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เมื่อใช้รายวิชา ว 305 เป็นเกณฑ์

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	R	R ²	R ² _{change}	F
x_2	.557	.310	.310	179.137
x_1 x_2	.593	.352	.041	25.347
x_1 x_2 x_4	.607	.371	.019	11.869
x_1 x_2 x_4 x_5	.617	.381	.010	6.521

ตาราง 20 การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เมื่อใช้รายวิชา ว 306 เป็นเกณฑ์

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	R	R ²	R ² _{change}	F
x_2	.484	.235	.235	122.037
x_2 x_4	.507	.259	.025	13.185

ตาราง 21 การค้นหาคะแนนแบบทดสอบอนุกรมวิธานที่มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เมื่อใช้คะแนนรวมเป็นเกณฑ์

แบบทดสอบอนุกรมวิธาน					R	R^2	R^2_{change}	F
	x_2				.602	.363	.363	226.298
x_1	x_2				.635	.403	.040	26.869
x_1	x_2	x_4			.653	.426	.023	15.939
x_1	x_2	x_4	x_5		.661	.437	.011	7.386

ภาคผนวก ข

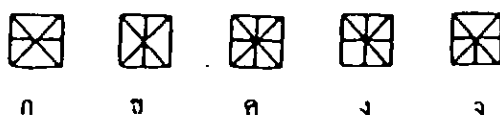
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อคำถามนั้น จึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สทนต์)หนึ่ง กับภาพในแถว(สทนต์)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สทนต์)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องว่างได้ ดังตัวอย่าง (๐)

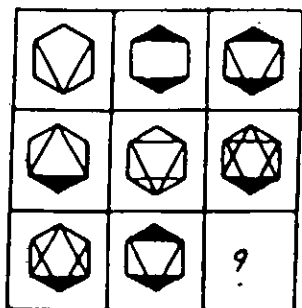
ข้อ (๐)

		สทนต์		
		1	2	3
แถว	1			
	2			
	3			?



จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพได้ทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวนอน และทิศทางตามแนวตั้ง การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1



A



B



C

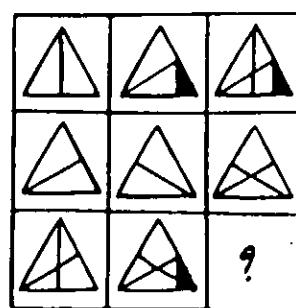


D



E

4



A



B



C

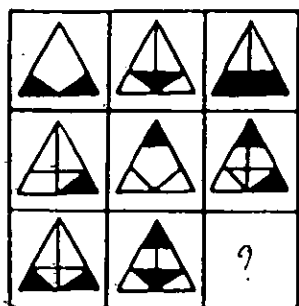


D



E

2



A



B



C

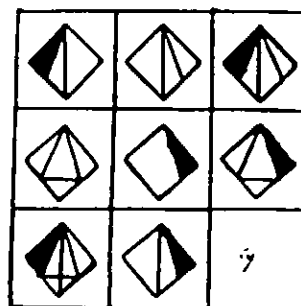


D



E

5



A



B



C

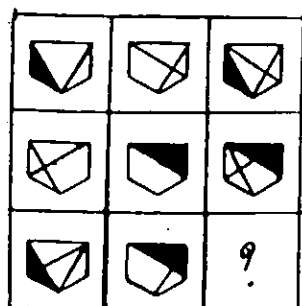


D



E

3



A



B



C

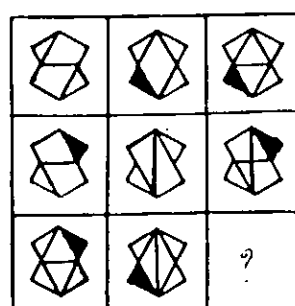


D



E

6



A



B



C

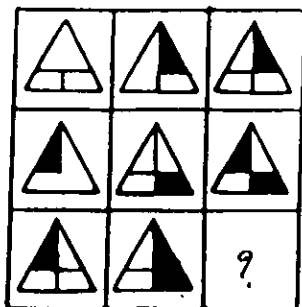


D



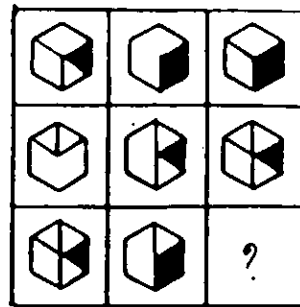
E

7



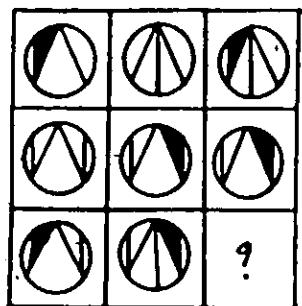
а б в г д

10



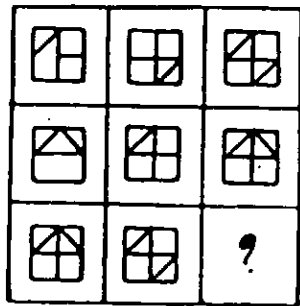
а б в г д

8



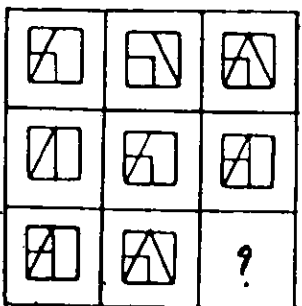
а б в г д

11



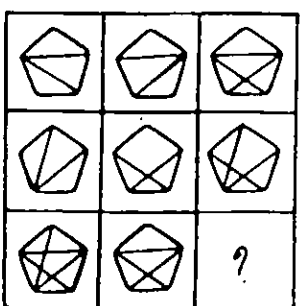
а б в г д

9



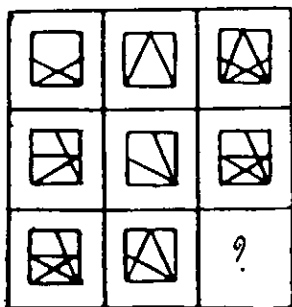
а б в г д

12



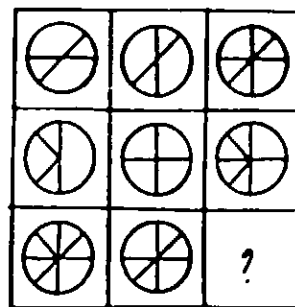
а б в г д

13



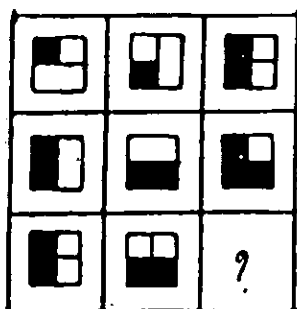
A B C D E

16



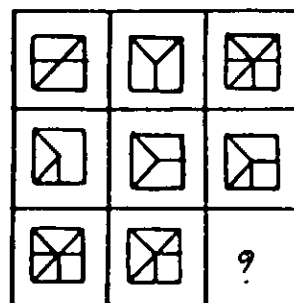
A B C D E

14



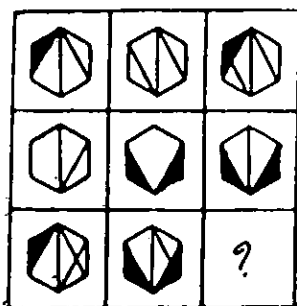
A B C D E

17



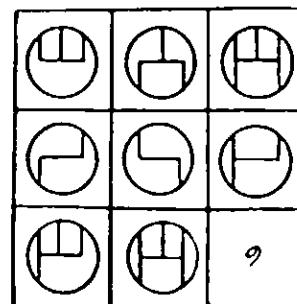
A B C D E

15



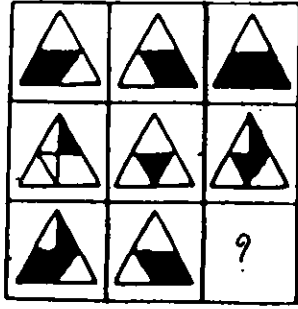
A B C D E

18



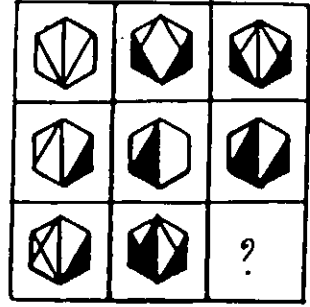
A B C D E

19



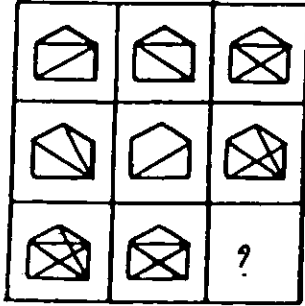
а б в г д

22



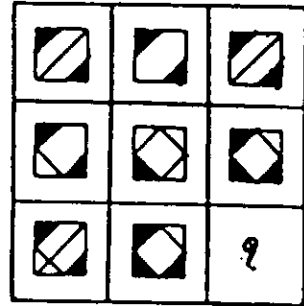
а б в г д

20



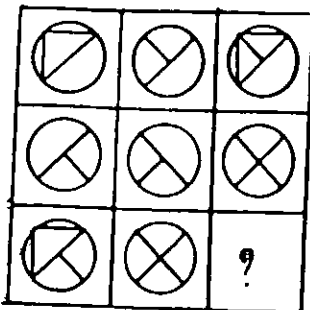
а б в г д

23



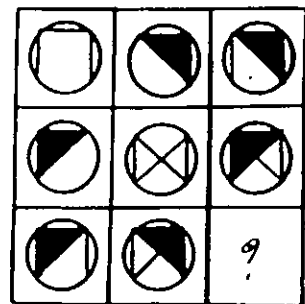
а б в г д

21



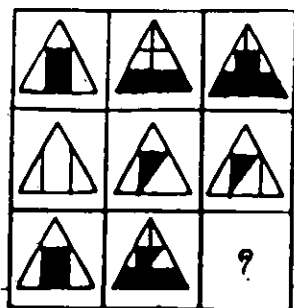
а б в г д

24



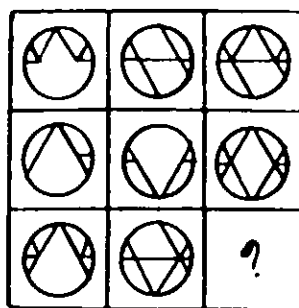
а б в г д

25



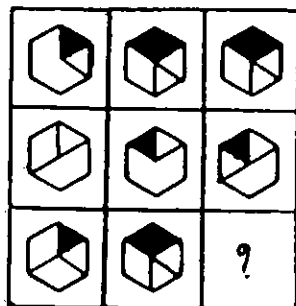
ก ข ค ง จ

28



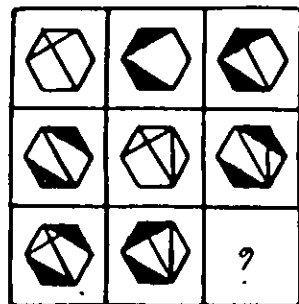
ก ข ค ง จ

26



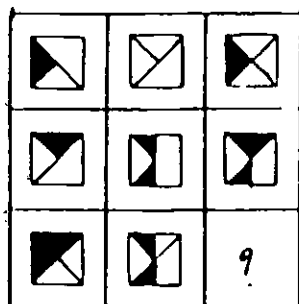
ก ข ค ง จ

29



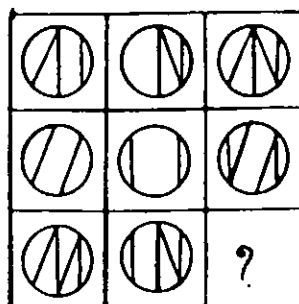
ก ข ค ง จ

27



ก ข ค ง จ

30



ก ข ค ง จ

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะไ้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สกมภ์)หนึ่ง กับภาพในแถว(สกมภ์)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สกมภ์)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (อ)

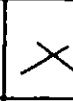
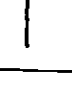
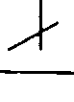
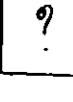
ข้อ (อ)

สกมภ์

1 2 3

แถว

1

2

3



ก

ข

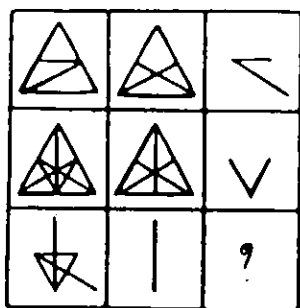
ค

ง

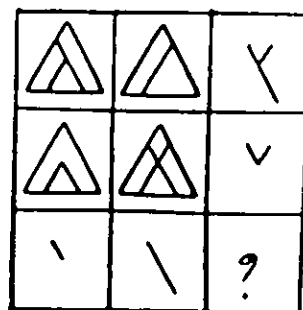
จ

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ก นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพได้ทั้งสองทิศทาง คือ หิสทางตามแนวตั้ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

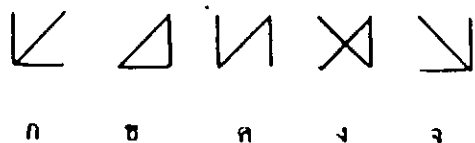
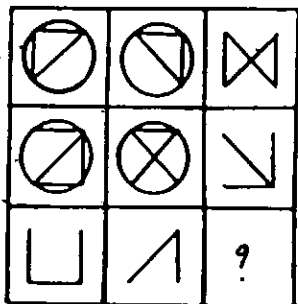
1



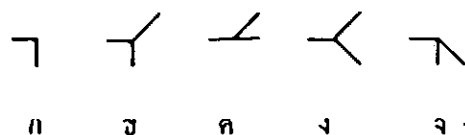
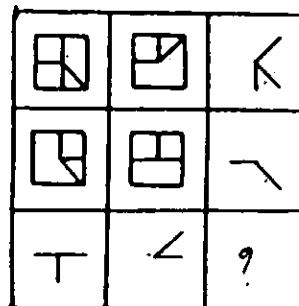
4



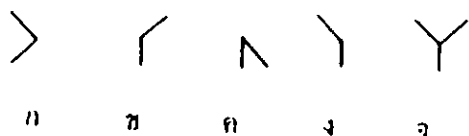
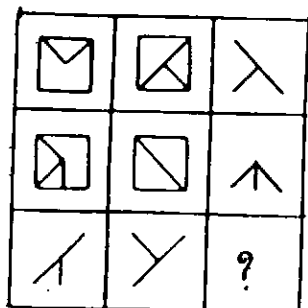
2



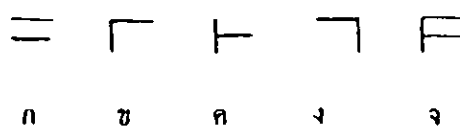
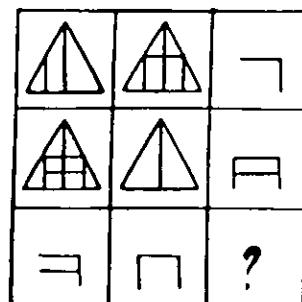
5



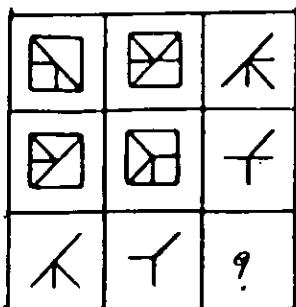
3



6

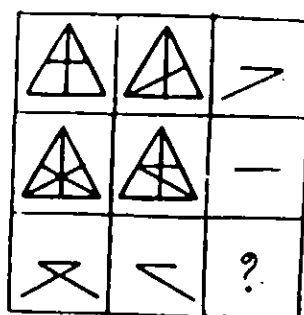


7



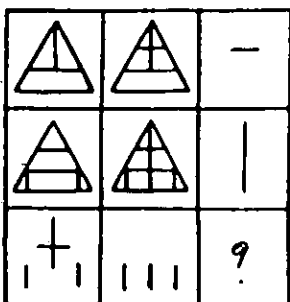
A B C D E

10



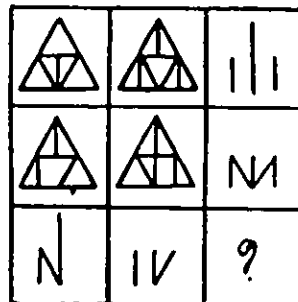
A B C D E

8



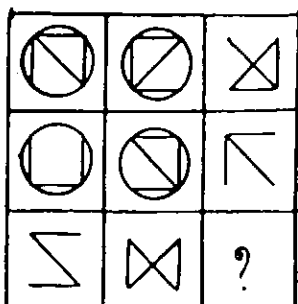
A B C D E

11



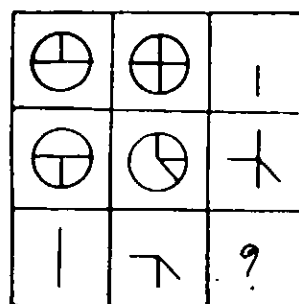
A B C D E

9



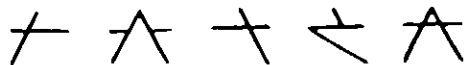
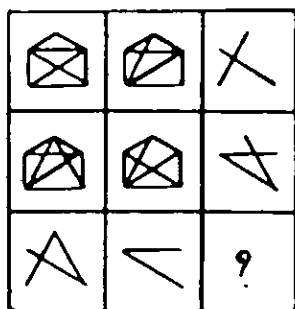
A B C D E

12



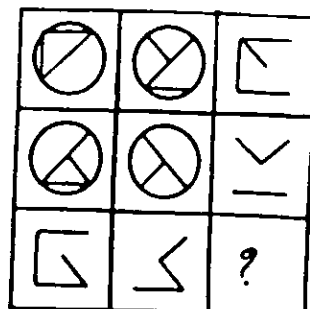
A B C D E

13



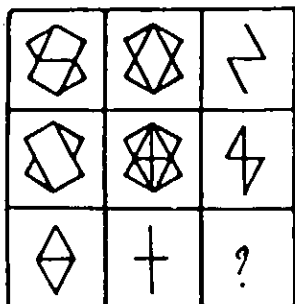
а б в г д

16



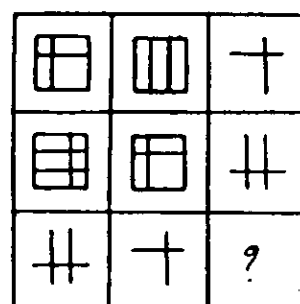
а б в г д

14



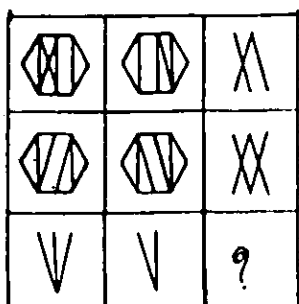
а б в г д

17



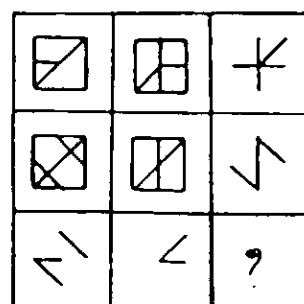
а б в г д

15



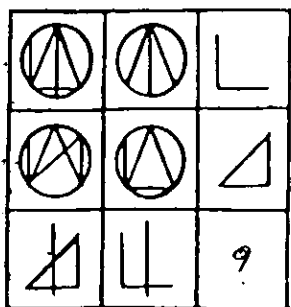
а б в г д

18



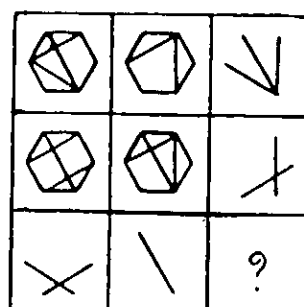
а б в г д

19



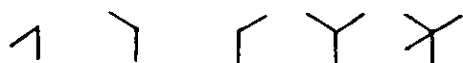
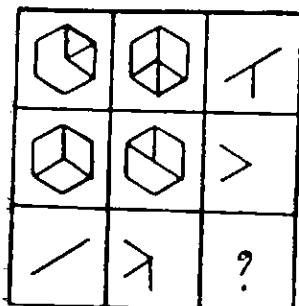
A B C D E

22



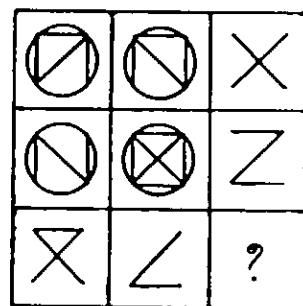
A B C D E

20



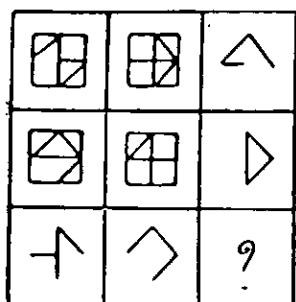
A B C D E

23



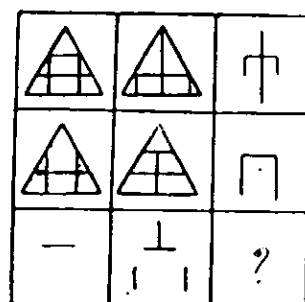
A B C D E

21



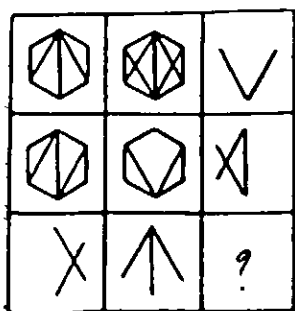
A B C D E

24

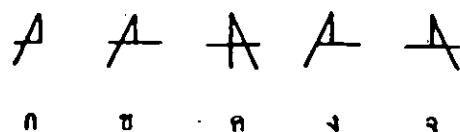
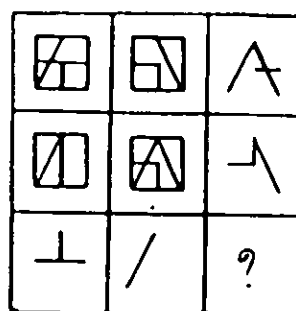


A B C D E

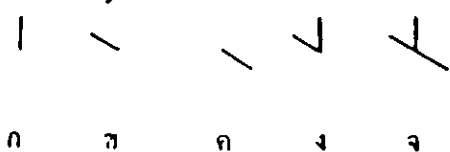
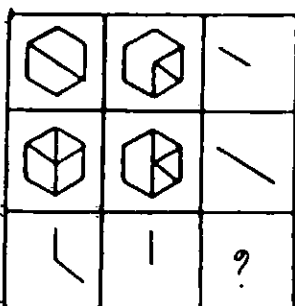
25



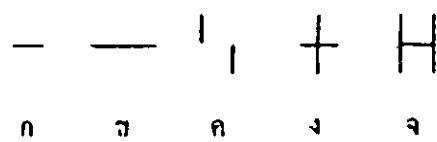
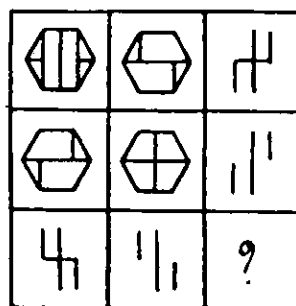
28



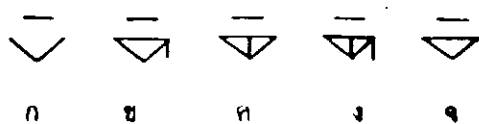
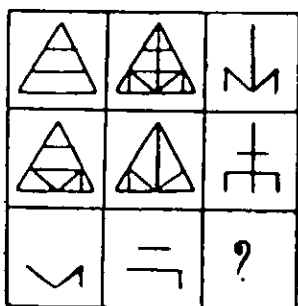
26



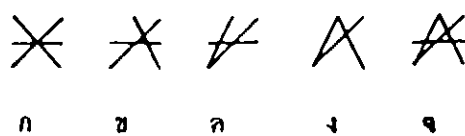
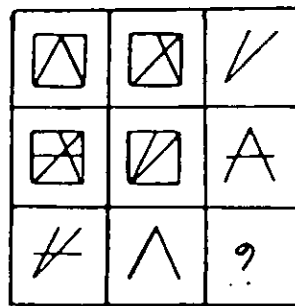
29



27



30



คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ก็ได้ ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดก็ให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สทนต์)หนึ่ง กับภาพในแถว(สทนต์)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สทนต์)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องว่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

ข้อ (0)

สทนต์

		1	2	3
แถว	1			
	2			
	3			?



ก



ข



ค



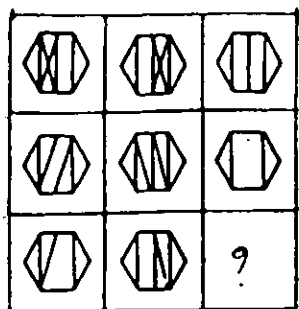
ง



จ

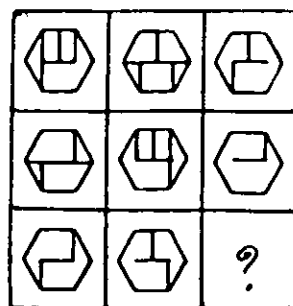
จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ข นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพใดทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวตั้ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1



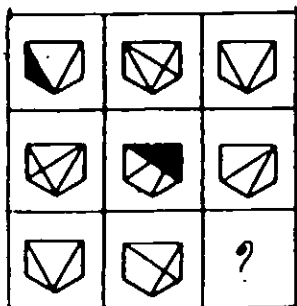
а б в г д

4



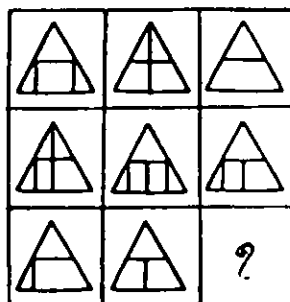
а б в г д

2



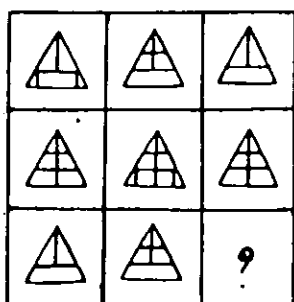
а б в г д

5



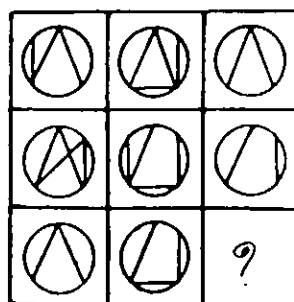
а б в г д

3



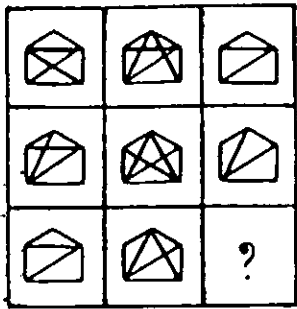
а б в г д

6



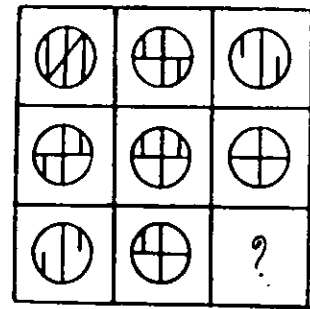
а б в г д

7



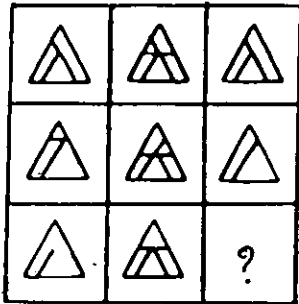
ก ข ค ง จ

10



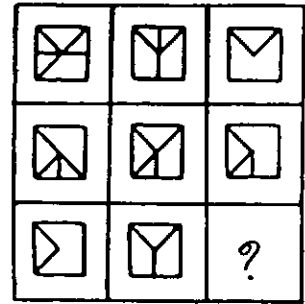
ก ข ค ง จ

8



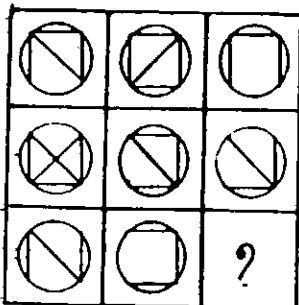
ก ข ค ง จ

11



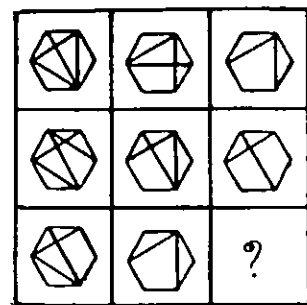
ก ข ค ง จ

9



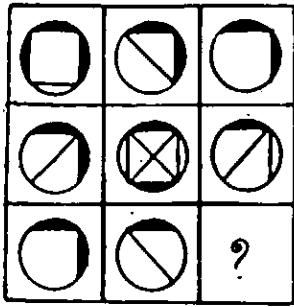
ก ข ค ง จ

12



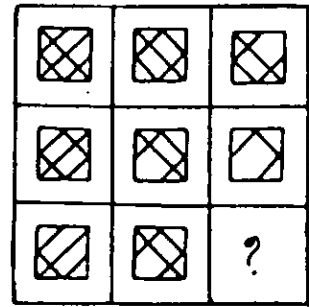
ก ข ค ง จ

13



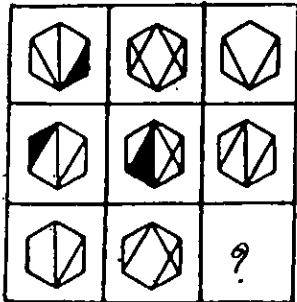
а б в г д

16



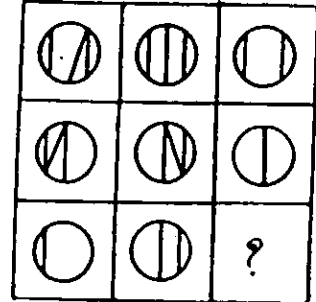
а б в г д

14



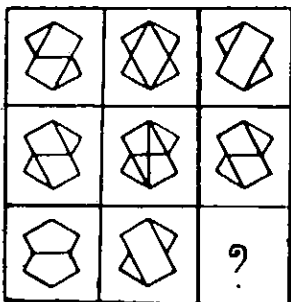
а б в г д

17



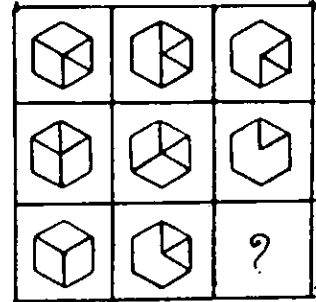
а б в г д

15



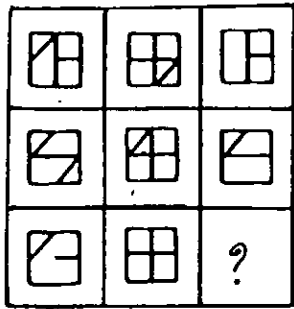
а б в г д

18



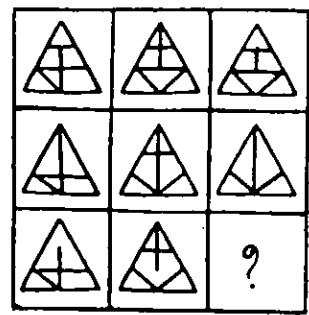
а б в г д

19



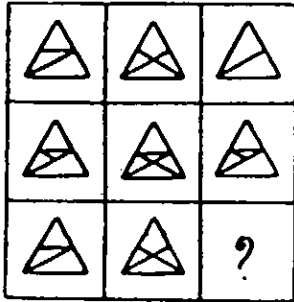
А В С Д Е

22



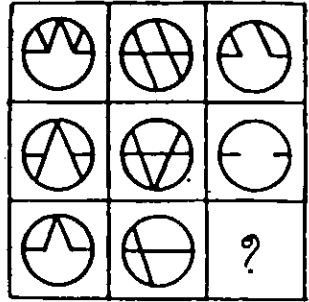
А В С Д Е

20



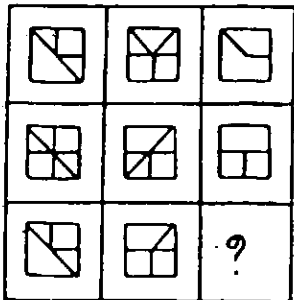
А В С Д Е

23



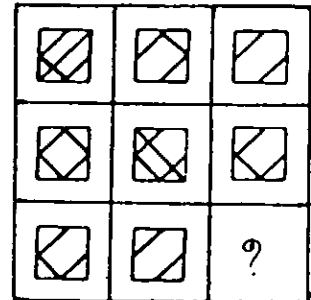
А В С Д Е

21



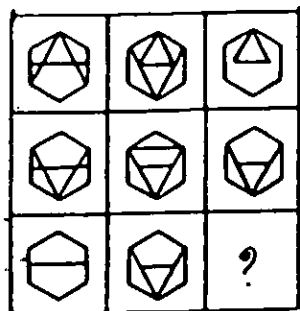
А В С Д Е

24



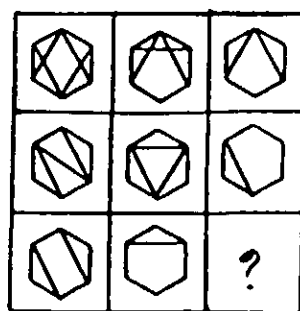
А В С Д Е

25



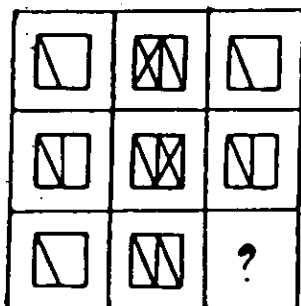
а б в г д

28



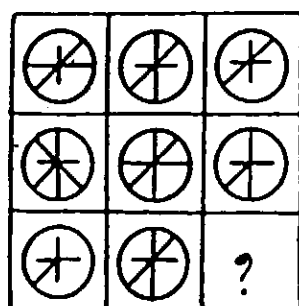
а б в г д

26



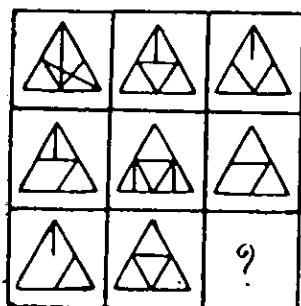
а б в г д

29



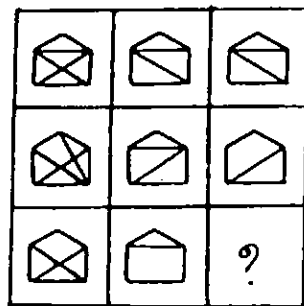
а б в г д

27



а б в г д

30



а б в г д

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ถ้าให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สทนต์)หนึ่ง กับภาพในแถว(สทนต์)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สทนต์)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวากลางได้ ดังตัวอย่าง (อ)

ข้อ (อ)

สทนต์

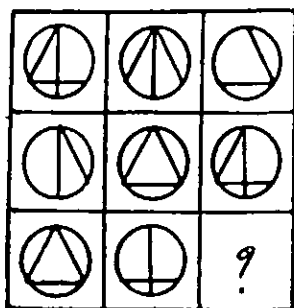
		1	2	3
แถว	1			
	2			
	3			?



ก ข ค ง จ

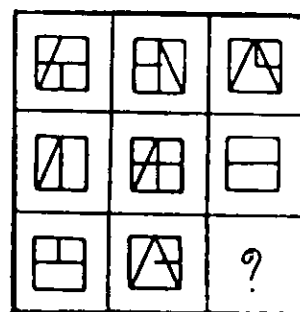
จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพได้ทั้งสองทิศทาง คือ หิสทางตามแนวนิ่ง และหิสทางตามแนวอน การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1



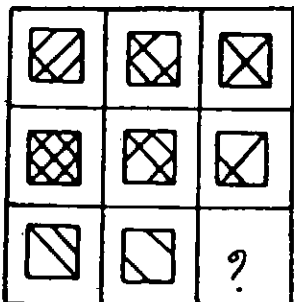
A B C D E

4



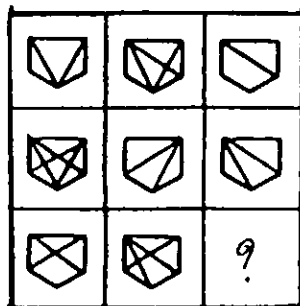
A B C D E

2



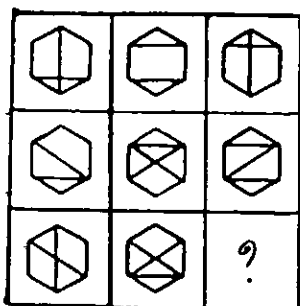
A B C D E

5



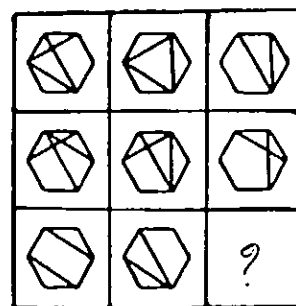
A B C D E

3



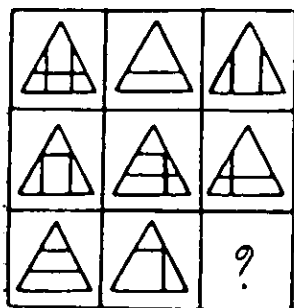
A B C D E

6



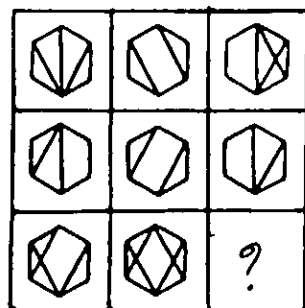
A B C D E

7



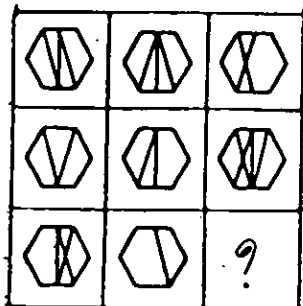
ก ข ค ง จ

10



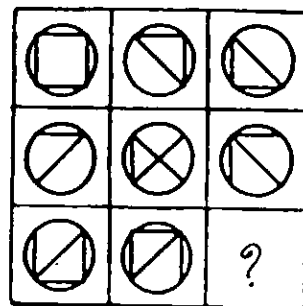
ก ข ค ง จ

8



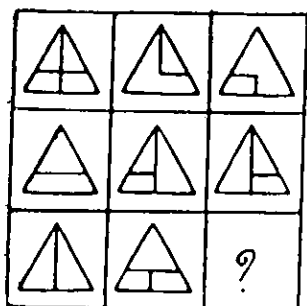
ก ข ค ง จ

11



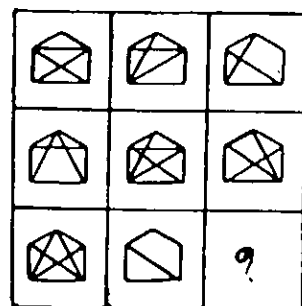
ก ข ค ง จ

9



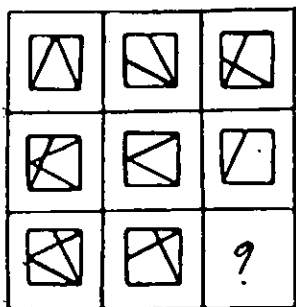
ก ข ค ง จ

12



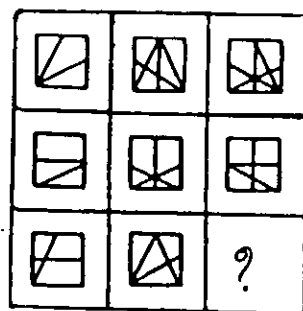
ก ข ค ง จ

13



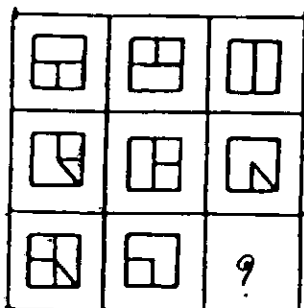
а б в г д

16



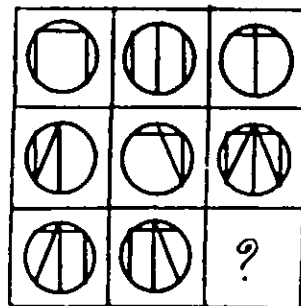
а б в г д

14



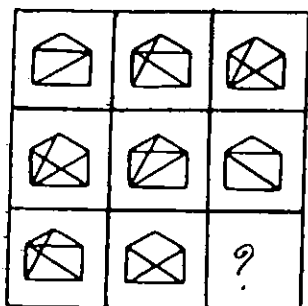
а б в г д

17



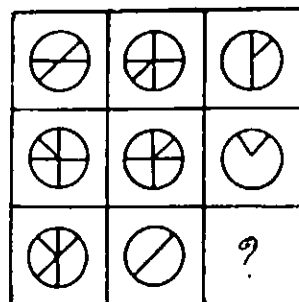
а б в г д

15



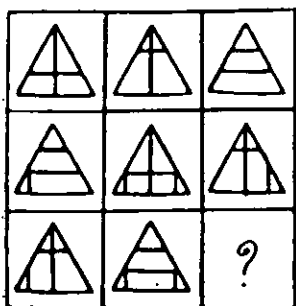
а б в г д

18



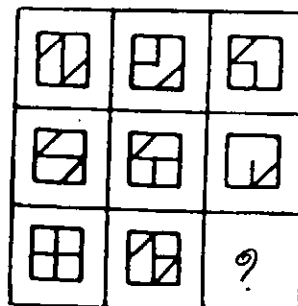
а б в г д

19



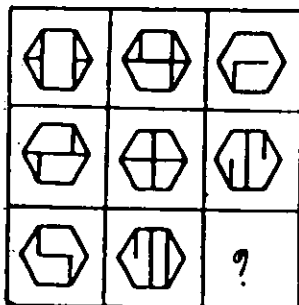
А Б В Г Д

22



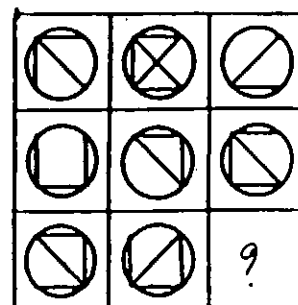
А Б В Г Д

20



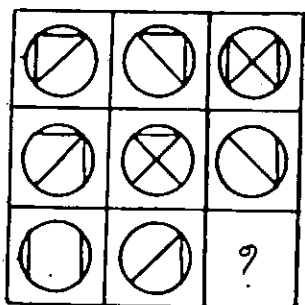
А Б В Г Д

23



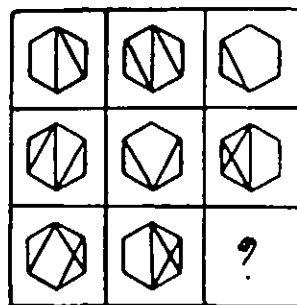
А Б В Г Д

21



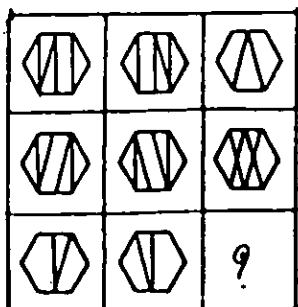
А Б В Г Д

24



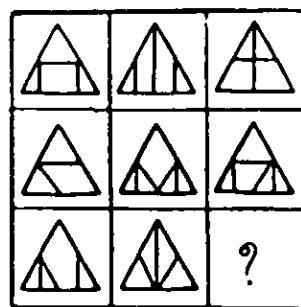
А Б В Г Д

25



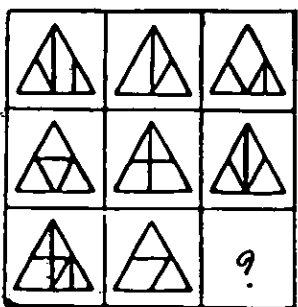
1 2 3 4 5

28



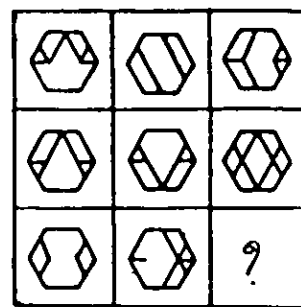
1 2 3 4 5

26



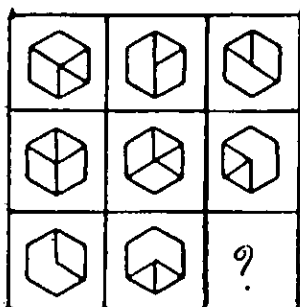
1 2 3 4 5

29



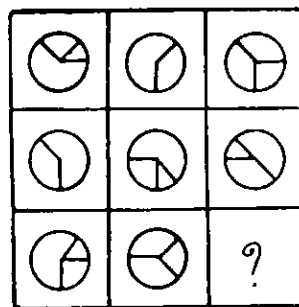
1 2 3 4 5

27



1 2 3 4 5

30



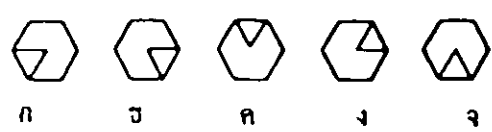
1 2 3 4 5

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 20 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะไ้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดก็ให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สมมุติ)หนึ่ง กับภาพในแถว(สมมุติ)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สมมุติ)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องว่างได้ ดังตัวอย่าง (๐)

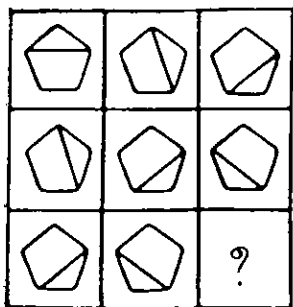
ข้อ (๐)

		สมมุติ		
		1	2	3
แถว	1			
	2			
	3			๑



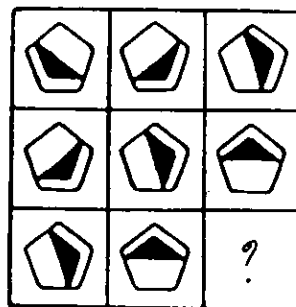
จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ จ นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวดิ่ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1



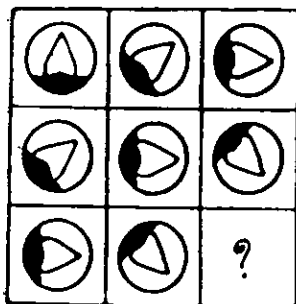
A B C D E

4



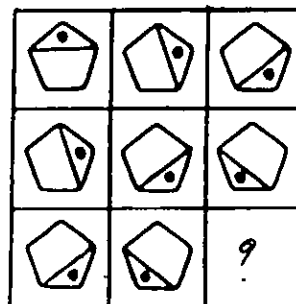
A B C D E

2



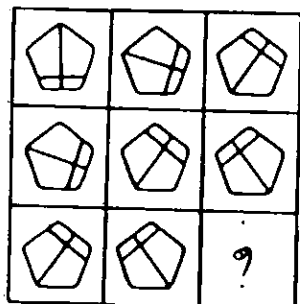
A B C D E

5



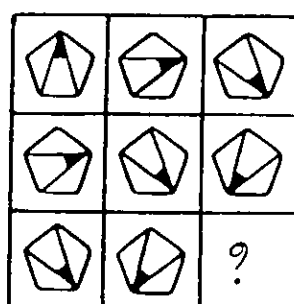
A B C D E

3



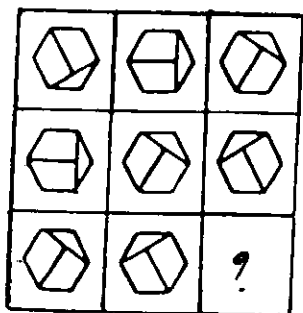
A B C D E

6



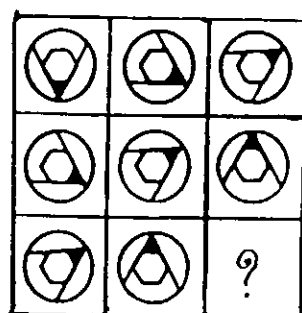
A B C D E

7



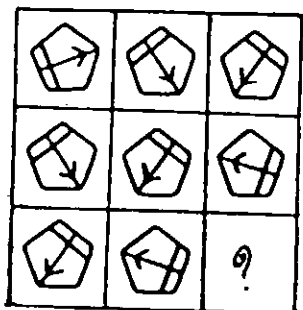
А Б В Д Е

10



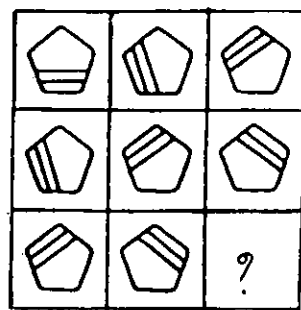
А Б В Д Е

8



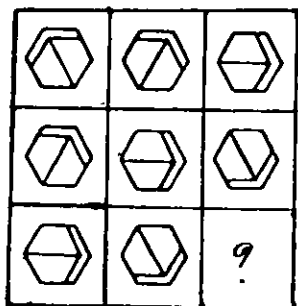
А Б В Д Е

11



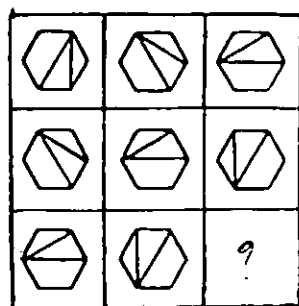
А Б В Д Е

9



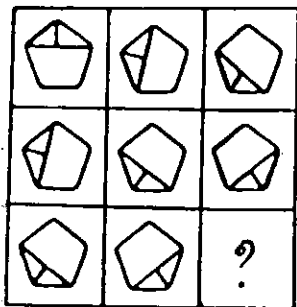
А Б В Д Е

12



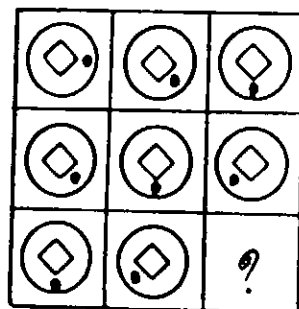
А Б В Д Е

13



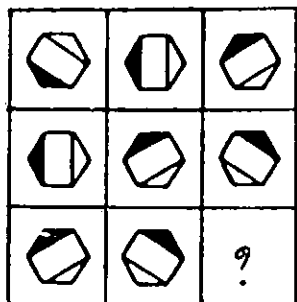
A B C D E

16



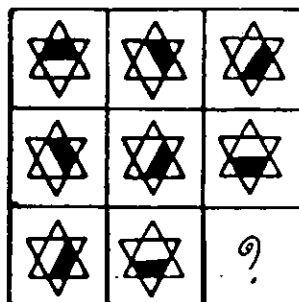
A B C D E

14



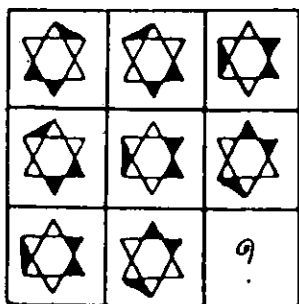
A B C D E

17



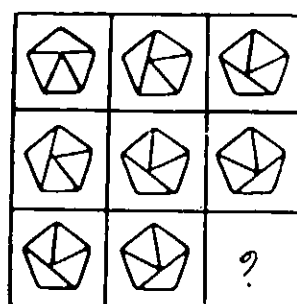
A B C D E

15



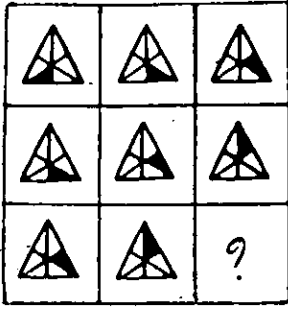
A B C D E

18



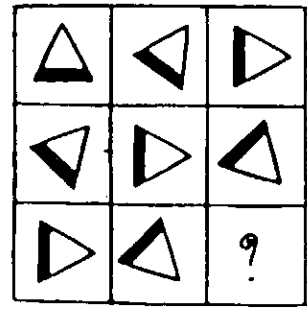
A B C D E

19



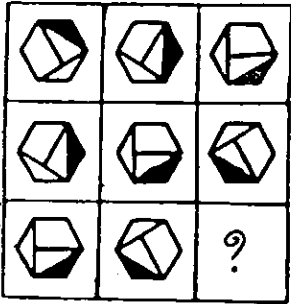
А Б В Г Д

22



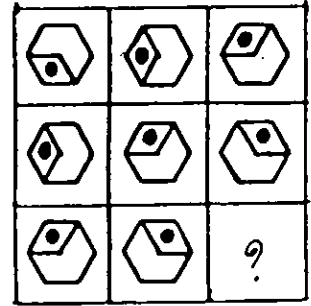
А Б В Г Д

20



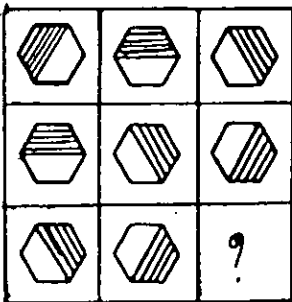
А Б В Г Д

23



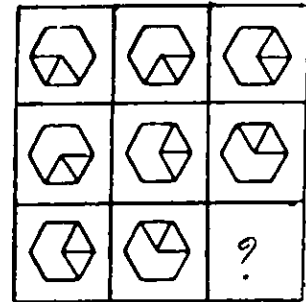
А Б В Г Д

21



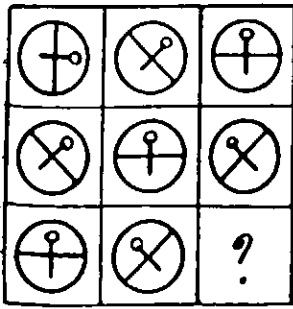
А Б В Г Д

24



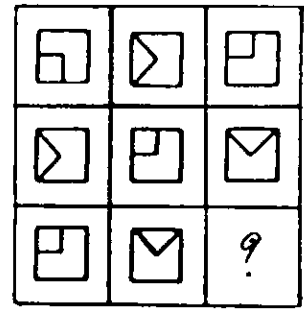
А Б В Г Д

25



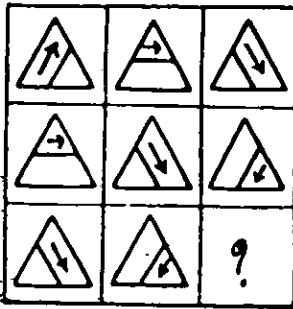
А В С Д Е

28



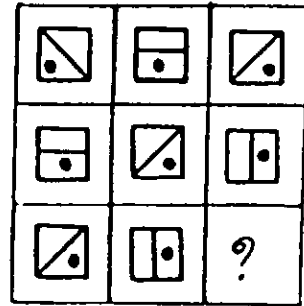
А В С Д Е

26



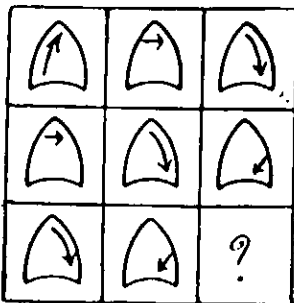
А В С Д Е

29



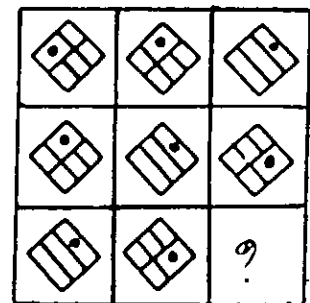
А В С Д Е

27



А В С Д Е

30



А В С Д Е

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

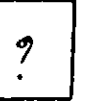
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใดให้ขีดกากบาท(X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว(สมมุติ)หนึ่ง กับภาพในแถว(สมมุติ)สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว(สมมุติ)สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องว่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

ข้อ (0)

สมมุติ

		1	2	3
แถว	1			
	2			
	3			



ก

ข

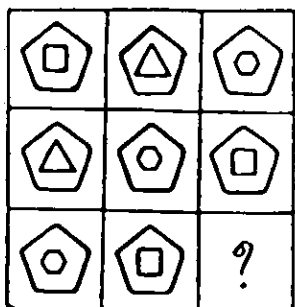
ค

ง

จ

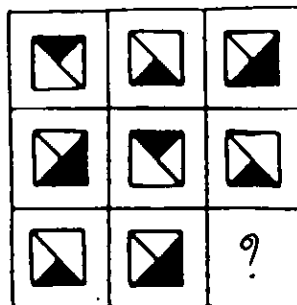
จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพทั้งสี่สองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวนอน และทิศทางตามแนวทแยง การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1



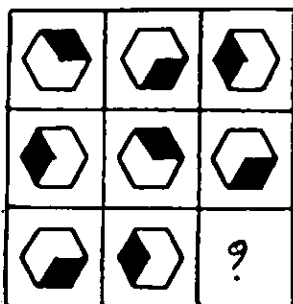
а б в г д

4



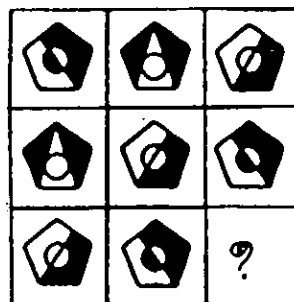
а б в г д

2



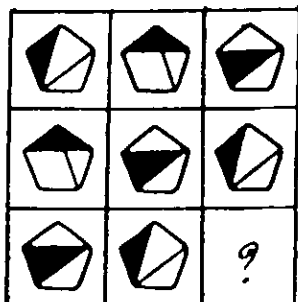
а б в г д

5



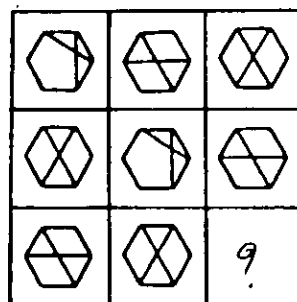
а б в г д

3



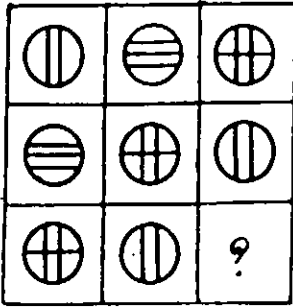
а б в г д

6

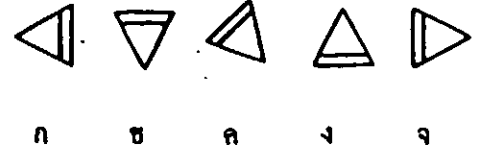
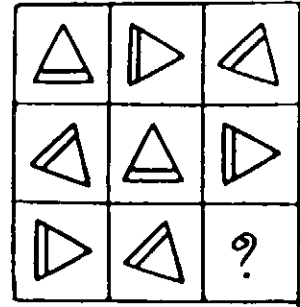


а б в г д

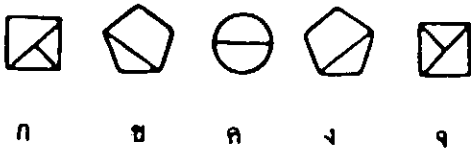
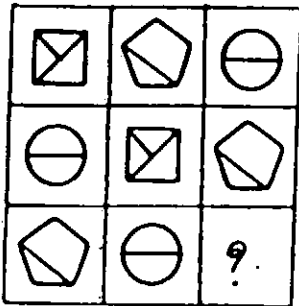
7



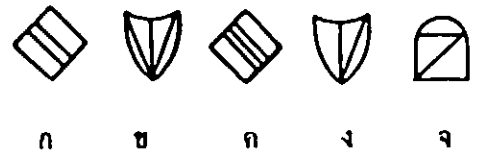
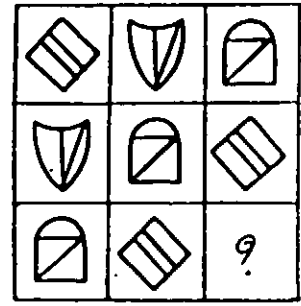
10



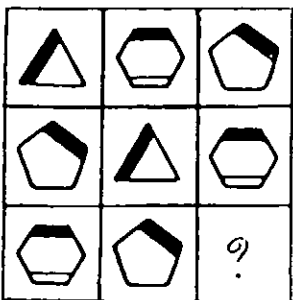
8



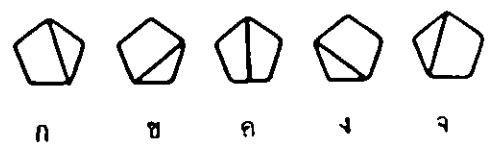
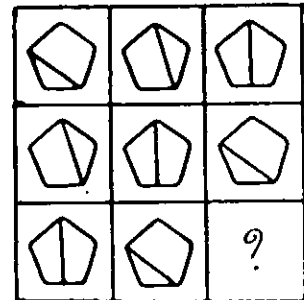
11



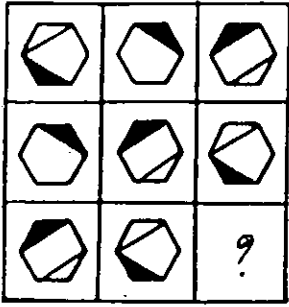
9



12

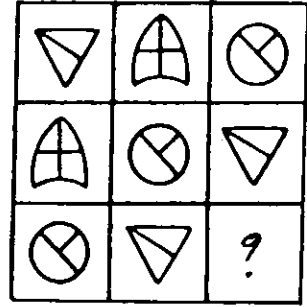


13



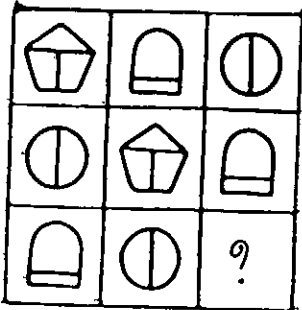
а б в г д

16



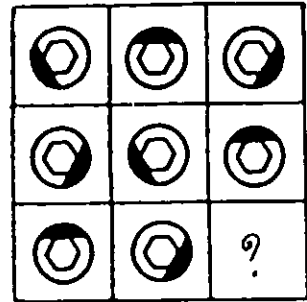
а б в г д

14



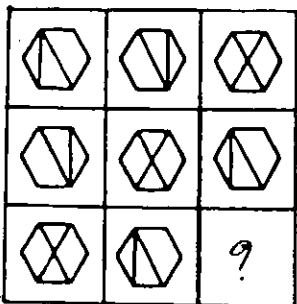
а б в г д

17



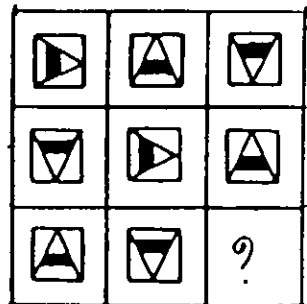
а б в г д

15



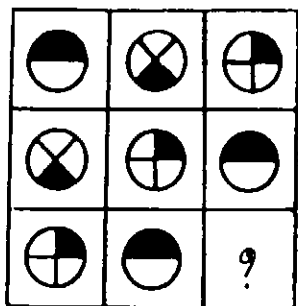
а б в г д

18



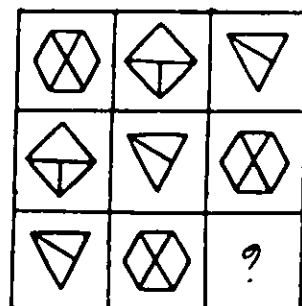
а б в г д

19



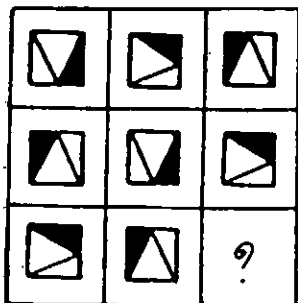
A B C D E

22



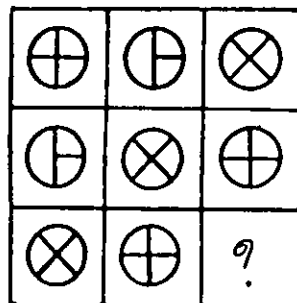
A B C D E

20



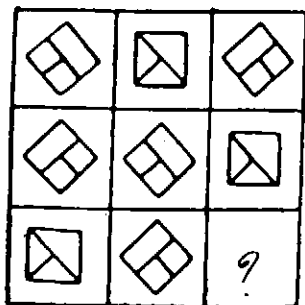
A B C D E

23



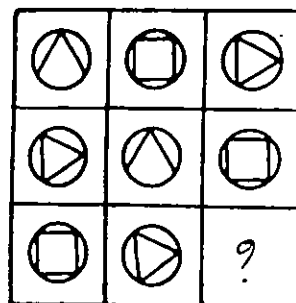
A B C D E

21



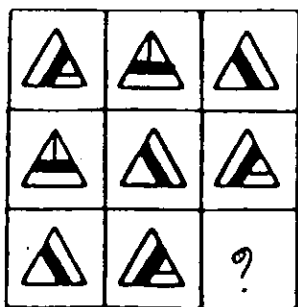
A B C D E

24



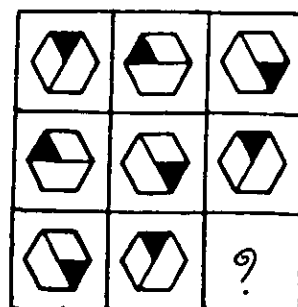
A B C D E

25



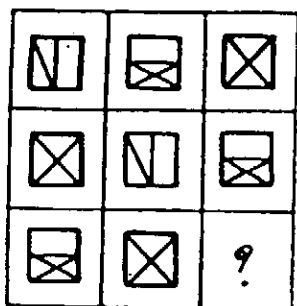
а б в г д

28



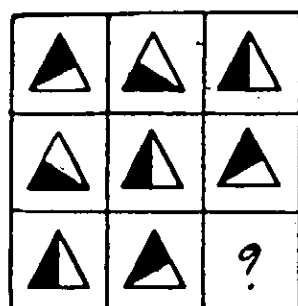
а б в г д

26



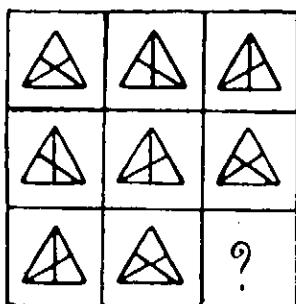
а б в г д

29



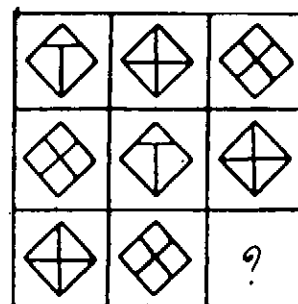
а б в г д

27



а б в г д

30



а б в г д

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวสุวิมล ชื่อสกุล มาลีชัย

เกิดวันที่ 22 เดือนเมษายน พุทธศักราช 2502

สถานที่เกิด อำเภอมะนัง จังหวัดสตูล

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 66 หมู่ 4 ตำบลเหล่าน้อย กิ่งอำเภอลือชัยสุรพร
จังหวัดสตูล 91200

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน ปฏิบัติการสอนในมหาวิทยาลัย

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนร่มเกล้า กิ่งอำเภอลือชัยสุรพร จังหวัดสตูล
91200

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2517 มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร

พ.ศ. 2519 ป.กศ. จากวิทยาลัยครูสกลนคร จังหวัดสกลนคร

พ.ศ. 2521 ป.กศ.สูง (วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทภาษาอังกฤษ) จากวิทยาลัยครูสกลนคร

พ.ศ. 2523 กศ.บ. (วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทการวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม

พ.ศ. 2532 กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร