

13-92
18950
72

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบ
และจำนวนตัวเลือกต่างกัน

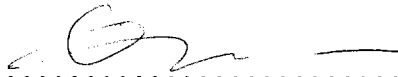
ปริญญาโท
ของ
นิสากร ล้อถาวร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2535
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

181743

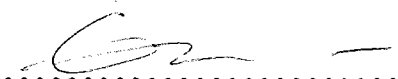
คณะกรรมการควบคุมและกรรมการสอบ ได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

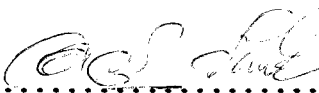
คณะกรรมการควบคุม



..... ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)


..... กรรมการ
(ผศ.อาวุธ วัฒนสิน)

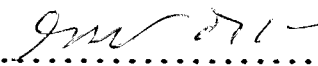
คณะกรรมการสอบ


..... ประธาน
(รศ.อังคณา สายยศ)


..... กรรมการ
(ผศ.อาวุธ วัฒนสิน)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.ชุตี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่ .6. เดือน .พฤษภาคม. พ.ศ. 2535..

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก "มูลนิธิมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ"
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์
อาวุธ วัฒนสิน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแก้ไข
ข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ และ ครู - อาจารย์ของโรงเรียนที่เป็น
กลุ่มตัวอย่าง และขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณประนอม สุขสถิตย์ คุณสุชาติ สุขสถิตย์ คุณประภัสสร สุขสถิตย์
คุณจันทนา เลือดกรงศรี คุณสมกิจ กิจพูนวงศ์ คุณเพ็ญแก้ว ทับทิมศรี คุณสุรินทร์ ล้ำลี
คุณณตุงศักดิ์ วิศิษฏ์วุฒิกุล คุณอุทัยวรรณ ด้านวิวัฒน์ คุณเฉลิม น้อยเกตุ ที่ให้ความช่วยเหลือ
ในด้านต่าง ๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของ บิดา มารดา ตลอดจนญาติพี่น้อง และพระคุณ
ของครู - อาจารย์ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

นิสากร ล้อถาวร

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	/ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	/ ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	/ ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
	/ คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
	นิยามเข้าวนปัญหาและความถนัด.....	8
	ทฤษฎีเข้าวนปัญหาและความถนัด.....	9
	ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ.....	16
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ.....	31
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนตัวเลือก.....	39
	✓ สมมุติฐานการวิจัย.....	45
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	48
	ประชากร.....	48
	กลุ่มตัวอย่าง.....	48
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	50
	วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	50
	รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	54
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
	ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
	สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	61
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	62
5	สรุป และอภิปรายผล.....	91
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	91
	กลุ่มตัวอย่าง.....	91
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	91
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
	อภิปรายผล.....	96
	ข้อเสนอแนะ.....	98
	บรรณานุกรม.....	99
	ภาคผนวก.....	107
	ภาคผนวก ก.....	108
	ภาคผนวก ข.....	111
	ภาคผนวก ค.....	118
	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	173
	ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	174

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้.....	49
2	ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของ แบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบ.....	53
3	ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ.....	63
4	คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ.....	64
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ทั้ง 6 ฉบับ.....	65
6	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	66
7	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	67
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ.....	68
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ.....	69
10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ.....	70
11	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	71
12	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	72

13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ..	73
14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ.....	74
15	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	75
16	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน.....	76
17	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ทั้ง 6 ฉบับ.....	77
18	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนก ตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ.....	78
19	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนก ตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ.....	79
20	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนก ตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ.....	80
21	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนก ตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ.....	81
22	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนก ตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ.....	82
23	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ เป็นรายคู่.....	83
24	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ...	84
25	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ.....	85

26	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ.....	86
27	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ.....	87
28	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ.....	88
29	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ.....	89
30	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตาม ลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ เป็นรายคู่.....	90
31	ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบอนุกรมมิติที่คัดเลือกไว้ ในการทดลอง เครื่องมือ.....	109
32	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก.....	112
33	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก.....	113
34	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก.....	114
35	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก.....	115
36	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก.....	116
37	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานรายข้อของแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก.....	117

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ตัวอย่างข้อสอบจากแบบทดสอบโปรแกรมเชิงพีซี แมทริซซ์ของราเวน..... 17
- 2 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ครอนบาชเสนอไว้..... 19
- 3 ตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดเสนอไว้..... 20
- 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ : (A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิติ
(B) สมมาตรตามแนวนอน (C) สมมาตรตามแนวตั้ง
(D) สมมาตรตามแนวทแยง..... 26
- 5 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน : (A) เหมือนกันธรรมดา (B) เหมือนกันตามแนวตั้ง
(C) เหมือนกันตามแนวนอน (D) เหมือนกันแบบต่อเนื่อง..... 27
- 6 ข้อสอบอนุกรมมิติจัตุรัสลาติน : (A) จัตุรัสลาตินแบบธรรมดา
(B) จัตุรัสลาตินแบบธรรมดา (เปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง) (C) จัตุรัสลาตินแบบผสม
(D) อนุกรมมิติที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกันกับจัตุรัสลาติน..... 28
- 7 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร : (A) การรวมกันตามแนวตั้งและแนวนอน
(B) การรวมตามแนวนอน (C) การรวมตามแนวตั้ง (D) การหาตัวร่วม
(E) การรวมรูปทรงที่ต่างกัน..... 29
- 8 การจัดการกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง : (A) ลำดับขนาด (B) อุปมาอุปไมยภาพ
(C) ลำดับการเจริญงอกงาม (D) ลำดับการบวก (E) ลำดับการคูณ
(F) การกลับอันดับ (G) การหมุน (H) การสะท้อนกลับ
(I) การเคลื่อน (J,K) การแรงเงา..... 29
- 9 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 2x2 และ 3x3 30
- 10 ตัวอย่างอนุกรมมิติแบบถูก และแบบผิด :
(A) อนุกรมแบบถูกที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ตัว และการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ
(B) อนุกรมแบบผิดที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ตัว และการเปลี่ยนรูป 2 แบบ... 32
- 11 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า..... 49

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าการศึกษาเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน กล่าวคือ เปลี่ยนพฤติกรรมจากผู้ไม่รู้กลายเป็นผู้รู้ ซึ่งการจัดการศึกษาที่ดีนั้นจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นสำคัญ เพราะธรรมชาติของแต่ละคนจะต้องมีบางสิ่งบางอย่างแตกต่างกันเสมอ (Bingham. 1937 : 25 - 26) ^{ซึ่งนี้} ทั้งนี้เพื่อสนองกับงานที่ต้องอาศัยความสามารถแตกต่างกัน ถ้าบุคคลได้ทำงานตรงกับความสามารถและพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น ก็จะเป็นสิ่งสำคัญต่อความสำเร็จในชีวิต สร้างความเจริญให้แก่ประเทศชาติและตนเอง (สมบูรณ์ ชิตพงษ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2518 : 1) สำหรับสิ่งที่ทำให้บุคคลแตกต่างกันนั้นมีทั้งอิทธิพลภายในและภายนอก อิทธิพลภายในได้แก่โครงสร้างของบุคคลผู้นั้น ส่วนอิทธิพลภายนอกได้แก่ สิ่งแวดล้อมทั้งหลายที่บุคคลนั้นได้สัมผัส อิทธิพลทั้งสองประการนี้ได้มีนักจิตวิทยาและนักค้นคว้าสาขาอื่น ๆ สนใจศึกษากันมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องของเชาวน์หรือสติปัญญาหรือเชาวน์ปัญญา (Intelligence) ความสามารถ (Ability) และความถนัด (Aptitude) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 23) ซึ่งเป็นเรื่องของพฤติกรรมทางสมองทั้งสิ้น (Torgerson and Adam. 1954 : 26) และพฤติกรรมทางสมองเหล่านี้ไม่สามารถวัดได้โดยตรงต้องอาศัยการวัดทางอ้อม จึงมีลักษณะเป็นนามธรรมและเป็นการยากที่จะเข้าใจตรงกันว่าพฤติกรรมทางสมองเหล่านี้คืออะไรกันแน่ ทำให้มีนักจิตวิทยาหรือนักการศึกษาบางคนถือว่าความถนัดและเชาวน์ปัญญาคือสิ่งเดียวกัน จึงใช้คำทั้งสองนี้ในความหมายเดียวกัน ดังจะเห็นได้จากตำราบางเล่มที่ใช้คำสองคำนี้สลับเปลี่ยนกันไปมา แต่มีบางคนเห็นว่ามีความแตกต่างกัน (Mehrens and Lehmann. 1980 : 118 - 119) ซึ่งการคำนึงถึงความหมายของเชาวน์ปัญญาและความถนัดว่าตรงกันหรือไม่นั้น ไม่มีประโยชน์ แต่ควรพิจารณาว่าเชาวน์ปัญญาและความถนัดเป็นอะไร มีลักษณะอย่างไร จะวัดแบบไหนจึงเที่ยงตรงตามความเป็นจริง เพราะถ้าสามารถรู้สิ่งเหล่านี้ก็จะ เป็นประโยชน์ในการศึกษาพัฒนามนุษย์ได้อย่างดี (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 23) จากเหตุผลข้างต้นจะเห็นว่า การศึกษาเชาวน์ปัญญาหรือความถนัดเป็นเรื่องที่ควรให้ความสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ มอสโควิทซ์ และออร์เกิล (Moskowitz and Orgel. 1969 : 247) ที่กล่าวว่า "เชาวน์ปัญญาหรือความถนัดเป็นเครื่องชี้ศักยภาพและความสามารถทางการเรียนรู้" ดังนั้นถ้าครูรู้จักเด็กที่ตนสอนมากเท่าใดก็จะ

เป็นผลต่อกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมากเท่านั้น ทั้งนี้เพราะหน้าที่ของครูก็คือผู้สมรรถภาพการเรียนรู้ของเด็ก เพื่อจะได้จัดกิจกรรมทางการศึกษาได้ถูกต้องเหมาะสม (Guilford. 1966 : 279) และเนื่องจากเขาวนปัญญาหรือความถนัดเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับสมอง จึงจำเป็นต้องอาศัยแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด (สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2518 : 17) จึงมีผู้สร้างแบบทดสอบวัดเขาวนปัญญา หรือความถนัดขึ้นมากมาย โดยมีรูปแบบแตกต่างกันไปตามทฤษฎีหรือแนวคิดของแต่ละบุคคล

จากการศึกษาแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ พบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นรูปแบบหนึ่งที่ยังคงใช้เรื่อยมาในการทดสอบความสามารถทั่วไป (General Ability) และแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีความสำคัญมากฉบับหนึ่งคือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส์ ของราเวน (Raven's Progressive Matrices Test) ที่ใช้หลักการของอนุกรมมิติเพียงอย่างเดียวแต่ใช้ดำเนินการทดสอบในวงกว้างเช่น ใช้ในการแนะแนว (McCarthy. 1974 : 69 - 76) ใช้ดำเนินการสอบในคลินิค (Bortner. 1965 : 491) และใช้ในงานวิจัยลักษณะต่าง ๆ เช่น การนำไปประกอบการวิจัยข้ามกลุ่มวัฒนธรรม (Baraheni. 1974 : 983 - 988) และการวิจัยเขาวนปัญญา การคิดเชิงนามธรรมของคนที่มีเชื้อชาติ ระดับชั้นทางสังคมที่แตกต่างกัน (Jensen. 1968 : 1330 - 1337) แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้คิดขึ้นโดยชาวอังกฤษสองคนคือ เพนโรสและราเวน (Penrose and Raven) โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นตามทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน ที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ (Cronbach. 1960 : 215) แต่มาคล้ายคลึงกับข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรู้ - การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of figural relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างเขาวนปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 87) และนักวัดผลการศึกษาของไทยหลายท่านได้จัดข้อสอบอนุกรมภาพความสัมพันธ์หลายทางหรือการเรียงลำดับภาพความสัมพันธ์สองทางหรืออนุกรมมิติ เป็นรูปแบบหนึ่งในการวัดองค์ประกอบด้านเหตุผลตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (วิทยุศาสตร์วารสาร. 2522 : 43 - 45; ทองหล่อ วิทยาวิ. 2524 : 64 - 65; บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 48 - 49 ; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 75 - 76 ; ชานูวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 144 - 147) และจะเห็นว่าการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ไม่ได้กำหนดว่าจะต้องสร้างตามแนวทฤษฎีใดแต่ควรพิจารณาว่าจะพัฒนาแบบทดสอบอนุกรมมิติอย่างไร จึงทำให้สามารถวัดพฤติกรรมทางสมอง ได้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

สำหรับการพัฒนาแบบทดสอบอนุกรมมิติบุคคลที่ควรกล่าวถึงมากที่สุดคือ ราเวนเขาได้พัฒนาแบบทดสอบ โปรเกรสซีฟ แมทริซีส์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 และมีการปรับปรุงเรื่อยมา

(บุญส่ง นิลแก้ว. 2519 : 166) แบบทดสอบนี้ต้องการให้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมเป็นส่วนใหญ่ (Anastasi. 1961 : 261) ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบไม่ใช้ภาษา ตัวแบบทดสอบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่จัดอย่างมีระบบ และเป็นภาพที่ไม่ใช่ของจริง และแบบทดสอบนี้ได้สร้างขึ้นมา 3 ชุด (บุญส่ง นิลแก้ว. 2519 : 166 - 169) แต่ละชุดประกอบด้วยรูปภาพที่มีลักษณะเป็นลวดลาย หรือ เมทริกซ์ แต่ละภาพมีส่วนขาดหายไปเพียงหนึ่งส่วน ผู้รับการทดสอบเลือกตัวเลือกที่จะนำมาเติมให้สมบูรณ์ โดยเลือกตัวเลือกต่าง ๆ ที่มีไว้ให้เลือกเป็นจำนวน 6 หรือ 8 ตัวเลือก (Anastasi. 1961 : 261)

ส่วนข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรู้ - การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ ตามทฤษฎีโครงสร้างเซวอนปัญหาของกิลฟอร์ดซึ่งคล้ายกับข้อสอบโปรเกรสซีฟ เมทริกซ์ที่รูปภาพมีลักษณะเป็นเมทริกซ์ แต่มีจำนวนตัวเลือกเพียง 5 ตัวเลือก และมีความซับซ้อนมากกว่า (Guilford. 1971 : 87)

ในการทำงานเดียวกันแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ใช้ในประเทศไทยนั้นนักวัดผลการศึกษาของไทยหลายท่านเสนอรูปแบบคล้าย ๆ กัน ส่วนใหญ่จะเสนอแบบเมทริกซ์มีจำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือก แต่ละเมทริกซ์จะเว้นช่องว่างที่เป็นตัวคำถาม 1 ช่อง ตำแหน่งของคำถามจะอยู่มุมขวาด้านล่าง แต่อาจจะให้อยู่ตำแหน่งใดในเมทริกซ์ก็ได้เช่นกัน (วิทยุ วิชาลาภรณ์. 2522 : 43 - 45; ทองหล่อ วิชาวัน. 2524 : 64 - 65; บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 48 - 49 ; ล้วน สายยศ และอังคนา สายยศ. 2527 : 75 - 76 ; ชัญญวีย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 144 - 147) และในบางครั้งสามารถสร้างข้อสอบอนุกรมมิติให้ซับซ้อนยิ่งขึ้นก็ได้คือ การเว้นช่องว่างในเมทริกซ์ไม่เฉพาะตำแหน่งที่เป็นคำถามเท่านั้นแต่ยังเว้นช่องอื่นๆ อีกด้วย (Cronbach. 1960 : 216 and Guilford. 1971 : 87) และขนาดของอนุกรมมิติสามารถพิจารณาได้หลายลักษณะ เช่น ขนาด 2 x 2, ขนาด 3 x 3, ขนาด 4 x 4 ฯลฯ แต่เพื่อความสะดวกมักจะใช้ออนุกรมมิติขนาด 2 x 2 หรือ 3 x 3 ซึ่งถ้าพิจารณาลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าหลักในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติมีความยืดหยุ่นสูงและส่งผลให้ค่าความยากที่เป็นไปได้มีนิสัยกว้างมาก (Cronbach. 1960 : 215) ทั้งนี้เพราะหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ที่นำมาสร้างข้อสอบอนุกรมมิติมีจำนวนมากมาย (Guilford. 1971 : 242) และรูปแบบของข้อสอบอนุกรมมิติที่สามารถสร้างให้ง่ายหรือซับซ้อนได้ นอกจากนี้จะเห็นว่าข้อสอบอนุกรมมิติที่นิยมใช้เป็นชนิดเลือกตอบแต่จำนวนตัวเลือกที่ใช้ต่างกันตามแนวคิดของแต่ละบุคคล และมีข้อน่าสังเกตว่าข้อสอบอนุกรมมิติควรใช้จำนวนตัวเลือกเท่าใดจึงจะเหมาะสม ซึ่งเฟิร์สท์ (Furst. 1964 : 251) ได้ให้ข้อคิดว่าข้อสอบชนิดเลือกตอบแต่ละข้อควรมีตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก แต่อย่างไร

ก็ตามในบางครั้งอาจมีเพียง 2 หรือ 3 ตัวเลือกก็ได้ ทั้งนี้เพราะข้อสอบที่มี 4 หรือ 5 ตัวเลือก ถือเป็นอัตราทั่ว ๆ ไป แบบทดสอบที่ใช้กับเด็กเล็กหรือเด็กในระดับประถมศึกษาอาจจะลดจำนวนตัวเลือกลงได้ ในทำนองเดียวกัน ชวาล แพร์ตกุล (2509 : 171) ได้ให้ข้อคิดว่าข้อสอบชนิดเลือกตอบโดยทั่ว ๆ ไป นิยมมีตัวเลือกรั้งแต่ 4 ตัวขึ้นไป และแบบทดสอบที่ค่อนข้างสมบูรณ์แต่ละข้อจะต้องมีตัวเลือก 5 ตัว หรือมากกว่า แบบทดสอบที่ใช้กับเด็กในระดับอนุบาลหรือระดับประถมศึกษาปีที่ 1 แต่ละข้อใช้เพียง 3 ตัวเลือกก็พอ ส่วนเด็กมัธยมควรจะใช้ตั้งแต่ 4 ตัวเลือกขึ้นไป แต่ในการสร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบให้มีตัวเลือกมาก ๆ ตัว โดยให้ตัวลวงแต่ละตัวต่างเป็นตัวเลือกที่สนับสนุนสร้างลำบาก เสียเวลา และค่าใช้จ่ายมาก เช่น ในกรณีใช้ตัวเลือก 8 ตัว และโดยทั่วไปจะไม่นิยมใช้เนื่องจากเกินความจำเป็น ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงสนใจศึกษาว่าการเพิ่มจำนวนตัวเลือกจาก 4 เป็น 5 หรือ 6 ตัว จะทำให้คุณภาพของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นหรือไม่ และถ้าเพิ่มขึ้นการเพิ่มขึ้นนั้นจะมากพอ หรือคุ้มกับเวลา และค่าใช้จ่ายที่ต้องเพิ่มขึ้นหรือไม่ ในทางปฏิบัตินั้นถ้าพิจารณาเห็นว่า เมื่อลดจำนวนตัวเลือกลงแล้วไม่กระทบกระเทือนต่อคุณภาพของแบบทดสอบอาจยอมเสี่ยงที่จะลดจำนวนตัวเลือกลงมา

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตีเป็นแบบทดสอบหนึ่งที่สำคัญในการวัดความสามารถทางสมองของมนุษย์ แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบว่าถ้าแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์เมื่อมีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4, 5 และ 6 ตัวเลือก จะมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิตีเพียงใด เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการพัฒนาแบบทดสอบอนุกรมมิตี และเป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้แบบทดสอบ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีรูปแบบต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือก ที่มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิตี
4. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน
5. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตีที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะทำให้ทราบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกร่างกัน แบบใดมีคุณภาพเหมาะสมที่จะใช้วัดความสามารถทางสมอง นอกจากนี้ยังใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบอนุกรมมิติให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 27 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 4,939 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวนนักเรียน 2,148 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ คือ

3.1.1 รูปแบบของแบบทดสอบอนุกรมมิติได้แก่ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์

3.1.2 จำนวนตัวเลือกของแบบทดสอบอนุกรมมิติได้แก่ 4, 5 และ 6 ตัวเลือก

3.2 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของแบบทดสอบได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติ (Matrices) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวนิ่งและแนวอน ลักษณะของข้อสอบเป็นชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อจะมีชุดของสิ่งเร้ารูปภาพในตารางสองมิติซึ่งมีอยู่ 3 แถว และ 3 สดมภ์ หรือมีอยู่ 4 แถว และ 4 สดมภ์ ที่เว้นช่องว่างไว้เป็นคำถาม 1 ช่อง ตำแหน่งของคำถามจะอยู่มุมขวาด้านล่างหรือตำแหน่งใดก็ได้ ให้ผู้รับการทดสอบเลือกตัวเลือกที่ให้มาให้สอดคล้องกับชุดของสิ่งเร้ารูปภาพนั้น

2. รูปแบบของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

2.1 แบบสมบูรณ์ หมายถึง แบบทดสอบอนุกรมมิติที่กำหนดชุดของสิ่งเร้ารูปภาพใน

ตารางสองมิติครบทุกช่อง เว้นว่างไว้เฉพาะช่องที่ต้องการให้หาคำตอบ หรือตำแหน่งที่เป็นคำถาม เท่านั้น

2.2 แบบไม่สมบูรณ์ หมายถึง แบบทดสอบอนุกรมมิติที่กำหนดชุดของสิ่งเร้ารูปภาพใน ตารางสองมิติเพียงบางช่อง คือจะมีการเว้นช่องว่างนอกเหนือจากตำแหน่งที่เป็นคำถาม แต่ชุด ของสิ่งเร้ารูปภาพที่กำหนดให้นั้นก็เพียงพอต่อการค้นหาระบบความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ของอนุกรมมิติ นั้นได้

3. จำนวนตัวเลือกของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ

3.1 แบบ 4 ตัวเลือก หมายถึง แบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวคำตอบ 4 ตัว ซึ่งมี ตัวคำตอบถูกเพียงตัวเดียว

3.2 แบบ 5 ตัวเลือก หมายถึง แบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวคำตอบ 5 ตัว ซึ่งมี ตัวคำตอบถูกเพียงตัวเดียว

3.3 แบบ 6 ตัวเลือก หมายถึง แบบทดสอบเลือกตอบที่มีตัวคำตอบ 6 ตัว ซึ่งมี ตัวคำตอบถูกเพียงตัวเดียว

4. แบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

4.1 แบบการเพิ่ม (Addition) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปใน ลักษณะที่ภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) หนึ่ง ผสมเข้ากับภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สอง ได้ภาพใน สดมภ์ (หรือ แถว) สาม

4.2 แบบการลด (Subtraction) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูป ในลักษณะที่ภาพในสดมภ์ (หรือแถว) หนึ่ง หักส่วนที่เหมือนกับภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สอง ออก ได้ภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สาม

4.3 แบบการหาตัวร่วม (Intersection) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการ เปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างร่วมกันของภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) หนึ่ง และภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สอง ได้เป็นภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สาม

4.4 แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างภายในที่แตกต่างกันของภาพในสดมภ์ (หรือแถว) หนึ่ง และภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สอง มารวมกันเป็นภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สาม

4.5 แบบอนุกรมจำนวน (Number series) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของรูป ในลักษณะการเปลี่ยนแปลงลำดับจำนวน

5. คุณภาพของแบบทดสอบหมายถึง คุณภาพด้านความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น ที่พิจารณาเป็นรายข้อ และทั้งฉบับดังต่อไปนี้

5.1 ค่าความยากของข้อสอบ (Item difficulty) หมายถึง สัดส่วนของจำนวน นักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อด้วยเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan) หาค่าความยาก และ ค่าความยากมาตรฐาน (Δ)

5.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ (Test Difficulty) หมายถึง ค่าความยาก มาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) ของแบบทดสอบ หาได้โดยการเฉลี่ยค่าความยากมาตรฐานรายข้อของ ข้อสอบทุกข้อในฉบับนั้น

5.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Item Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติ ของข้อสอบที่สามารถแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง และกลุ่มที่มีความสามารถ ต่ำได้อย่างถูกต้อง คำนวณค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตาราง สำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan)

5.4 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Test Discrimination) หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ หาได้โดยการแปลงค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น Fisher's Z แล้วหาค่า Fisher's Z เฉลี่ย แล้วจึงแปลงค่า Fisher's Z เฉลี่ย กลับไป เป็นค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับนั้น

5.5 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติ ของแบบทดสอบที่สามารถวัดแล้ว ได้คะแนนจากการทดสอบของนักเรียนครั้งที่ ซึ่งคำนวณหาค่า ความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20)

6. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีคุณลักษณะอย่างน้อยปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา จำนวน 5 ท่าน เพื่อเป็นผู้ประเมินความเที่ยงตรงตามนิยามของข้อสอบที่สร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาต่าง ๆ ดังนี้

1. นิยามเชาวน์ปัญญา และความถนัด
2. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญา และความถนัด
3. ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนตัวเลข

นิยามเชาวน์ปัญญาและความถนัด

เชาวน์ปัญญาเป็นเรื่องยากที่จะกล่าวให้ชัดเจน และเข้าใจตรงกันได้ ทั้งนี้เพราะเชาวน์ปัญญาเป็นเรื่องของนามธรรม ทำให้นักจิตวิทยาหรือนักการศึกษาที่ค้นคว้าเรื่องเชาวน์ปัญญาอาจจะนิยามเชาวน์ปัญญาได้แตกต่างกันตามความเชื่อของตน ซึ่งจะขอกกล่าวเพียงบางท่านดังนี้

สเปียร์แมน (ลิวน์ สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Spearman. 1927) นิยามเชาวน์ปัญญาว่าเป็นกิจกรรมทางสมอง ซึ่งทุกอย่างขึ้นอยู่กับความสามารถร่วม หรือเรียกว่าองค์ประกอบทั่วไปเป็นสำคัญ และยังมีองค์ประกอบเฉพาะเป็นตัวเกี่ยวข้องด้วย ส่วนสติออดดาร์ด (ทองหล่อ วิภาวิณ. 2524 : 11; อ้างอิงมาจาก Stoddard. 1943)

นิยามเชาวน์ปัญญาว่าคนที่มีความเชาวน์ปัญญาสูง จะมีความสามารถในการปรับตัวให้เหมาะกับสิ่งแวดล้อมใหม่ ๆ ได้ดีนอกจากนี้ยังเป็นความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ 1) มีความยาก 2) มีความซับซ้อน 3) เป็นนามธรรม 4) ระยะเวลา 5) ปรับตนสู่เป้าหมาย 6) รู้คุณค่าทางสังคม 7) มีความคิดเป็นของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับเมห์เรนส์และเลห์แมนน์ (Mehrens and Lehmann. 1973 : 388) ที่นิยามเชาวน์ปัญญาเป็น

ความสามารถอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจหลายอย่างในสามประการนี้คือ 1) คิดอย่างเป็นนามธรรม 2) การเรียนรู้ 3) การรวบรวมประสบการณ์ใหม่และปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ สำหรับการ์เรท (Garrett. 1946 : 150) นิยามเชาวน์ปัญญาว่าเป็น

ความสามารถต่าง ๆ ที่จำเป็นในการใช้แก้ปัญหา ซึ่งจะต้องใช้ความเข้าใจและสัญลักษณ์ จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถของบุคคลที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ใช้แก้ปัญหาและปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการทำงานเดียวกัน นักจิตวิทยา หรือนักการศึกษา นิยามความถนัดแตกต่างกันไปตามความเชื่อของตนเอง ซึ่งจะชอกล่าวเพียงบางท่านดังนี้

บิงแฮม (Bingham. 1937 : 18) นิยามความถนัดว่าเป็นสภาพที่แสดงถึงความเหมาะสมของแต่ละบุคคล สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือความพร้อมที่ได้จากศักยภาพที่ฝึกฝนจนคล่องแคล่ว และประการอื่นก็เป็นความพร้อมที่พัฒนามาจากความสนใจ ที่จะฝึกฝนความสามารถของงาน ซึ่งสอดคล้องกับวอร์เรน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 25 ; อ้างอิงมาจาก Warren. 1934) ที่นิยามความถนัดว่าเป็นสภาวะหรือคุณลักษณะชุดหนึ่ง ซึ่งเป็นเครื่องหมายแสดงถึงความสามารถของแต่ละบุคคลอันได้มาจากการฝึกฝนความรู้ ทักษะ หรือสิ่งตอบสนองเฉพาะอย่าง ส่วนเมห์เรนส์และเลห์แมนน์ (Mehrens and Lehmann. 1973 : 685) นิยามความถนัดเป็นผลรวมของความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ที่มีมาแต่กำเนิดหรือได้รับมาภายหลัง ซึ่งจะเป็นตัวชี้บอกความสามารถของบุคคลที่จะเรียนรู้หรือพัฒนาทักษะเฉพาะอย่างถ้ามีการศึกษาที่เหมาะสมหรือได้รับการฝึกฝน จากแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าความถนัดคือความสามารถเฉพาะอย่างของแต่ละบุคคล ในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่สะสมขึ้นจากการฝึกฝนและประสบการณ์ ทำให้บุคคลนั้นสามารถเรียนรู้และประกอบการงานต่าง ๆ ตามความสามารถนั้น ได้ดีเป็นพิเศษ

จากนิยามเขาวนปัญญาและความถนัดอาจกล่าวได้ว่า ความถนัดเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องมาจากเขาวนปัญญานั้นเอง เพียงแต่อยู่คนละปลายของคานเดียวกันเขาวนปัญญาพยายามมองความสามารถส่วนรวมและมีพื้นฐานมาจากสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ส่วนความถนัดมองความสามารถที่ได้จากการฝึกฝนสั่งสมมาแต่เกิดหรือบางทีก็เรียกว่าประสบการณ์จากการเรียนรู้ (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 25)

ทฤษฎีเขาวนปัญญาและความถนัด

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเขาวนปัญญาและความถนัด นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้สรุปทฤษฎีขึ้นมาหลายทฤษฎีดังต่อไปนี้

✓ 1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni - Factor Theory) บางทีทฤษฎีนี้ผู้เรียกว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือบีเน่ท์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเขาวนปัญญาในลักษณะอันหนึ่งอันเดียว ไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนตัวคล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) นั้นเอง (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 27)

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two - Factor Theory) สเปียร์แมน (Spearman) เป็นนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ได้เสนอทฤษฎีสององค์ประกอบในปี ค.ศ. 1904 ทฤษฎีนี้กล่าวว่า ความสามารถของมนุษย์มีส่วนประกอบ 2 ส่วน (พจมาน แสงรุ่งโรจน์. 2521 : 4 - 8) คือ

2.1 องค์ประกอบทั่วไป (General factor) เป็นองค์ประกอบที่มีส่วนร่วมกันในความสามารถทุกอย่าง บุคคลจะมีองค์ประกอบนี้มากหรือน้อยขึ้นกับพันธุกรรม ส่วนระดับการศึกษา เพศ และเชื้อชาติ ไม่มีผลต่อองค์ประกอบนี้

2.2 องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) เป็นกลุ่มองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปสำหรับความสามารถในการทำกิจกรรมแต่ละอย่าง ระดับการศึกษามีผลต่อองค์ประกอบนี้มาก ส่วนพันธุกรรมมีผลต่อองค์ประกอบนี้เพียงเล็กน้อย

การที่สเปียร์แมนเสนอเช่นนั้น เนื่องมาจากเขาได้นำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาหลายฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนนที่ได้มาหาค่าสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน พบว่าคะแนนแบบทดสอบทุกฉบับมีความสัมพันธ์กัน เขาคาดเดาน่าจะมีส่วนหนึ่งที่เหมือนกันร่วมอยู่ในแบบทดสอบทุกฉบับ จึงจัดเรียงค่าสหสัมพันธ์เป็นตาราง และใช้วิธีการ tetrad difference ทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์ค่าในตาราง ทำให้พบองค์ประกอบของความสามารถดังกล่าว

สเปียร์แมนสรุปทฤษฎีของเขาในรูปสมการคณิตศาสตร์ดังนี้

$$a = g + s$$

a แทน คะแนนที่แต่ละคนทำแบบทดสอบ

g แทน องค์ประกอบทั่วไปที่มีส่วนร่วมกันทุกพฤติกรรม

s แทน องค์ประกอบเฉพาะที่มีในพฤติกรรมที่แบบทดสอบนั้นวัด

ความสามารถทุกอย่างประกอบด้วยองค์ประกอบทั้งสองไม่เท่ากัน บางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ บางอย่างมีอิทธิพลขององค์ประกอบเฉพาะมากกว่าองค์ประกอบทั่วไป นอกจากองค์ประกอบทั่วไปจะมีส่วนร่วมกันระหว่างความสามารถเหล่านั้นแล้ว องค์ประกอบเฉพาะก็มีส่วนร่วมกันได้

และสเปียร์แมนเสนอว่าการวัดความสามารถของบุคคลควรวัดองค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ เพราะองค์ประกอบทั่วไปเป็นส่วนสำคัญร่วมอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และความสามารถแต่ละอย่าง ฉะนั้นการวัดองค์ประกอบเฉพาะจึงทำได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบทั่วไป ควรเป็นแบบทดสอบนามธรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการค้นหา ความเกี่ยวเนื่อง และความสัมพันธ์อย่างรอบคอบ และมีเหตุผล สเปียร์แมนเน้นความสามารถดังกล่าวตามหลักการ โนอีเจเนซิส (Noegenesis)

ที่เขาตั้งขึ้น หลักการนี้กล่าวถึงหลักการคิดพื้นฐานของมนุษย์สามประการคือ

1) หลักการเข้าใจประสบการณ์ (Apprehension of experience)

กล่าวว่าบุคคลรับรู้ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่มีอยู่และกลายเป็นผู้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นทันที

2) หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่อง (Education of relation) กล่าวว่าสิ่งที่ปรากฏในห้วงความคิดสองลักษณะขึ้นไป ทำให้บุคคลทราบความเกี่ยวเนื่องกันของสิ่งเหล่านั้น เช่น เมื่อเราพบแผ่นกระดาษขาวและแผ่นกระดาษสี เราอาจเข้าใจในความแตกต่างของสีที่เกี่ยวเนื่องกันได้ทันที หรือเมื่อเราเห็นคำว่า "แข็ง" และ "อ่อน" เราอาจพบความเกี่ยวเนื่องในแง่เป็นลักษณะที่ตรงข้ามกัน เป็นต้น

3) หลักการค้นพบความสัมพันธ์ (Education of correlation) กล่าวว่าลักษณะใด ๆ ที่ปรากฏพร้อมกับสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกัน ทำให้บุคคลทราบลักษณะความสัมพันธ์นั้นได้ เช่น เมื่อเห็นคำถาม "ความอบอุ่น : เต่า ความแหลม : _____" เราสามารถทราบคำตอบว่า "อาวุธ" ได้ทันที เป็นต้น

หลักการคิดดังกล่าว สามารถนำไปสร้างเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์ได้หลายแบบ อันเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดความสามารถทั่วไป ซึ่งแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของราเวนก็สร้างขึ้นตามหลักการนี้เช่นกัน

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - Factor Theory) ผู้คิดทฤษฎีนี้คือเทอร์สโตน (Thurstone) เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ. 1933 เขาได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองโดยใช้วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) พบว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ที่ล้ำคณมี 7 องค์ประกอบ (Thurstone. 1958 : 121) ดังนี้

3.1 องค์ประกอบด้านตัวเลข (Number หรือ N - Factor) เป็นความสามารถทางสมองด้านการคิดคำนวณเกี่ยวกับตัวเลขได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

3.2 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal comprehension หรือ V - Factor) เป็นความสามารถทางสมองด้านการเข้าใจศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

3.3 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning หรือ R - Factor) เป็นความสามารถทางสมองด้านการจัดประเภท อุปมาอุปไมย และสรุปความได้อย่างสมเหตุสมผล

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial หรือ S - Factor) ความสามารถทางสมองด้านนี้มีสองอย่างคือ การรับรู้เกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตที่ไม่มีการเคลื่อนที่ และการมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนภาพ

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory หรือ M - Factor) เป็นความสามารถทางสมองด้านการระลึก และจดจำเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

3.6 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perceptual หรือ P - Factor) เป็นความสามารถทางสมองในการมองเห็นรายละเอียด ความเหมือน ความแตกต่างของสิ่งของต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency หรือ W-Factor) เป็นความสามารถทางสมองเกี่ยวกับการสร้างคำจากอักษรที่กำหนดให้ การรู้จังหวะในการพูด การรู้จักชื่อสิ่งต่าง ๆ

4. ทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป (Two - General Factor Theory) แคทเทล (Cattell) เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน เขาเสนอทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไปเมื่อ ค.ศ. 1904 เขากล่าวว่า เขาวินิจฉัยประกอบด้วยความสามารถทั่วไป 2 องค์ประกอบ คือ ความสามารถทั่วไปฟลูอิด (Fluid General Ability, g_f) และความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ (Crystallized Ability, g_c)

ความสามารถทั่วไปฟลูอิดเป็นความสามารถทางสมอง อันเป็นผลมาจากพันธุกรรม ไม่มีตำแหน่งของอวัยวะที่ควบคุมอย่างแน่ชัด เสมือนว่าองค์ประกอบนี้เป็นของไหล (Fluid) เป็นความสามารถที่ประกอบอยู่ในกิจกรรมทางสมองทุกอย่าง โดยเฉพาะกิจกรรมที่เป็นการปรับตัวต่อสภาพการณ์ใหม่ ๆ ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์เป็นความสามารถทางสมองเฉพาะด้านที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ มีอวัยวะภายในสมองควบคุมความสามารถนี้อย่างแน่ชัด ถ้าอวัยวะส่วนใดได้รับอันตราย ความสามารถด้านที่อวัยวะนั้นควบคุมอยู่ก็จะถูกทำลายด้วย เช่น ถ้าสมองส่วนที่เรียกว่า ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ถูกทำลาย ความทรงจำจะถูกทำลายด้วย ทำให้บุคคลสูญเสียความสามารถด้านนี้ ซึ่งความสามารถทั่วไปทั้งสององค์ประกอบ (g_f และ g_c) นี้มีลักษณะแตกต่างกันดังนี้ (พจนาน แสงรุ่งโรจน์. 2521 : 8 - 12) คือ

4.1 ความสามารถทั่วไปฟลูอิด (g_f) เป็นความสามารถทางสมองในการปรับพฤติกรรมให้เข้ากับสภาพการณ์ใหม่ ๆ หรือสภาพการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ทักษะที่เคยเรียนมาก่อนได้โดยตรง ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ (g_c) เป็นความสามารถทางสมองที่ได้มาจากการเรียนรู้ และประสบการณ์

4.2 ความสามารถทั่วไปฟลูอิดและคริสตัลไลซ์ ของบุคคลที่วุฒิภาวะทางชีวภาพยังเจริญไม่ถึงขีดสูงสุด (15 - 20 ปี) จะมีค่าความแตกต่างกันเนื่องจากบุคคลนั้นมีความสนใจและโอกาสทางวัฒนธรรมต่างกัน ส่วนความแตกต่างระหว่างความสามารถทั่วไปทั้งสองของผู้ใหญ่ จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุ เพราะความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์จะเพิ่มขึ้นตามประสบการณ์ของบุคคล แต่ความสามารถทั่วไปฟลูอิดจะมีค่าลดลง เมื่อบุคคลมีอายุเพิ่มขึ้น เพราะวุฒิภาวะทางชีวภาพของผู้ใหญ่เจริญถึงขีดสูงสุดแล้ว

4.3 ความสามารถทั่วไปฟลูอิดและคริสตัลไลซ์ มีอัตราของการพัฒนาการที่ต่างกัน กล่าวคือ ความสามารถทั่วไปฟลูอิดจะมีค่าสูงสุดในช่วงวัยรุ่นตอนต้น (14 - 15 ปี) ขณะที่ความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงอายุ 18 ปี 28 ปี หรือมากกว่านั้น ขึ้นกับประสบการณ์ จากนั้นความสามารถทั่วไปฟลูอิดจะลดลงเรื่อย ๆ จากอายุ 22 ปี จนถึงวัยชรา ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์จะลดลงช้ากว่า และน้อยกว่าความสามารถทั่วไปฟลูอิด

4.4 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถทั่วไปฟลูอิด (σ_f) จะมีค่ามากกว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ (σ_c) (ของ σ_f ประมาณ 24 - 25 คะแนน, ของ σ_c ประมาณ 12 - 16 คะแนน) ที่เป็นเช่นนี้เพราะในวัฒนธรรมหนึ่ง ๆ ประสบการณ์ที่บุคคลเรียนรู้มาก่อนมีผลดีต่อคะแนนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์และถูกจำกัดให้ลดความแปรปรวนในระดับอายุที่กำหนดให้ ตัวอย่างของการกำจัดธรรมชาติของการเรียนรู้ ได้แก่ ภายในห้องเรียนที่นักเรียนมีศักยภาพแตกต่างกันมาก ครูจัดการเรียนการสอนช่วยคนอ่อน และดึงคนเก่งให้เรียนได้ใกล้เคียงกัน ความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ของนักเรียนในห้องนั้นย่อมไม่แตกต่างกันมาก ส่วนความสามารถทั่วไปฟลูอิดจะแตกต่างกันตามชีวภาพของแต่ละบุคคล ดังนั้นการประเมินความสามารถทางสมองจึงนิยมใช้ ผลรวมของคะแนนความสามารถทั่วไปฟลูอิด และคริสตัลไลซ์ เป็นดัชนีชี้ระดับความสามารถ

4.5 ความสามารถทั่วไปฟลูอิด มีพื้นฐานสัมพันธ์กับพันธุกรรม และสรีรวิทยา ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ มีพื้นฐานสัมพันธ์กับประสบการณ์ และสิ่งแวดล้อมมากกว่าพันธุกรรม ปกติวิสัยของแบบทดสอบวัดความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์ จึงมีค่าเปลี่ยนแปลงมากตามระยะเวลาที่ผ่านไป

4.6 การบาดเจ็บทางสมองมีผลต่อความสามารถทั่วไปฟลูอิดและคริสตัลไลซ์คล้ายกัน แต่มีผลเด่นชัดในความสามารถทั่วไปฟลูอิด เช่น การบาดเจ็บในสมองส่วนกลางมีผลทำให้ความสามารถทั่วไปฟลูอิดลดลงเป็นสัดส่วนกับขนาดของการบาดเจ็บนั้น ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์จะเปลี่ยนแปลงเฉพาะความสามารถที่อวัยวะส่วนนั้นมีผลเกี่ยวข้อง

4.7 ความสามารถทั่วไปฟลูอิด มีน้ำหนักความสามารถในแบบทดสอบ แบบอนุกรม (Series) แบบจำแนกพวก (Classification) แบบอุปมาอุปไมย (Analogy) แบบโทโพโลยี (Topology) และแบบทดสอบเขาวนัญญาที่ไม่ใช้ภาษา และเป็นแบบทดสอบที่บุคคลที่มีภูมิหลังต่างกันรับรู้ได้เท่ากัน ส่วนความสามารถทั่วไปคริสตัลไลซ์มีน้ำหนักความสามารถในแบบทดสอบด้านภาษา (Verbal) ด้านจำนวน (Numerical) ด้านเหตุผล (Reasoning) ด้านข้อมูล ทักษะทางเครื่องกล (Mechanical Information and Skills) และการตัดสินใจด้วยประสบการณ์ (Experiential Judgement)

5. ทฤษฎีไฮราร์คิคัล (Hierarchical Theories) มีนักจิตวิทยาในกลุ่มหนึ่งได้จัดรูปแบบการประกอบกันขององค์ประกอบอีกรูปหนึ่ง กลุ่มนี้คือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys) โดยเฉพาะ เวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของเขาวนัญญาในปี ค.ศ. 1960 โดยเริ่มต้นอธิบายตามแบบของสเปียร์แมน นั่นคือ เวอร์นอน เริ่มจุดแรกด้วย G - factor ขึ้นต่อไปแบ่งออกเป็นสององค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal - education (v : d) และ Practical - mechanical (k : m) องค์ประกอบใหญ่สองอันนี้เรียกรวมว่า Major Group Factors องค์ประกอบสองอันนี้ยังแบ่งย่อยช่อยลงไปอีก ด้านองค์ประกอบ Verbal-education แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกันองค์ประกอบ Practical - mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical - information spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ อีก แต่ยังไม่กำหนดกลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับต่ำที่สุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีกเรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factors) (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 30 - 31)

6. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory) หรือ SI - Model ผู้เสนอทฤษฎีนี้คือกิลฟอร์ด (Guilford) เมื่อ ค.ศ. 1967 เขาได้วิจัยขยายทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน โดยเสนอโครงสร้างทางสมองในลักษณะสามมิติ (Guilford. 1971 : 61 - 63) คือ

มิติที่ 1 ขบวนการคิด (Operation) หมายถึงการปฏิบัติงานทางสมองหรือ ขบวนการคิดแบบต่าง ๆ ขบวนการคิดนี้จะเกิดขึ้นตามลำดับจากง่ายไปหายากดังนี้

- 1) การรู้และเข้าใจ (Cognition)
- 2) การจำ (Memory)

- 3) การคิดแบบเอนกนัย (Divergent Thinking)
- 4) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking)
- 5) การประเมินค่า (Evaluation)

มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) หมายถึงข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลายแล้วบุคคลแยกแยะเพื่อจะรับรู้แบ่งเป็นสี่ประเภทคือ

- 1) ภาพ (Figural)
- 2) สัญลักษณ์ (Symbolic)
- 3) ภาษา (Semantic)
- 4) พฤติกรรม (Behavioral)

มิติที่ 3 ผลการคิด (Product) เมื่อสมองรับรู้สิ่งเร้าภายนอกและมีขบวนการคิดแบบต่าง ๆ ผลผลิตของการคิดจะออกมาในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

- 1) หน่วย (Units)
- 2) จำพวก (Classes)
- 3) ความสัมพันธ์ (Relation)
- 4) ระบบ (System)
- 5) การแปลงรูป (Transformations)
- 6) การประยุกต์ (Implication)

7. ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two - level Theory of Mental Ability) ทฤษฎีนี้เสนอโดยเจนเซน (Jensen) เมื่อปี ค.ศ. 1968 เจนเซนได้เสนอทฤษฎีว่าความสามารถทางสมองมีอยู่ 2 ระดับคือ ระดับที่ 1 เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้และจำอย่างนกแก้วนั่นคือ เป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกออกได้ ระดับนี้ไม่ได้รวมการแปลงรูปหรือจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป ระดับที่ 2 เป็นระดับของการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพเหตุผล และแก้ปัญหา ระดับที่ 2 นี้ดูไปแล้วก็เหมือนกับองค์ประกอบทั่วไป (G - factor) นั้นเอง (ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 34)

8. ทฤษฎีแบบจำลองโครงสร้างทางสมอง (The Radex Structure of Intelligence : A Replication) ผู้เสนอทฤษฎีคือ แอดเลอร์และกัทท์แมน (Adler and Guttman. 1982 : 739 - 747) โดยนำแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองจำนวน

13 ฉบับคือ อุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal analogies) คำตรงข้าม (Opposites) ภาษาอังกฤษ (English) อนุกรมตัวเลข (Numerical series) ปัญหาเลขคณิต (Arithmetic Problems) ฝึกหัดเลขคณิต (Arithmetic Exercises) มิติสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ (Spatial : Dounaierwsky) ลูกบาศก์ (Block) มิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) การแสดงด้วยเส้นกราฟ (Graphics) เหตุผลเชิงจักรกล (Mechanical Reasoning) การตัด (Cutting) การตัดเส้นลวด (Wire) ไปทดสอบนักเรียนเกรด 9 จำนวน 200 คน การทดสอบอาศัยการเขียนตอบและการปฏิบัติด้วยมือ ผู้ตอบต้องใช้กฎ (Rule Type) สามอย่างในการตอบคือ การสรุปความ (Inference) การประยุกต์ใช้ (Application) และการฝึกปฏิบัติ (Practice) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับแยกตามกฎการตอบดังนี้

8.1 การสรุปความตามกฎ (Rule Inference) ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 6 ฉบับคือ อุปมาอุปไมยทางภาษา อนุกรมตัวเลข ปัญหาเลขคณิต ฝึกหัดเลขคณิต เหตุผลเชิงจักรกล มิติสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

8.2 การประยุกต์ใช้กฎ (Rule Application) ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 4 ฉบับคือ คำตรงข้าม ภาษาอังกฤษ มิติสัมพันธ์ ลูกบาศก์

8.3 การฝึกหัดตามกฎ (Rule Practice) ประกอบด้วยแบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับคือ การตัด การตัดเส้นลวด การแสดงด้วยเส้นกราฟ

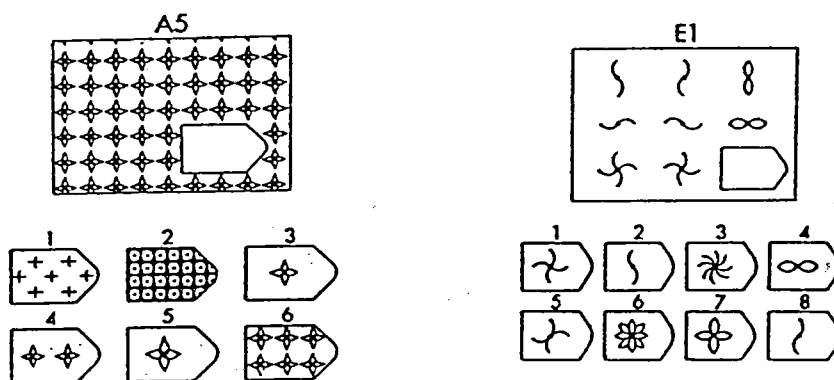
จากทฤษฎีที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติมีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบทั่วไปตามทฤษฎีของสเปียร์แมน เพราะลักษณะข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการ โนอี เจเนซิส ในขณะที่เดียวกันก็มีคุณสมบัติในการวัดความสามารถทั่วไปฟลูอิด ตามทฤษฎีเชาว์ปัญญาของแคทเทลด้วย

ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ได้มีผู้เสนอแตกต่างกันไป แล้วแต่แนวคิดของแต่ละบุคคลดังต่อไปนี้

ราเวน (Raven) ได้พัฒนาแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส (The Progressive Matrices Tests) ขึ้นในประเทศอังกฤษตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 และมีการปรับปรุงเรื่อยมา ซึ่งแบบทดสอบนี้ออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อวัดองค์ประกอบทั่วไป (G) ของสเปียร์แมน มีลักษณะเป็นแบบไม่ใช้ภาษา ตัวแบบทดสอบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่จัดอย่างมีระบบและเป็นภาพที่ไม่ใช่ภาพ

ของจริง (บุญส่ง นิลแก้ว. 2519 : 166) ซึ่งแบบทดสอบนี้ต้องการให้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมเป็นส่วนใหญ่ จึงถือกัน ในหมู่นักจิตวิทยาอังกฤษว่าเป็นแบบทดสอบวัดองค์ประกอบทั่วไปที่ดีที่สุดเท่าที่จะหาได้ แบบทดสอบนี้ประกอบไปด้วยเมทริกซ์หรือลวดลายแต่ละภาพที่เป็นเมทริกซ์หรือลวดลายมีส่วนของภาพที่ขาดหายไปเพียงหนึ่งส่วนผู้รับการทดสอบเลือกตัวเลือกที่จะนำมาเติมให้สมบูรณ์ โดยเลือกตัวเลือกต่าง ๆ ที่มีไว้ให้เลือกเป็นจำนวน 6 หรือ 8 ตัวเลือก (Anastasi. 1961 : 261 - 262) ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อสอบจากแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริชีสของราเวน

และแบบทดสอบนี้ได้สร้างขึ้นมาสวมชุด (บุญส่ง นิลแก้ว. 2519 : 166 - 169) คือ

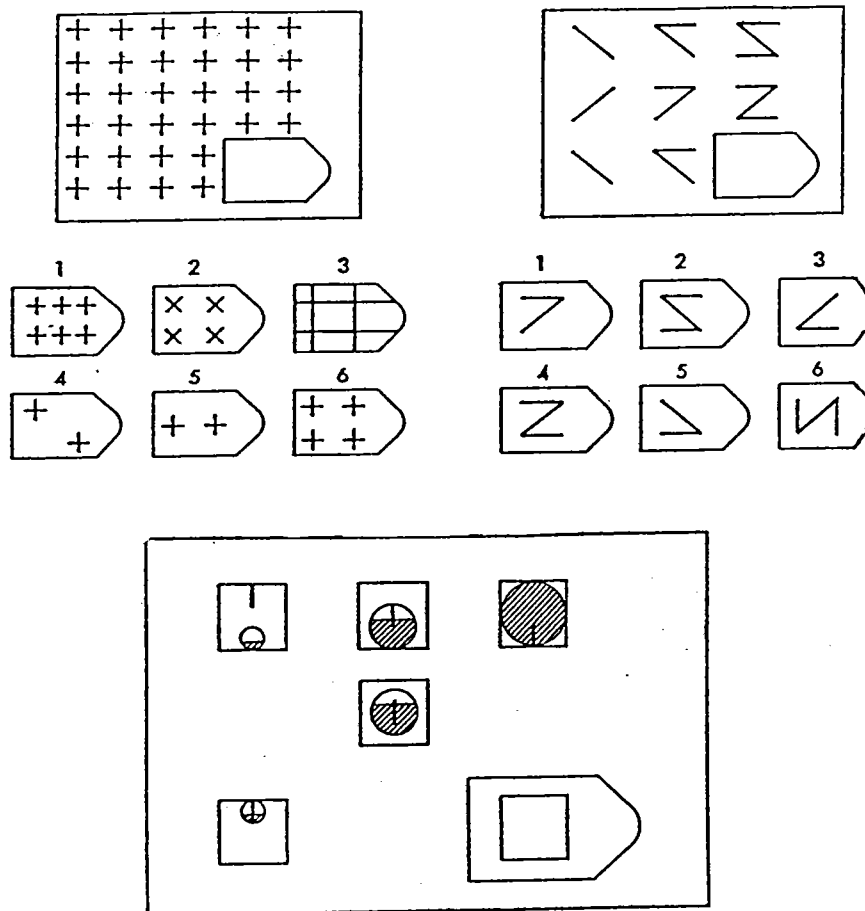
ชุดที่ 1 คัลเลอร์ โปรเกรสซีฟ แมทริชีส (The Coloured Progressive Matrices : CPM) แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้กับ เด็กเล็กและคนแก่ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาทางด้านมนุษยวิทยา และทางจิตเวช และใช้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจกับบุคคลที่ไม่เข้าใจการพูดภาษาอังกฤษ และบุคคลที่มีปัญหาทางกายพูดไม่ได้ เนื่องจากโรคทางสมองหรือหูหนวก (เช่นเดียวกับที่ใช้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ในบุคคลที่มีความสามารถทางสมองต่ำ) ข้อสอบในแบบทดสอบชุดนี้เป็นภาพสีทั้งหมด มีทั้งเป็นลวดลาย และ เมทริกซ์ขนาด 2 x 2 ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก และแบ่งเป็น 3 ชุดย่อยคือ ชุด A Ab และ B แต่ละชุดแตกต่างกันที่ความยากของข้อสอบและแบบฟอร์มของรูปภาพที่ใช้ ชุด A มีความยากน้อยกว่า ชุด Ab และ ชุด Ab มี

ความยากน้อยกว่า ชุด B ตามลำดับ แต่ละชุดมีจำนวนข้อสอบ 12 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบชุดนี้ใช้กับ ผู้รับการทดสอบที่มีอายุตั้งแต่ 5 ปี ถึง 11 ปี และกับบุคคลที่มีความสามารถทางสมองอยู่ในระดับต่ำ

ชุดที่ 2 สแตนดาร์ด โพรเกรสซีฟ แมทริซีส์ (The Standard Progressive Matrices : SPM) แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับบุคคลที่อยู่ในทุกระดับอายุ ไม่ว่าจะระดับ การศึกษา เชื้อชาติ หรือสภาวะทางร่างกายจะเป็นอย่างไรก็ตาม แบ่งแบบทดสอบเป็นชุดย่อย ๆ ได้ 5 ชุดคือ A B C D และ E ซึ่งแต่ละชุดมีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นภาพขาวดำ สำหรับสองชุดแรกคือ A และ B นั้นแบบฟอร์มของรูปภาพเป็น เช่นเดียวกับข้อสอบใน ชุด A และ B ของ CPM ตั้งแต่ชุด C D และ E เป็นข้อสอบที่มีความยาก และรูปฟอร์มซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ (มีทั้งเป็นลวดลายและเมทริกซ์ขนาด 3×3 ชนิดเลือกตอบ 8 ตัวเลือก)

ชุดที่ 3 แอดวานซ์ โพรเกรสซีฟ แมทริซีส์ (The Advanced Progressive Matrices : APM) เป็นแบบทดสอบชุดที่ใช้กับบุคคลที่มีอายุสูงกว่า 11 ปี และมีความสามารถ ทางสมองเป็นพวกปกติ แบบทดสอบแบ่งเป็นตอนย่อย 2 ตอนคือ ตอนที่ 1 รูปภาพเป็นลวดลาย ชนิดเลือกตอบ 8 ตัวเลือก มีจำนวนข้อสอบเพียง 12 ข้อ ใช้ทำการทดสอบเพื่อการตัดสินขั้นต้นว่า ผู้รับการทดสอบเป็นพวกโง่ หรือปานกลาง หรือฉลาด ถ้าผู้รับการทดสอบตอบข้อสอบในตอนแรก นี้ได้ถูกต้องน้อยกว่า 6 ข้อ (ข้อสอบจัดเรียงความยากตามลำดับจากง่ายที่สุด และยากขึ้นเรื่อย ๆ) จะถือว่าเป็นพวกโง่ และจะไม่ได้รับการทดสอบจากแบบทดสอบตอนที่ 2 นี้คือผู้ที่ได้รับการพิจารณา ขั้นต้นแล้วว่าเป็นพวกปานกลาง หรือฉลาด (ตอบข้อสอบในตอนแรกถูก 6 ข้อขึ้นไป) แบบทดสอบ ตอนที่ 2 เป็นแบบเมทริกซ์ขนาด 3×3 ชนิด 8 ตัวเลือก ซึ่งต้องใช้ความคิดทางด้านนามธรรม ซับซ้อนกว่าสองชุดที่กล่าวมาแล้ว มีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 36 ข้อ ถึงแม้ว่าแบบทดสอบนี้จะ เป็นชนิด ไม่จำกัดเวลาก็ตาม แต่การใช้เวลาเพียง 40 นาที ก็พอเพียงสำหรับการประเมินผลผู้สอบได้

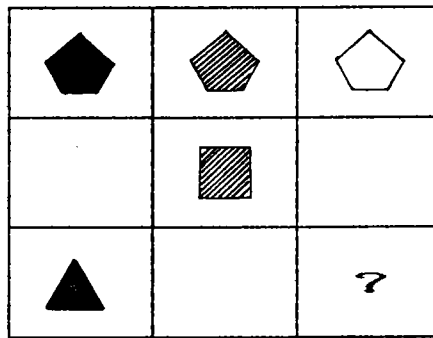
ส่วน Cronbach. (1960 : 215 - 216) ได้กล่าวถึงลักษณะของข้อสอบ อุนกรมมิติว่า มีลักษณะเป็น โจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยแบบ 2 มิติ ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ครอนบาชเสนอไว้

จากตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ครอนบาชชี้แจงว่า ตัวอย่างแรกและตัวอย่างที่ 2 เหมือนกับข้อสอบโปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ (Progressive Matrices) ซึ่งมีความยากอยู่ในระดับปกติ (the usual difficulty) ส่วนตัวอย่างที่ 3 ยากมาก (very difficulty) มีรูปแบบการตอบเป็นอิสระ (free - response form) ออกแบบเพื่อใช้กับระดับวิทยาลัย

สำหรับกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 87) ได้เสนอข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรู้ - การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of figural relation : CFR) ที่คล้ายกับข้อสอบโปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ที่รูปภาพมีลักษณะเป็นเมทริกซ์ แต่มีความซับซ้อนมากกว่า ดังภาพประกอบ 3



A

B

C

D

E

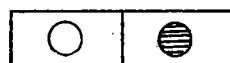
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดเสนอไว้

จากตัวอย่างข้อสอบที่ใช้วัด CFR ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด จากอบส์ และแวนติเวนเตอร์ (Jacob and Vandeventer. 1972 : 235 - 248) กล่าวว่าสามารถแทนได้ด้วยข้อสอบอนุกรมมิติ ซึ่งผู้สอบจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแถวและความสัมพันธ์ระหว่างสดมภ์ โดยเสนอความสัมพันธ์ของข้อสอบอนุกรมมิติไว้ 12 แบบคือ

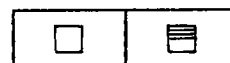
1. แบบเหมือนกัน (Identity) : เป็นภาพที่เหมือนเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง
ดังตัวอย่าง



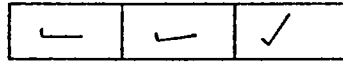
2. การแรเงา (Shading) : เป็นการเปลี่ยนแปลงแรเงาทั้งหมดหรือบางส่วน
ดังตัวอย่าง



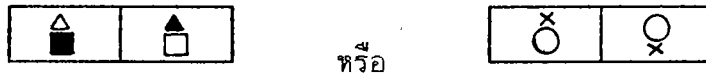
หรือ



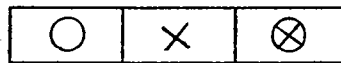
3. การเคลื่อนไหวในแนวระนาบ (Movement in a plane) : เป็นการเคลื่อนไหวภาพในแนวระนาบ ดังตัวอย่าง



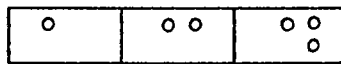
4. การกลับเปลี่ยน (Reversal) : ส่วนประกอบภายในเปลี่ยนรายละเอียดกัน เช่น ขนาด การแรเงา หรือตำแหน่ง ดังตัวอย่าง



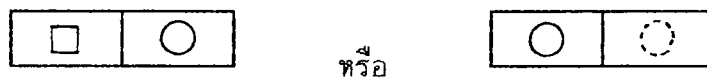
5. การเพิ่ม หรือการรวมกัน (Addition) : ภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) หนึ่งผนวกเข้ากับภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สอง ได้ภาพในสดมภ์ (หรือ แถว) สาม ดังตัวอย่าง



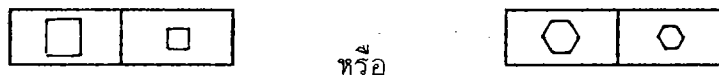
6. อนุกรมจำนวน (Number series) : เป็นลำดับจำนวน หรือรูปทรงเรขาคณิตในแต่ละช่อง ดังตัวอย่าง



7. รูปทรง (Shape) : เป็นการเปลี่ยนรูปทรงอย่างสมบูรณ์แบบ หรือเปลี่ยนเป็นระบบ ดังตัวอย่าง



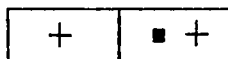
8. ขนาด (Size) : เป็นการเปลี่ยนสัดส่วน เช่น การขยายภาพ ดังตัวอย่าง



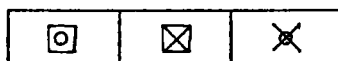
9. พลิกภาพ (Flip - Over) : ภาพพลิกในลักษณะจาก ซ้าย - ขวา หรือ บน - ล่าง ดังตัวอย่าง



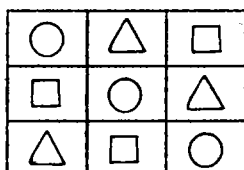
10. การเพิ่มส่วนประกอบ (Added element) : เป็นการเพิ่มส่วนประกอบใหม่เข้าไป หรือเอาภาพเก่าออก



11. การบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) : เป็นการนำส่วนที่แตกต่างกันของสองภาพมารวมกัน โดยตัดส่วนที่เหมือนกันทิ้ง ดังตัวอย่าง



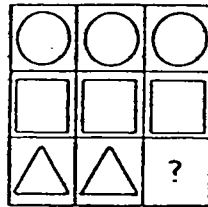
12. ชุดของส่วนประกอบ (Element of a set) : ส่วนประกอบแต่ละตัวจะปรากฏให้เป็นสามครั้ง ในอนุกรมมิติขนาด 3 x 3 ดังตัวอย่าง



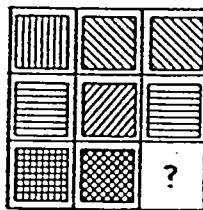
จากคอบส์และแวนติเวนเตอร์ให้ข้อเสนอว่า จากรูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 12 แบบดังกล่าวสามารถนำมารวมเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ได้อีก เช่น การรวมความสัมพันธ์แบบรูปทรงกับการแรเงา จากการตรวจสอบแบบทดสอบโปโรเกรสซีฟ แมทริชีส ชุด B C D และ E จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบลอร์จ - ธอร์นไคด์ อินเทลลิเจนท์ (Lorge - Thordike Intelligence Test) ระดับ 3 ตอนที่ 3 (เป็นแบบทดสอบอุปมาอุปไมยภาพ) จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีข้อสอบที่ใช้รูปแบบของความสัมพันธ์ที่เกิดจากการรวมรูปแบบความสัมพันธ์ที่เขาเสนอถึง 20 และ 14 ข้อ ตามลำดับ

ในทำนองเดียวกันฮอร์นและฮาบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 373) ได้ร่วมกันสร้างรูปแบบในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติขึ้นมา 11 แบบ คือ

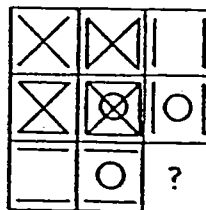
1. แบบเหมือนกัน (Identity : ID) ดังตัวอย่าง



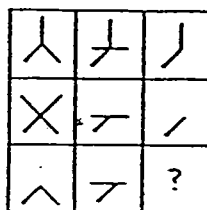
2. แบบการเพิ่มหรือการรวมกัน ในแนวสทมภ์ (Addition : A) ดังตัวอย่าง



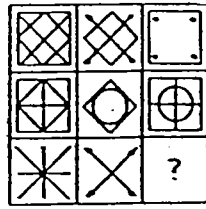
3. แบบการหักส่วนที่เหมือนกันออก (Subtraction : SU) ดังตัวอย่าง



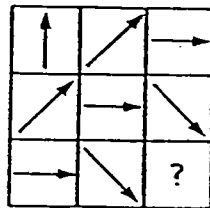
4. แบบการหาตัวร่วม (Intersection : IN) ดังตัวอย่าง



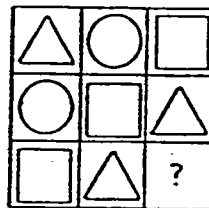
5. แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique Addition : UA) ดังตัวอย่าง



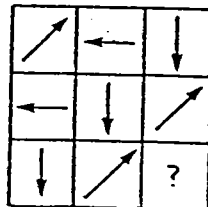
6. แบบต่อเนื่อง (Seriation : SE) ดังตัวอย่าง



7. แบบเปลี่ยนแปลงแบบปิดตามหลักของเกสตัลท์ส (Variation of Closed Gestalts : VC) ดังตัวอย่าง

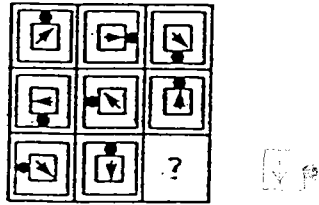


8. แบบเปลี่ยนแปลงแบบเปิดตามหลักของเกสตัลท์ส (Variation of Open Gestalts : Vo)



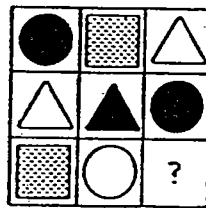
9. แบบความสัมพันธ์ของส่วนประกอบพิจารณาแยกกัน (Separated Components

: SC) ดังตัวอย่าง



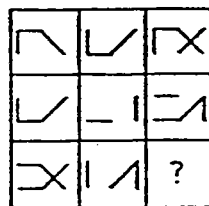
10. แบบการพิจารณาส่วนประกอบรวมทั้งหมด (Integrated Components : IC)

ดังตัวอย่าง



11. แบบห้กส่วนที่ทับกันสนิทออก (Embedded Components : EC) ในแนวสดมภ์

ดังตัวอย่าง



นอกจากนี้ วาร์ดและฟิทซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick, 1973 : 987 - 993) กล่าวถึงคุณลักษณะพื้นฐาน 5 ประการของข้อสอบอนุกรมมิติ ซึ่งแม้กระทั่งแบบทดสอบสแตนด์คาร์ต โปรแกรสซีฟ แมทริซีซของราเวนก็มีคุณลักษณะเหล่านี้คือ

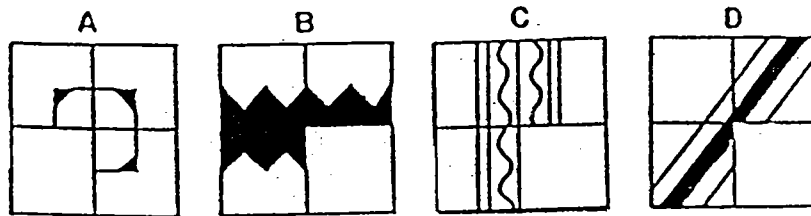
1. ทำให้แบบสมบูรณ์
2. ทำให้เหตุผลสมบูรณ์

3. การเปลี่ยนแปลงรูปแบบอย่างมีระบบ
4. การนำมาสลับลำดับกันอย่างมีระบบ
5. การแยกหรือลวดลายออกเป็นส่วนตัวได้อย่างมีระบบ

และยังได้กล่าวถึง โครงสร้างของข้อสอบอนุกรมมิติในรูปจัตุรัส ซึ่งอธิบายได้ด้วยลักษณะที่สมมาตรหรือไม่สมมาตรก็ได้ดังนี้

ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตร
 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรประกอบด้วย ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ (Purely symmetrical) ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) และข้อสอบอนุกรมมิติจัตุรัสลาติน (Latin square)

1) ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ มีลักษณะที่มองเห็นภาพรวมที่สมบูรณ์ตลอด (Closure or Gestalt Completion) เช่น ข้อสอบอนุกรมมิติที่ง่าย ๆ ในแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชส์ (ชุด A) ซึ่งอาจจะแสดงให้เห็นเป็นภาพสมมาตรทั้งอนุกรมมิติ หรืออาจเป็นการสมมาตรตามแนวอน หรือแนวทะแยงของอนุกรมมิติ ข้อที่ซับซ้อนมากขึ้นของลักษณะนี้อาจเป็นการรวมรูปทรงที่สมมาตรในทิศทางที่ต่างกัน ดังภาพประกอบ 4

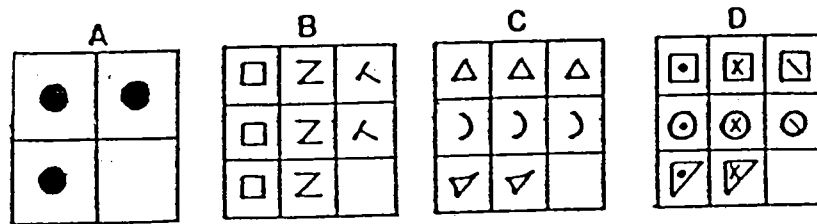


ภาพประกอบ 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ :

- (A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิติ (B) สมมาตรตามแนวอน
 (C) สมมาตรตามแนวตั้ง (D) สมมาตรตามแนวทะแยง

2. ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) อาจเป็นการสมมาตรที่สมบูรณ์ (A) แต่โดยปกติแล้วจะเป็นการสมมาตรเป็นบางส่วนเท่านั้น ซึ่งอาจจะเหมือนกันตามสดมภ์ หรือแถว (B และ C) ข้อสอบที่ซับซ้อนกว่านี้อาจใช้แบบแผนที่เหมือนกันสองอย่าง เคลื่อนไปตามแถว หรือสดมภ์ (D) จากจุดนี้เราจะเห็นชัดเจนว่าความยากของข้อสอบอาจจะเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มความซับซ้อน

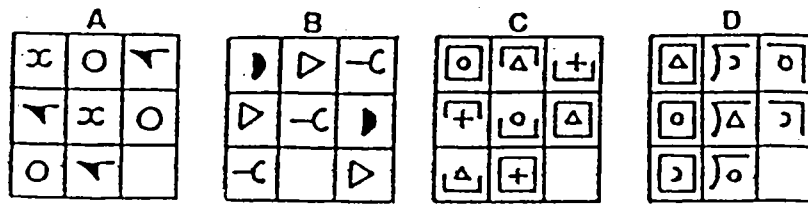
หรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นของรูปทรง ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน :

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

3. ข้อสอบอนุกรมมิติจัตุรัสลาติน (Latin Square) เป็นแบบที่มีความสมมาตรกันของลำดับในช่องต่าง ๆ ที่แปรเปลี่ยนหรือมีความสมดุลเป็นระบบ ข้อสอบลักษณะนี้พบว่าผู้สอบจำนวนมากใช้วิธีตอบ โดยการพิจารณาภาพตามแนวทะแยงของช่องในข้อสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 รูป A ในกรณีเช่นนี้สามารถทำข้อสอบให้ดีขึ้นได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่างดังในรูป B และจะทำให้ยากขึ้นไปอีกได้โดยการนำลักษณะภายในของจัตุรัสลาตินสองอันมาสานเข้าด้วยกันดังรูป C อย่างไรก็ตามการรวมจัตุรัสลาตินมากกว่าสองอันเข้าด้วยกันมีคุณค่าน้อยวิธีการอื่นที่ทำได้คือการรวมอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) เข้ากับอนุกรมมิติจัตุรัสลาตินดังรูป D ซึ่งข้อสอบอนุกรมมิติของเรา เวนบางข้อก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้

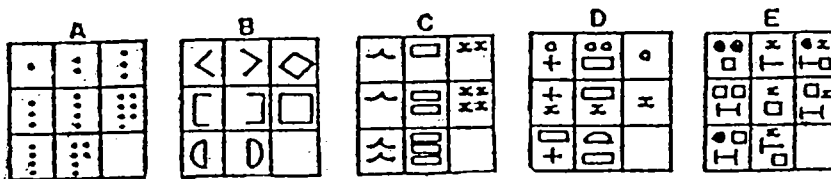


ภาพประกอบ 6 ข้อสอบอนุกรมมิติจัตุรัสลาติน :

- (A) จัตุรัสลาตินแบบธรรมดา
 (B) จัตุรัสลาตินแบบธรรมดา (เปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง)
 (C) จัตุรัสลาตินแบบผสม
 (D) อนุกรมมิติที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกันกับจัตุรัสลาติน

ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร

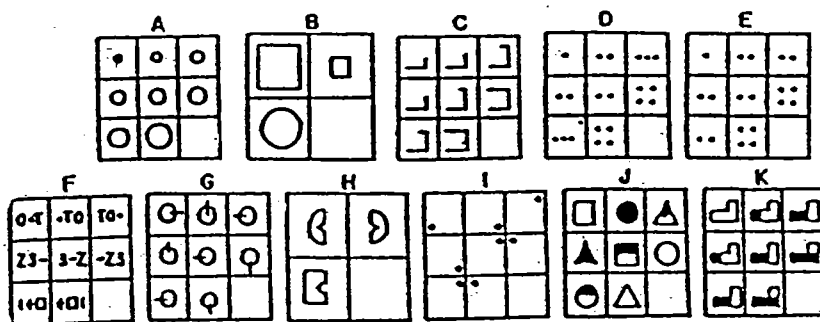
ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตรสามารถสร้างขึ้นได้ โดยการประกอบสิ่งที่อยู่ในช่องเข้าด้วยกัน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 7 รูป A และรูป B แสดงการรวมสิ่งที่อยู่ในช่องตามแนวตั้งและแนวนอนนั่นคือสิ่งที่อยู่ในช่องที่ 1 และช่องที่ 2 รวมกันเป็นช่องที่ 3 (ตามแนวนอน) เช่นเดียวกันกับช่องที่ 1 และช่องที่ 4 รวมกันเป็นช่องที่ 7 (ตามแนวตั้ง) หรือวิธีการอีกอย่างหนึ่งคือกระบวนการซึ่งคล้ายกับการแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ จากช่องที่ 3 แยกออกเป็นช่องที่ 2 และช่องที่ 1 , ช่องที่ 6 แยกออกเป็นช่องที่ 5 และช่องที่ 4 อย่างไรก็ตามการรวมกันอาจทำได้เพียงตามแนวนอน (B) หรือตามแนวตั้ง (C) ในกรณีเช่นนี้จะคล้ายกับข้อสอบอนุกรมมิติแบบเหมือนกัน (Identity) ที่กล่าวมาแล้ว การทำสิ่งที่อยู่ในช่องให้เป็นรูปร่างที่น่าสนใจอาจพิจารณาจากรูป D ที่ให้หาคำตอบที่อาจเป็นส่วนประกอบร่วมกันหรือเหมือนกันตามแนวนอน ซึ่งสามารถพิจารณาเหมือนกับการอินเตอร์เซกชันของเซต (Intersection of set) ข้อที่ใช้สิ่งกับการรวมกันของเซต (Set union) คือรูป E เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่า ข้อที่มีความยากมากที่สุด



ภาพประกอบ 7 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร :

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

ในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร อาจขยายขอบเขตให้กว้างขึ้นโดยการใช้รูปแบบที่แตกต่างกันของการจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่องซึ่งสามารถเลือกขนาด จำนวน รูปทรง และตำแหน่งของคุณสมบัติในช่อง ดังภาพประกอบ 8






ภาพประกอบ 8 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง :


- (A) ลำดับขนาด
- (B) อนุภาคไม่ยกภาพ
- (C) ลำดับการเจริญงอกงาม
- (D) ลำดับการบวก
- (E) ลำดับการคูณ
- (F) การกลับอันดับ
- (G) การหมุน
- (H) การสะท้อนกลับ
- (I) การเคลื่อน
- (J,K) การแรเงา

รูป A เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดทั้งตามแนวดิ่งและแนวนอน รูป B เป็นอนุกรมมิติที่มี 4 ช่อง ผลของการเปลี่ยนแปลงขนาดในข้อนี้คล้ายกับโจทย์อุปมาอุปไมยรูปภาพ สำหรับรูป C คล้ายกับการเพิ่มขนาด แต่ที่ถูกต้องควรกล่าวว่า เป็นการแสดงถึงลำดับการเจริญงอกงามมากกว่า ส่วนรูป D และรูป E เป็นข้อสอบอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นจากหลักการบวกและการคูณตามลำดับ

ข้อสอบอนุกรมมิติที่ต้องการคำตอบที่ยั่งยืนจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติภายในช่อง เช่น การกลับอันดับในรูป F การหมุนในรูป G และการสะท้อนกลับในรูป H สำหรับรูป I เป็นการเคลื่อนตัวซึ่งอาจจัดอยู่ในกลุ่มการสะท้อนกลับได้ นอกจากนี้การแรเงาอาจใช้ในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติได้หลายลักษณะดังในรูป J และรูป K

นอกจากนี้ลักษณะข้อสอบอนุกรมมิติที่ใช้ในประเทศไทยนั้น นักวัดผลการศึกษาของไทยหลายท่านเสนอลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติคล้าย ๆ กัน ส่วนใหญ่เสนอลักษณะเมทริกซ์ขนาด 2x2 หรือ 3x3 แต่ละเมทริกซ์จะเว้นช่องว่างที่เป็นคำถาม 1 ช่อง ตำแหน่งของคำถามจะอยู่มุมขวาด้านล่าง แต่ก็อาจจะให้อยู่ในตำแหน่งใดในเมทริกซ์ก็ได้เช่นกัน (วิญญา วิชาลาภรณ์. 2522 : 43 - 45 ; ทองหล่อ วิภาวิน. 2524 : 64 - 65 ; บุญชม ศรีสะอาด. 2526 : 48 - 49 ; ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 75 - 76 ; ชัญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 144 - 147) ดังภาพประกอบ 9

	
	?

- ก. 
- ข. 
- ค. 
- ง. 
- จ. 

—	=	≡
+	?	≡≡

- ก. =
- ข. ≠
- ค. +
- ง. ≡
- จ. ≡≡

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 2x2 และ 3x3

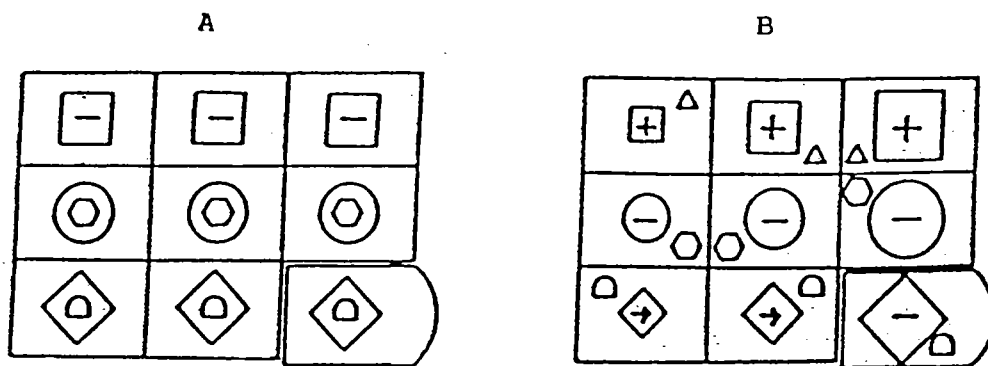
จากลักษณะข้อสอบอนุกรมมิติที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ฮอร์นและฮาบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 380) ได้สร้างข้อสอบและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ เพื่อสร้างเป็นธนาคารข้อสอบนั้นเขาได้ร่วมกันสร้างรูปแบบในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติขึ้นมา 11 แบบ แล้วสร้างข้อสอบตามรูปแบบดังกล่าวได้จำนวน 616 ข้อ จากนั้นได้จัดเป็นชุดของแบบทดสอบย่อยจำนวน 35 ฉบับ ฉบับละ 24 ข้อ นำไปทดสอบกับทหารในกองทัพบกเยอรมันจำนวน 7,400 คน เฉลี่ยแล้วข้อสอบแต่ละฉบับจะมีผู้สอบประมาณ 211 คน เพื่อความแน่นอนในการเปรียบเทียบค่าสถิติของข้อสอบในแต่ละฉบับจะมีข้อสอบ 12 ข้อ ที่คาบเกี่ยวกันกับแบบทดสอบชุดอื่น ส่วนอีก 12 ข้อ ที่เหลือเป็นข้อสอบประจำชุด หลังจากนำไปสอบแล้วได้ทำการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยวิธี ลิเนียร์ ลอจิสติก เทสต์โมเดล (Linear logistic test model) สำหรับผลการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบพบว่าข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่มีความเป็นเอกพันธ์กันมีจำนวน 134 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 21.1 มีสาเหตุมาจากความไม่ชัดเจนของข้อสอบ ร้อยละ 5.5 ของข้อสอบทั้งหมด, เกิดจากความซับซ้อนของลายเส้นมีมากเกินไป ร้อยละ 0.8 , การสร้างข้อสอบผิดในข้อที่มีการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกัน ร้อยละ 0.8 , เป็นข้อสอบที่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี ร้อยละ 2.2 , เกิดปัญหาภาพรวมนั้นแยกเป็นส่วน ๆ ร้อยละ 6.1 และข้อบกพร่องอื่น ๆ ในการสร้างข้อสอบร้อยละ 10.0 ส่วนข้อสอบอนุกรมมิติที่มีความเป็นเอกพันธ์กับที่เหลือจำนวนหนึ่ง เมื่อนำมาประมาณค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติในแต่ละแบบปรากฏว่า ข้อสอบอนุกรมมิติบางแบบมีค่าความยากเป็นที่น่าพอใจมาก กล่าวคือ ค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแบบหนึ่ง ๆ จับกลุ่มกันอย่างหนาแน่น มีแบบการหาตัวร่วม (Intersection) เพียงแบบเดียวเท่านั้นที่มีค่าความยากกระจายห่างกันมากกว่าสองหน่วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อสอบในชุดนั้นถูกตัดทิ้งไปเหลือเพียง 27 ข้อ ในขณะที่ชุดอื่นมีจำนวนข้อสูงถึง 60 ข้อ อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าข้อสอบอนุกรมมิติแบบเดียวกันมีค่าความยากใกล้เคียงกัน ที่แตกต่างกันบ้างนั้นอาจเป็นเพราะความแตกต่างของโครงสร้างรูปทรงที่นำมาสร้างข้อสอบ ตลอดจนการเปลี่ยนรูปไปตามแฉกบ้าง ตามสดมภ์บ้าง หรือเปลี่ยนไปตามแถวและสดมภ์ทั้งสองอย่างพร้อมกัน ส่วนข้อสอบอนุกรมมิติต่างแบบกันมีค่าเฉลี่ยของความยากแตกต่างกัน

สำหรับงานวิจัยของนักจิตวิทยากลุ่มที่ศึกษากระบวนการคิด ได้นิยามความยากของข้อสอบ อยู่ในพจน์ของเวลาที่ใช้ในการตอบ โดยถือว่าข้อที่ใช้เวลาในการตอบมากแสดงว่าเป็นข้อที่มีความยากมาก และข้อที่ใช้เวลาในการตอบน้อยกว่าก็แสดงว่าเป็นข้อที่มีความยากน้อยกว่า ซึ่งงานวิจัยที่จะกล่าวต่อไปนี้จะถือหลักดังกล่าวนี้ด้วย

สโตนและเดย์ (Stone and Day. 1981 : 359 - 362) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการของกระบวนการหาคำตอบใจหายปัญหาอนุกรมมิติรูปทรงเรขาคณิตของนักเรียนหญิงระดับ 5 , 8 และนักศึกษาหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 3x3 แบบถูก และแบบผิด สร้างขึ้นมาจากรูปทรง 9 แบบ คือ สามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยมผืนผ้า, วงกลม, หกเหลี่ยม, แปดเหลี่ยม และการเปลี่ยนรูป 4 แบบ คือ ไม่เปลี่ยนรูป, ขยายขนาด, เพิ่มรูปทรง, หมุนในแนวระนาบ ในแต่ละช่องของอนุกรมมิตินั้นยังมีจำนวนรูปทรงที่แตกต่างกันเป็น 1, 2 และ 3 รูปทรง ในขณะเดียวกันจำนวนการเปลี่ยนรูปก็มีการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (ไม่เปลี่ยนรูป) 1 แบบ และ 2 แบบ ดังแสดงในภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างอนุกรมแบบถูก และแบบผิด :

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

อนุกรมมิติข้อหนึ่ง ๆ จะเกิดจากการจับคู่ระหว่างจำนวนรูปภาพ กับจำนวนการเปลี่ยนรูปแบบหนึ่งข้อหนึ่ง ดังนั้นจะได้ข้อสอบอนุกรมมิติ 9 แบบ (รูปทรง x การเปลี่ยนรูป = 3×3) และในแต่ละแบบจะมี 12 ข้อ เป็นอนุกรมมิติแบบถูกและแบบผิดอย่างละ 6 ข้อ รวมทั้งหมด 108 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจะต้องพิจารณาว่า ช่องขวาล่างของอนุกรมมิติทำให้อนุกรมมิติข้อนั้นถูก หรือผิด แล้วกลุ่มตัวอย่างจะต้องพิจารณาว่า ช่องขวาล่างของอนุกรมมิติทำให้อนุกรมมิติข้อนั้นถูก หรือผิด แล้วกลุ่มตัวอย่างตอบ "ถูก" หรือ "ผิด" โดยเร็วที่สุด เครื่องจับเวลาจะบันทึกเวลาในการตอบ และถือว่าเวลาในการตอบเป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงความแตกต่าง

ผลการศึกษพบว่า ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบของนักเรียนหญิงระดับ 5, 8 และ นักศึกษาหญิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยที่นักศึกษาหญิงมีเวลาในการตอบเร็วกว่านักเรียนหญิงระดับ 8 และนักเรียนหญิงระดับ 8 มีเวลาในการตอบเร็วกว่านักเรียนหญิงระดับ 5 สำหรับผลของการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ และจำนวนการเปลี่ยนรูปพบว่า การเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ และจำนวนการเปลี่ยนรูปต่างก็ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่าเวลาในการตอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนส่วนประกอบเพิ่มขึ้น และเมื่อจำนวนการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้นข้อสรุปนี้คล้ายกับผลการวิจัยของ มัลฮอลล์แลนด พัลเลจรีโน และแกลสเซอร์ (Mulhollan, Pellegino and Glaser. 1980 : 252 - 284) ที่พบว่าเวลาที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยรูปทรงเรขาคณิตของ คนในวัยผู้ใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบกับการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบและการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูป เมื่อพิจารณาให้ละเอียดจะเห็นว่า การเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการตอบ และความคลาดเคลื่อนในการตอบ สำหรับการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบมีผลต่อเวลาในการตอบ แต่ไม่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนในการตอบ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบกับการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปแล้วพบว่า การเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูปมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการตอบของข้อสอบมากกว่าการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ

ในทำนองเดียวกันไฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน (Foorman, Sadowski and Basen. 1985 : 109 - 130) ได้ศึกษาพัฒนาการแก้ปัญหาอนุกรมมิติของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงระดับ 2, 5 และ 8 จำนวน 90 คน อนุกรมมิติที่ใช้ศึกษาเป็นอนุกรมมิติรูปทรงเรขาคณิตแบบถูกและแบบผิดเช่นเดียวกับที่สโตนและเตย์ใช้ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าความแม่นยำ (พิจารณาเฉพาะอนุกรมแบบผิด) และเวลาในการตอบของนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 และ .05 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หาคู่ที่แตกต่างกันพบว่านักเรียนระดับ 5 และ 8 มีความแม่นยำในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 2 และนักเรียนระดับ 5 ใช้เวลาในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 8 ส่วนเวลาในการตอบของนักเรียนระดับ 2 ไม่เพิ่ม

ชั้นในอนุกรมมิติแบบถุกที่มีการเปลี่ยนจำนวนส่วนประกอบเป็น 1, 2 และ 3 ตัว กับการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบ 1 และ 2 ตัว กับการเปลี่ยนรูป 1 แบบ สำหรับอนุกรมมิติที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นเกินกว่านี้พบว่า เวลาในการตอบของนักเรียนระดับ 2 ลดลง แต่ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ข้อค้นพบอีกประการหนึ่งคือตัวแปรเพศไม่มีผลโดยตรง และไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรอื่นในการส่งผลให้เกิดความแตกต่าง

นอกจากนี้ไฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน ได้ทำการศึกษาต่อเนื่องกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามสองข้อคือ 1) วิธีการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเปลี่ยนรูปแบบการเพิ่ม การขยาย และการหมุนเป็นวงแตกต่างกันหรือไม่ และ 2) ในอนุกรมมิติแบบผิวดิจวิธีการคิดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนรูป และ/หรือ การเปลี่ยนส่วนประกอบหรือไม่ การศึกษารั้งนี้ทำการศึกษากับนักเรียนระดับ 5 จำนวน 30 คน อนุกรมมิติที่ใช้เป็นอนุกรมมิติแบบผิวดิจที่มีการเปลี่ยนรูป 1 แบบ กับมีส่วนประกอบ 1, 2 และ 3 ตัว ผลการศึกษาพบว่าชนิด หรือ แบบของการเปลี่ยนรูปใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบเพียงตัวเดียว กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายได้เร็วกว่าแบบการเพิ่ม และแบบการหมุนเป็นวง และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบมากกว่า 1 ตัว การตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายไม่เพียงแต่จะใช้เวลาเร็วกว่าเท่านั้น การตอบยังมีความแม่นยำมากกว่าอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปแบบเคลื่อนเป็นวงอีกด้วย นอกจากนี้แล้วประเภทของความผิดพลาด และจำนวนส่วนประกอบยังส่งผลร่วมกับการเปลี่ยนรูปในการกำหนดวิธีการหาคำตอบ

จากการวิจัยของไฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน ทั้งสองเรื่องพอสรุปได้ว่า นักเรียนที่อยู่ในวัย หรือระดับชั้นต่างกันจะมี ความแม่นยำ และเวลาในการตอบแตกต่างกัน เพราะขีดความสามารถในการใช้วิธีการคิดหาคำตอบของเด็กต่างวัยแตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบต่าง ๆ ประเภทของข้อผิดพลาด และจำนวนส่วนประกอบต่าง ก็ส่งผลให้วิธีการคิดหาคำตอบแตกต่างกัน

นอกจากงานวิจัยที่ใช้แบบทดสอบอนุกรมมิติศึกษากระบวนการคิดแล้ว ยังได้มีการนำแบบทดสอบอนุกรมมิติมาศึกษาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

นีฟและสเตราด์ (Knief and Stroud. 1959 : 117 - 120) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และฐานะทางสังคม โดยใช้แบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้คือ แบบทดสอบ ITBS (Iowa Tests of Basic Skills) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกันระดับ 5 จำนวน 164 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับคะแนนแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.45

คีนและโปรโทร (Keehn and Prothro. 1955 : 495 - 498) ทำการวิจัยการใช้แบบทดสอบไม่ใช้ภาษาทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเทศเลบานอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาลัยนานาชาติเบรุตชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 จำนวน 152 คน แบบทดสอบที่ใช้มี 4 ฉบับคือ แบบทดสอบองค์ประกอบจี (1944) ของแคทเทิล แบบทดสอบโตมิโน 48 (1952) แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข (Number Series) และแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส (1938) โดยดำเนินการสอบเป็นกลุ่ม รายงานนี้จะเสนอเฉพาะที่เกี่ยวกับแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส เท่านั้นซึ่งพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบกับคะแนนที่ครูประเมินเชาวน์ปัญญาของนักเรียนมีค่า 0.22 คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเป็น 44.7, 48.4 และ 48.6 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.9, 5.8 และ 7.3 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น 0.13, 0.12 และ 0.12 ตามลำดับ

แดชและคานันโก (Dash and Kanunko. 1961 : 393) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กอินเดีย กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 100 คน พบว่าคะแนนแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีสสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ความรู้ทั่วไป ภาษา และคะแนนรวม ในระดับค่อนข้างสูง ยกเว้นวิชาประวัติศาสตร์

แมคอาเธอร์และเอลเลย์ (Cattell. 1971 : 488 ; citing McArthur and Elley. 1963) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาที่ใช้คือแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบองค์ประกอบจีของแคทเทิล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนแคนาดา ระดับ 7 จำนวน 271 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.41

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติในประเทศไทยนั้น นิตร ทองชั้น (2511 : 54 - 57) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.5 ถึง ป.7 จำนวน 671 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 6 ฉบับคือ แบบทดสอบจัดเข้าพวก แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบทักษะทางตา แบบทดสอบคณิตศาสตร์ แบบทดสอบภาษาไทย แบบทดสอบความจำ และแบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นตัวพยากรณ์และใช้แบบทดสอบศิลปะ เป็นตัวเกณฑ์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ

อนุกรมมิติกับแบบทดสอบต่าง ๆ ดังกล่าวพบว่ามีค่าเป็น 0.5236, 0.6479, 0.4919, 0.6036, 0.4571, 0.6721, 0.3956 และ 0.3483 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติ กับแบบทดสอบศิลปะมีค่าเป็น 0.3365 และแบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดด้วย

ระวิพันธ์ โสภนะพันธ์ (2515 : 2 - 7) นำแบบทดสอบแมทริซี้ส์กำหนดมาตรฐานมาใช้เป็นเครื่องมือวัดความถนัดทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาโท 5 รุ่น ที่เข้าเรียนในสาขาจิตวิทยา ณ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ถึงปี พ.ศ. 2512 จำนวน 58 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 34.30 ถึง 50.80 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 2.77 ถึง 10.20 ส่วนค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์ (GPA) มีค่าอยู่ระหว่าง - 0.02 ถึง 0.76

จินตภา สายัณห์วิกลิต และผู้ร่วมงาน (2519 : 3 - 16) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์การเรียน แนะนำ และคัดเลือกนักศึกษา สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติ ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านเหตุผลนั้น มีนัยสำคัญกับเกณฑ์พอจะนำไปใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบคัดเลือกนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ทั้ง 5 ภาควิชา คือ โภชนวิทยา สุขศึกษา สุขากิจบาล อาชีวอนามัย และพยาบาลสาธารณสุข

พจมาน แสงรุ่งโรจน์ (2521 : 71 - 76) ได้นำแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซี้ส์ ของราเวนมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษา 12 อายุในช่วง 12 ถึง 16 ปี จำนวน 1,273 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 ถึง 15 ปี และในระดับอายุ 16 ปี คะแนนเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับอายุ 13 ปี กับ 14 ปี และ 14 ปี กับ 15 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตรคูเดอว์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.93 ความเที่ยงตรงเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.59 ความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 1.00 อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.91 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซี้ส์ ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติที่ราเวนให้ไว้ในคู่มือแบบทดสอบ

อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์ (2521 : 21 - 66) นำแบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซี้ส์ของราเวน มาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น ในเขต

กรุงเทพมหานคร อายุในช่วง 12 ถึง 16 ปี จำนวน 1,114 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 ถึง 15 ปี และมีค่าลดลงเล็กน้อยในระดับอายุ 16 ปี เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับอายุ 13 ปี กับ 14 ปี และ 14 ปี กับ 15 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวิเคราะห์โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.89 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.53 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 1.00 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.87 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าเด็กอังกฤษที่ราเวนแสดงไว้ในคู่มือแบบทดสอบในทุกๆระดับอายุ

ชุมพร ยงกิตติกุล (2524 : 141 - 152) ได้นำแบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส มาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นอายุในช่วง 12 ถึง 18 ปี จำนวน 3,576 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 13 ถึง 16 ปี ความเชื่อมั่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 0.93 ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) ค่าความเที่ยงตรงเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 0.48 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 13 ถึง 18 ปี มีค่าเป็น 0.2384, 0.3649, 0.3055, 0.3313, 0.2037 และ 0.1483 ตามลำดับ ค่าความยากโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 0.74 ซึ่งความยากของแบบทดสอบชุด A มีค่าอยู่ระหว่าง 0.91 ถึง 0.94 ชุด B มีค่าอยู่ระหว่าง 0.76 ถึง 0.86 ชุด C มีค่าอยู่ระหว่าง 0.64 ถึง 0.73 ชุด D มีค่าอยู่ระหว่าง 0.63 ถึง 0.72 ชุด E มีค่าอยู่ระหว่าง 0.35 ถึง 0.50 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความยาก พบว่าค่าความยากมีแนวโน้มลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้น ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.67 ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของชุด A มีค่าต่ำกว่าชุดอื่น ๆ คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง .32 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบ ชุด A มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.91 ถึง 0.94 ซึ่งเป็นชุดที่ง่ายคนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง ค่าอำนาจจำแนกจึงต่ำ ส่วนอีกสี่ชุดหลังพบว่าค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกันมาก สำหรับเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบทดสอบของกลุ่มเด็กไทยทุกระดับอายุสูงกว่าเด็กอังกฤษที่ราเวนได้รายงานไว้

วรรณช ลิริภาพ (2524 : 61 - 69) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผลจำนวน 6 ฉบับ คือ แบบสรุปความ แบบจัดประเภท แบบอุปมาอุปไมย แบบเรียงลำดับตัวเลข

แบบเรียงลำดับตัวอักษร และแบบเรียงลำดับภาพ หรือแบบอนุกรมมิติ และได้ทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 643 คน ผลการศึกษารายงานเฉพาะแบบทดสอบอนุกรมมิติ ดังนี้ ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.81 ความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.8858 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ค่าความเที่ยงตรง 0.7982 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงสูงสุดแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงที่สุดในการวัดความถนัดด้านเหตุผล

ประสาธ ธรรมรัตน์ (2531 : 39 - 55) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน 4 แบบคือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 448 คน พบว่าค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.43 , 15.81, 14.53 และ 14.81 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.72, 0.39, 0.50 และ 0.40 ตามลำดับ ค่าความเที่ยงตรง เมื่อใช้แบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส เป็นเกณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.5143, 0.5216, 0.5274 และ 0.5394 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตรคูเตอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) มีค่าเท่ากับ 0.9083, 0.6460, 0.8430 และ 0.7261 ส่วนความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเป็น 2.1463, 2.1773, 2.3567 และ 2.3694 ตามลำดับ ผลของการทดสอบความแตกต่างพบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 4 แบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มแตกต่างจากแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นเมื่อกำหนดอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด กับแบบบวกเอกลักษณ์มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวร่วม และแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ, แบบการเพิ่มกับการหาตัวร่วม และแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นเมื่อกำหนดอำนาจจำแนกที่ระดับ.01 ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 4 แบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุวิมล มาลีชัย (2532 : 67 - 75) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการเรียงลำดับ และแบบจัดรูปผลคูณ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว305, ว 306 และคะแนนรวม) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 แบบ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าได้มีการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติมากมายหลายลักษณะ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่าลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน จะมีคุณภาพต่างกันหรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวกับจำนวนตัวเลือก

เรมเมอร์และแอดคินส์ (Remmers and Adkins. 1952 : 385 - 390) ได้ศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบ โดยการจำกัดตัวลงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออกจากตัวเลือก พบว่า การลดจำนวนตัวลงให้น้อยลงทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบลดต่ำลงด้วย

มอนโร (Monroe. 1952 : 1507) พบว่าแบบทดสอบเลือกตอบที่ดีส่วนมากจะมีจำนวนตัวเลือก 4 หรือ 5 ตัวเลือก โดยการเพิ่มตัวเลือกจะช่วยลดหรือแก้การเดาในการตอบแบบทดสอบได้ แต่ก็มีปัญหาในการสร้างตัวลงที่ดีตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไป และยังทำให้เสียเวลามากในการสร้างอีกด้วย

ซิมเมอร์แมนและฮัมฟรีย์ (Zimmerman and Humphreys. 1953 : 460 - 461) ได้ศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบ พบว่าการตัดตัวลงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออกจากตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อที่มี 5 ตัวเลือก ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงขึ้นและลดเวลาในการตอบข้อสอบลงอีกด้วย

วิลเลียมส์และอีเบล (Williams and Ebel. 1957 : 63 - 65) ได้ศึกษาจำนวนตัวเลือกของแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยวิธีการตัดตัวลงที่มีประสิทธิภาพต่ำสุดของตัวเลือกของแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก ให้เหลือ 3 และ 2 ตัวเลือก แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 3 ชุดที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากันคือ 4, 3 และ 2 ตัวเลือกไปทดสอบกับเด็กในเวลาที่กำหนด พบว่าแบบทดสอบ 2 ตัวเลือกให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบ 3 และ 4 ตัวเลือก

ทเวอร์สกี (Tversky. 1964 : 386 - 391) ได้ศึกษาจำนวนข้อและจำนวนตัวเลือกที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกน้อยกว่า เด็กนักเรียนจะมีเวลาในการตอบมากกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกมาก ทำให้มีผลต่อการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน เพื่อเป็นการแก้ไขในเรื่องนี้ ทเวอร์สกีได้ใช้แบบทดสอบที่มีขนาดเท่ากัน คือ การให้ผลคูณระหว่างจำนวนข้อกับจำนวนตัวเลือกเท่ากัน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ขนาดของแบบทดสอบเท่ากับ 12 แล้วเปรียบเทียบแบบทดสอบที่มี 6 ข้อ 2 ตัวเลือก, 4 ข้อ 3 ตัวเลือก, 3 ข้อ 4 ตัวเลือก, 2 ข้อ 5 ตัวเลือก และ 1 ข้อ 12 ตัวเลือก

พบว่าแบบทดสอบที่มีความสามารถในการจำแนกได้แก่ แบบทดสอบที่มี 4 ข้อ 3 ตัวเลือก

อึเบล (Ebel. 1969 : 565 - 570) ได้ทำการศึกษาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะสูงขึ้นมากพอสมควร ถ้าเพิ่มจำนวนตัวเลือกจาก 2 เป็น 3 ตัวเลือก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเพิ่มจำนวนตัวเลือกขึ้นเป็น 4 ตัว และจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเรื่อย ๆ ไปตามจำนวนตัวเลือกที่เพิ่มขึ้น

คอสติน (Costin. 1970 : 353 - 358) ได้ศึกษาจำนวนตัวเลือกที่เหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ โดยใช้นักศึกษาของมหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ 200 คน ในการวิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น ซึ่งแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็น 4 เรื่อง คือ การรับรู้ (Perception) , การเรียนรู้ (Learning) , การจูงใจ (Motivation) และเชาวน์ปัญญา โดยมีจำนวนข้อสอบเรื่องละ 50 ข้อ ยกเว้นเรื่องการเรียนรู้และการจูงใจ ที่มีจำนวนข้อสอบ 60 ข้อ เนื่องจากจำนวนชั่วโมงเรียนไม่เท่ากันในการศึกษาได้สุ่มแบบทดสอบที่แยกตามเรื่องออกมาทีละชุด และในแต่ละชุดแบ่งครึ่งจำนวนข้อของแบบทดสอบออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกมีจำนวนตัวเลือก 4 ตัวเลือก ส่วนหลังให้มีจำนวนตัวเลือกเพียง 3 ตัวเลือก โดยใช้วิธีการสุ่มตัดตัวลองทั้งหนึ่งตัว แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 4 ชุด ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เรียนในวิชานี้ โดยทดสอบในเทอมแรกกับนักศึกษา 2 ห้อง และเทอมหลังกับนักศึกษา 2 ห้อง พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบที่มี 3 ตัวเลือก มีค่าสูงกว่าแบบทดสอบที่มี 4 ตัวเลือก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มี 3 ตัวเลือก ยังมีค่าสูงกว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มี 4 ตัวเลือก

บูเดสคู และ เนโว (Budescu and Nevo. 1985 : 183-196) ได้ศึกษาจำนวนตัวเลือกที่เหมาะสม เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับสัดส่วนของเวลาในการทำข้อสอบกับตัวข้อสอบ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1,018 คน ที่สอบเข้ามหาวิทยาลัยไฮฟา (The University of Hifa) ในเดือนมิถุนายน ค.ศ.1983 โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบคำศัพท์ 60 ข้อ แบบทดสอบเหตุผลทางคณิตศาสตร์ 25 ข้อ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจในการอ่าน 24 ข้อ ในครั้งแรกใช้แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก แล้วนำมาแบ่งออกเป็นแบบทดสอบในสถานการณ์ต่าง ๆ 6 แบบ คือ แบบทดสอบที่มี 4, 3 และ 2 ตัวเลือก โดยการสุ่มตัวลองตัวสุดท้ายออกจากแบบทดสอบและวิธีตัดตัวลองที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออก ผลการศึกษาพบว่าแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับที่มีจำนวนตัวเลือกมากจะให้ ค่าความแปรปรวน ค่าความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกน้อยเมื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ตอบต่อตัวเลือก พบว่าส่วนใหญ่เป็นไปตามข้อสันนิษฐาน

ของลอร์ด (Budescu and Nevo. 1985 : 183 ; citing Lord. 1977, 1980)
 ดั่งสมการ

	T	=	nat
เมื่อ	T	แทน	เวลาทั้งหมดในการทำแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	a	แทน	จำนวนตัวเลือกในแต่ละข้อ
	t	แทน	เวลาที่ใช้ตอบต่อตัวเลือก

ดังนั้น ถ้าเวลาทั้งหมดในการทำแบบทดสอบคงที่ แบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกมากกว่า จะใช้เวลาในการตอบต่อตัวเลือกน้อยกว่า ยกเว้นแบบทดสอบความเข้าใจในการอ่านที่ตัดตัวลวง ตัวสุดท้ายทั้ง พบว่าแบบทดสอบที่มี 4 ตัวเลือก ใช้เวลาเฉลี่ยในการตอบต่อตัวเลือกมากกว่า แบบทดสอบที่มี 3 และ 2 ตัวเลือก เมื่อกำหนดเวลาในการตอบไว้ในช่วง 0 - 10 นาที

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับจำนวนตัวเลือกในประเทศไทยนั้น วารุณี ปิตรีวัชชัย (2514 : 29 - 32) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน โดยใช้แบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผลประเภท อุปรมาอุปรไมย ซึ่งสร้างโดยโครงการวิจัยการเลือกสรร วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ ในการทดสอบได้แยกแบบทดสอบเป็น 3 ฉบับ คือ ชนิด 5 , 4 และ 3 ตัวเลือก โดยให้แต่ละฉบับมีข้อความเหมือนกันและมีจำนวนข้อเท่ากัน ในการลดหรือตัดตัวลวงใช้วิธีการสุ่มตัวลวงของข้อสอบ แต่ละข้อออกทีละตัวแล้วนำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยทำการ ทดสอบด้วยกัน 3 ครั้ง แต่ละครั้งเว้นช่วงห่าง 1 เดือน โดยแบ่งนักเรียนแต่ละครั้งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 60 คน ให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสตอบแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหา ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 21 (KR - 21) และ หาค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบ และค่าความยากโดยวิธีของ ไฟนด์เลย์ และจอห์นสัน (Findly and Johnson) พบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 5 ตัวเลือก มีค่าสูงสุด แล้วค่อย ๆ ลดต่ำลงเมื่อจำนวนตัวเลือกของ ข้อสอบลดลง ส่วนค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ

มาลี ชิตสวน (2515 : 37 - 42) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชนิด

เลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน โดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง จำนวน 50 ข้อ และแยกเป็น 3 ฉบับ คือ ชนิด 5 , 4 และ 3 ตัวเลือก โดยแต่ละฉบับมีข้อความคำถามเหมือนกัน และมีจำนวนข้อเท่ากัน ในการลดหรือตัดตัวลวง ใช้วิธีการสุ่มตัดตัวลวงของข้อสอบแต่ละข้อทีละตัว แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนยานานาเวศวิทยาคม 3 กลุ่ม กลุ่มละ 130 คน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น และค่าความเที่ยงตรง โดยวิธีหาค่าสหสัมพันธ์หาค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากของแบบทดสอบ โดยวิธีของไพนต์ เลย์และจอร์นสัน พบว่าค่าความเชื่อมั่น และค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่แบบทดสอบ 5 ตัวเลือก มีค่าสูงสุด แล้วค่อย ๆ ลดต่ำลงตามลำดับเมื่อจำนวนตัวเลือกของข้อสอบลดลง ส่วนค่าความเที่ยงตรงและค่าอำนาจจำแนกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ดร.นุ หาดูตระกูล (2519 : 36 - 40) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยมีข้อความคำถามเหมือนกันและจำนวนข้อเท่ากัน แต่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน คือ ชนิด 5, 4, 3 และ 2 ตัวเลือก แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนในจังหวัดลำพูน จำนวน 800 คน นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 ค่าความเที่ยงตรงโดยใช้ สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จของ จุง เตห์ ฟาน พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์ 4 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มี 2 และ 3 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แบบทดสอบวัดเหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3, 4 และ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบทดสอบที่มี 2 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่แบบทดสอบวัดคณิตศาสตร์ปัญหา ให้ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แบบทดสอบวัดทักษะทางคณิตศาสตร์และเหตุผลที่มี 2 ตัวเลือก มีค่าความเที่ยงตรงต่ำกว่าแบบทดสอบที่มี 3, 4 และ 5 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบทดสอบวัดคณิตศาสตร์ปัญหา ให้ค่าความเที่ยงตรงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะ ปัญหา และเหตุผล แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ชนะ ทานะวงศ์ (2521 : 31 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบที่มี จำนวนข้อ และ จำนวนตัวเลือกแตกต่างกัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดของทเวอร์สกี (Tversky, 1964) โดยใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ และวัดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละฉบับแบ่งออกเป็น 4 ฉบับย่อย คือ ชนิด 2 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ, 3 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ,

4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และ 5 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียนสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 38 โรงเรียน รวม 1,284 คน แล้วนำข้อมูลมาคำนวณหา ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร คูเตอร์ ริชาร์ดสัน 21 และค่าความเที่ยงตรง โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พบว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจ 2 ตัวเลือก 30 ข้อ และ 3 ตัวเลือก 20 ข้อ ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบ 4 ตัวเลือก 15 ข้อ และ 5 ตัวเลือก 12 ข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ทุกฉบับ ให้ค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และแบบทดสอบวัดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ แบบ 2 ตัวเลือก 30 ข้อ และ 4 ตัวเลือก 15 ข้อ ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบ 3 ตัวเลือก 20 ข้อ และ 5 ตัวเลือก 12 ข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ แบบทดสอบ 4 ตัวเลือก 15 ข้อ ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบ 2 ตัวเลือก 30 ข้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อรับจำนวนข้อให้เท่ากันแล้วพบว่า แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ 2, 3 และ 5 ตัวเลือก ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า แบบ 4 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ แบบ 3 ตัวเลือก ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า แบบ 2 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แบบทดสอบวัดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 4 ตัวเลือก ให้ค่าความเชื่อมั่นสูงกว่าแบบ 2, 3 และ 5 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ 5 ตัวเลือก สูงกว่าแบบ 2, 3 และ 4 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แบบทดสอบวัดทักษะทางวิทยาศาสตร์ 2 ตัวเลือก มีค่าความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบ 3, 4 และ 5 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบวัดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ 3 ตัวเลือก ให้ค่าความเที่ยงตรงสูงกว่าแบบ 4 และ 5 ตัวเลือก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่แบบทดสอบที่มี 2, 4 และ 5 ตัวเลือก มีค่าความเที่ยงตรงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิภาดา วัฒนกุลกิตต์ (2529 : 44 - 49) ได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าความยาก ค่าความเชื่อมั่น และสัดส่วนการเดาของแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 32 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง 3 ลักษณะ คือ แบบ 3, 4 และ 5 ตัวเลือก โดยมีข้อคำถามและตัวเลือกถูกเหมือนกัน และมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของตัวลวงในรายชื่อไม่แตกต่างกัน นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 851 คน พบว่าค่าความยากของแบบทดสอบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก มีค่ามากกว่า 4 และ 5 ตัวเลือก ในกลุ่มนักเรียนที่ต่าง

ระดับความสามารถกัน แต่ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเลือกตอบทั้ง 3 ฉบับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน มีลักษณะการตอบแบบทดสอบเลือกตอบในลักษณะเดียวกัน ด้วยการเดาไม่แตกต่างกัน

ธีระศักดิ์ อรุณานนท์(2530 : 89 - 96) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน โดยการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบซึ่งใช้แบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผลเชิงภาษาแบบอุปมาอุปไมยภาษา จำนวน 32 ข้อ ของวิบูลย์ บุญสุวรรณ และแยกเป็น 3 ฉบับ โดยในแต่ละฉบับจะมีข้อคำถามเหมือนกัน และจำนวนข้อเท่ากัน แต่จำนวนตัวเลือกแต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับไม่เท่ากัน โดยมี 5 , 4 และ 3 ตัวเลือก ในการลดหรือตัดตัวลวงใช้วิธีการสุ่มตัวลวงที่ละข้อออกโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดเพชรบุรี จำนวน 2,960 คน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมโลจิสต์ 5 (Logist 5) พบว่าในกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูง แบบทดสอบ 5 และ 4 ตัวเลือก มีคุณภาพสูงกว่าแบบทดสอบ 3 ตัวเลือก และแบบทดสอบ 5 ตัวเลือก มีคุณภาพสูงกว่าแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก ส่วนในกลุ่มที่มีระดับความสามารถปานกลางแบบทดสอบ 3 ตัวเลือก มีคุณภาพสูงสุด สำหรับในกลุ่มที่มีระดับความต่ำกว่าแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก มีคุณภาพสูงสุด

ชาติชาย ก๊กิตติไมตรี(2533 : 57 - 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน โดยการใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิกอล และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ซึ่งใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 40 ข้อ 3 ลักษณะคือ แบบ 3, 4 และ 5 ตัวเลือก โดยมีข้อคำถามและตัวเลือกถูกเหมือนกัน นำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 3,880 คน พบว่าแบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า การลดจำนวนตัวเลือกโดยวิธีการตัดตัวลวงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออกด้วยเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิกอลไม่ส่งผลให้ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแตกต่างกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การเดาของข้อสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบทดสอบที่มีจำนวน 5 ตัวเลือก มีค่าสัมประสิทธิ์การเดาของข้อสอบต่ำที่สุดและจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อจำนวนตัวเลือกลดลงเป็น 4 และ 3 ตัวเลือก และการศึกษาฟังก์ชันอินฟอว์เมชันของแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน พบว่าแบบทดสอบชนิด 5 ตัวเลือก มีฟังก์ชันอินฟอว์เมชันของแบบทดสอบสูงสุด ซึ่งเหมาะสำหรับวัดนักเรียนที่มีระดับความสามารถประมาณ 0.65, แบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกมีฟังก์ชันอินฟอว์เมชันของแบบทดสอบรองลงมา ซึ่งเหมาะสำหรับวัดนักเรียนที่มีระดับความสามารถ

ประมาณ 0.50 แบบทดสอบชนิด 3 ตัวเลือกมีฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบต่ำสุด ซึ่งเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีระดับความสามารถประมาณ 0.55 แสดงว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกเพิ่มขึ้นจะให้ฟังก์ชันอินฟอร์เมชันของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งฟังก์ชันอินฟอร์เมชันนี้เป็นค่าความเชื่อมั่นในการวัดของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ณ ระดับที่เหมาะสมที่สุดของแบบทดสอบฉบับนั้น

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับจำนวนตัวเลือกที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่า การลดจำนวนตัวเลือกมี 3 วิธีคือ 1) ตัดตัวลวงโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย 2) ตัดตัวลวงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออก 3) ตัดตัวลวงตัวสุดท้ายออก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีตัดตัวลวงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออก ในการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีรูปแบบต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 1.1 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม ที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 1.2 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลด ที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 1.3 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 1.4 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 1.5 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
2. แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 2.1 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 2.2 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลด ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน
 - 2.3 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้จำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกัน

5. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

5.1 แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม ที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากันมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

5.2 แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลด ที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากันมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

5.3 แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากันมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

5.4 แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตาม แบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากันมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

5.5 แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกว่ากันมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 27 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 118 ห้อง จำนวนนักเรียน 4,939 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวนนักเรียน 2,148 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 กะประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาด้วยค่าความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = .05$) ซึ่งเทียบมาจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากรพบว่าต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 357 คน ในการทำแบบทดสอบ 1 ฉบับ (Krejcie and Morgan. 1970 : 608) แต่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบทดสอบทั้งหมด 6 ฉบับ ดังนั้นจึงต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่ทำแบบทดสอบรวมทั้ง 6 ฉบับ อย่างน้อย 2,142 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 118 ห้อง โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายได้จำนวนห้องเรียน 52 ห้อง จำนวนนักเรียน 2,148 คน จำแนกตามโรงเรียนที่สุ่มห้องเรียนได้ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 รายชื่อโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
ในการศึกษาครั้งนี้

ชื่อโรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
1. กาญจนานุเคราะห์	4	217
2. เทพมงคลรังษี	5	198
3. ลาดหญ้าพิทยาคม	2	85
4. ต่อมะขามเตี้ยพิทยาคม	1	36
5. วิสุทธรังษี	5	224
6. ท่าม่วงราษฎร์บำรุง	7	340
7. พังตรุราษฎร์รังสรรค์	3	89
8. หนองขาวโกวิทพิทยาคม	1	35
9. หนองตากยาตั้งวิริยะราษฎร์บำรุง	2	85
10. ท่ามะกาพิทยาคม	6	286
11. พระแท่นดงรังวิทยาการ	3	114
12. นิวิฐราษฎร์อุปถัมภ์	1	40
13. ท่ามะกาบุญสิริวิทยา	2	53
14. ท่าเรือพิทยาคม	3	107
15. พนมทวนชนูปถัมภ์	2	79
16. บ่อนลอยรัชดาภิเษก	2	68
17. ไทรโยคมนตรีกาญจนวิทยา	3	92
รวม	52	2,148

ชั้นที่ 3 สุ่มนักเรียนแต่ละห้องออกเป็น 6 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จากนั้น สุ่มแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มว่ากลุ่มใดจะได้ทำแบบทดสอบฉบับใด โดยการสุ่มอย่างง่าย

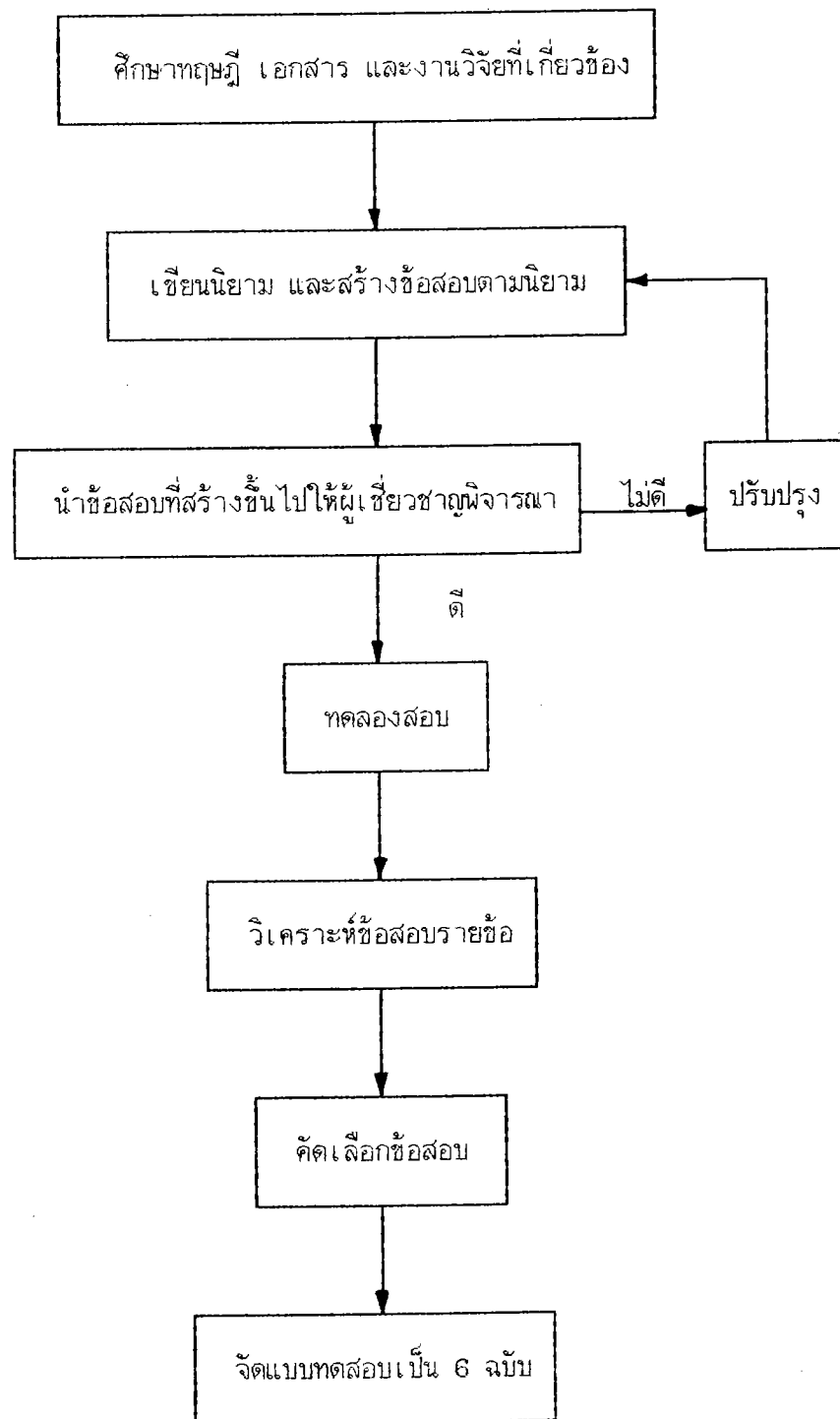
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบอนุกรมมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่ง ออกเป็น 6 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
3. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
4. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
5. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
6. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การดำเนินการสร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ สร้างตามขั้นตอน ดังแสดงในภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนในการสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

จากภาพประกอบ 11 แสดงขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ซึ่งมีรายละเอียดในการปฏิบัติดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ
2. เขียนนิยามแบบทดสอบอนุกรมมิติแล้วสร้างข้อสอบตามนิยาม โดยสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติขนาด 3×3 และขนาด 4×4 ที่มีรูปแบบสมบรูณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ แบ่งเป็น 2 ฉบับ ฉบับละ 50 ข้อ แต่ละฉบับมีแบบของการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม 10 ข้อ แบบการลด 10 ข้อ แบบการหาตัวร่วม 10 ข้อ แบบการบวกเอกลักษณ์ 10 ข้อ และแบบอนุกรมจำนวน 10 ข้อ
3. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน คือ รศ.อังคณา สายยศ รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤกษ์ รศ.ฉ้วน สายยศ นายสุขแก้ว คำสอน และนายอนุวัฒน์ คุณแก้ว พิจารณา ผลการพิจารณาผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ลงความเห็นว่าคุณสมบัติข้อสอบตรงตามนิยามที่เขียนไว้ แสดงว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 2 ฉบับ มีความเที่ยงตรงตามนิยาม
4. นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 469 คน จาก 3 โรงเรียน ดังนี้
 - 4.1 โรงเรียนสรวงสุทธาวิทยาคม จำนวน 61 คน
 - 4.2 โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จำนวน 193 คน
 - 4.3 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ จำนวน 215 คน
 การที่จะทราบว่านักเรียนคนใดทำแบบทดสอบฉบับใด โดยการสุ่มนักเรียนในแต่ละห้องออกเป็น 2 กลุ่มย่อย แล้วสุ่มแบบทดสอบให้แต่ละกลุ่ม ซึ่งนักเรียนในแต่ละกลุ่มได้แบบทดสอบที่ต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มเดียวกันได้แบบทดสอบฉบับที่เหมือนกัน
5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกจากตาราง สำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ
6. คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากของตัวถูกอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนกของตัวถูกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และตัวลวงแต่ละตัวจะต้องมีค่าอำนาจจำแนกไม่ติดลบ (ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของตัวถูกและตัวลวง แสดงในภาคผนวก ก) จึงจะถือว่าข้อสอบนั้นใช้ได้ โดยคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้จำนวน 40 ข้อ มีแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม

8 ข้อ แบบการลด 8 ข้อ แบบการหาตัวร่วม 8 ข้อ แบบการบวกเอกลักษณ์ 8 ข้อ และแบบอนุกรมจำนวน 8 ข้อ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบ

แบบการคิดหาความสัมพันธ์	จำนวนข้อสอบ	ค่า p อยู่ระหว่าง	ค่า r อยู่ระหว่าง
แบบการเพิ่ม	8	0.50 ถึง 0.74	0.45 ถึง 0.71
แบบการลด	8	0.39 ถึง 0.63	0.41 ถึง 0.59
แบบการหาตัวร่วม	8	0.29 ถึง 0.61	0.32 ถึง 0.64
แบบการบวกเอกลักษณ์	8	0.41 ถึง 0.63	0.36 ถึง 0.59
แบบอนุกรมจำนวน	8	0.52 ถึง 0.80	0.28 ถึง 0.54
รวม	40		

7. นำข้อสอบที่ได้จากข้อ 6 ทั้ง 40 ข้อ มาจัดเป็นแบบทดสอบ โดยเรียงข้อสอบตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์ทั้ง 5 แบบ สลับกัน ดังนี้

แบบการเพิ่ม ได้แก่ ข้อที่ 1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36

แบบการลด ได้แก่ ข้อที่ 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37

แบบการหาตัวร่วม ได้แก่ 3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38

แบบการบวกเอกลักษณ์ ได้แก่ 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39

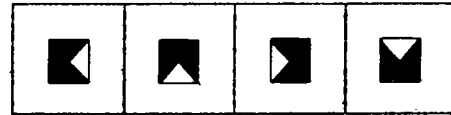
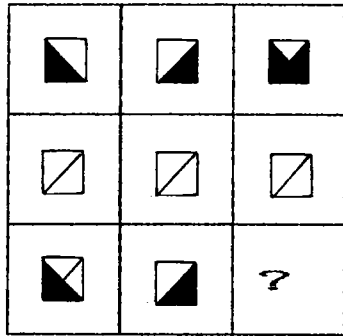
แบบอนุกรมจำนวน ได้แก่ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40

8. นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 7 มาจัดเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 และ 4 ตัวเลือก โดยการตัดตัวลวงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออก เพิ่มอีกจำนวน 2 ฉบับ รวมกับฉบับที่ได้จากข้อ 7 จะได้แบบทดสอบจำนวน 3 ฉบับ แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มาจัดเป็นแบบทดสอบแบบไม่สมบูรณ์เพิ่มอีกจำนวน 3 ฉบับ รวมเป็นแบบทดสอบทั้งหมด 6 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ

รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ตัวอย่างข้อสอบ

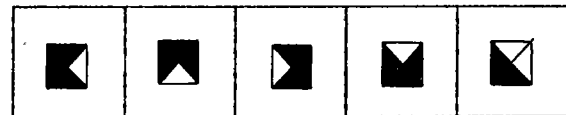
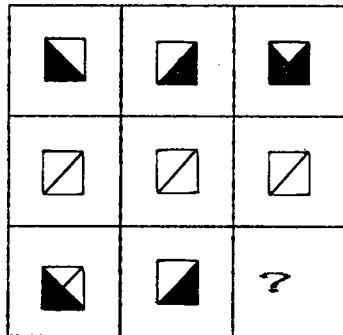


1 2 3 4

คำตอบที่ถูกคือ 4

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ตัวอย่างข้อสอบ

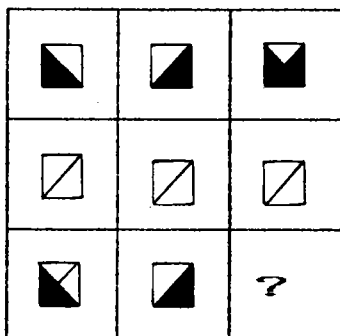


1 2 3 4 5

คำตอบที่ถูกคือ 4

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก

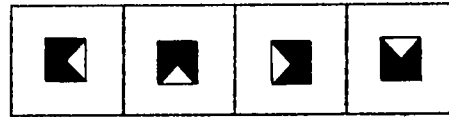
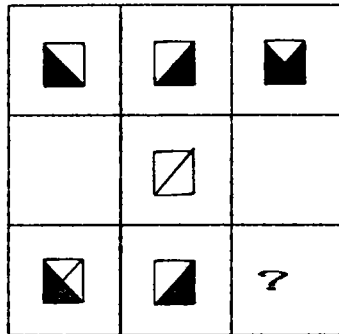
ตัวอย่างข้อสอบ



1 2 3 4 5 6

คำตอบที่ถูกคือ 4

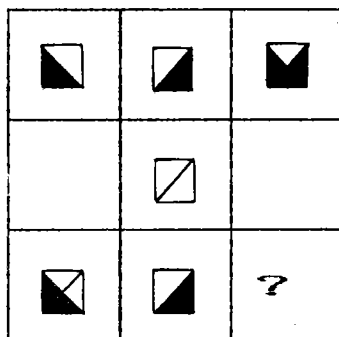
ฉบับที่ 4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
ตัวอย่างข้อสอบ



1 2 3 4

คำตอบถูกต้องคือ 4

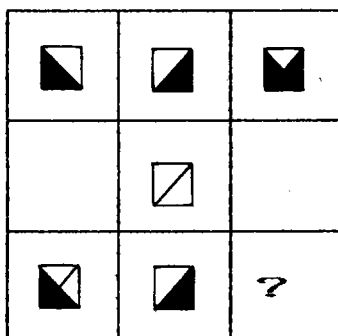
ฉบับที่ 5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
ตัวอย่างข้อสอบ



1 2 3 4 5

คำตอบถูกต้องคือ 4

ฉบับที่ 6 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก
ตัวอย่างข้อสอบ



1 2 3 4 5 6

คำตอบถูกต้องคือ 4

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ ไปดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างในระหว่าง วันที่ 27 มกราคม ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2535 และกำหนดวัน เวลา สถานที่สอบ
2. นำแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในระหว่าง วันที่ 3 กุมภาพันธ์ ถึง วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535 โดยดำเนินการสอบดังนี้
 - 2.1 สุ่มนักเรียนแต่ละห้องออกเป็น 6 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนั้นสุ่มแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ว่ากลุ่มใดจะได้ทำแบบทดสอบฉบับใด โดยการสุ่มอย่างง่าย
 - 2.2 ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ผลตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
3. เมื่อดำเนินการสอบครบทุกโรงเรียนแล้ว จัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไว้ด้วยกัน
4. ตรวจสอบให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
5. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองเครื่องมือ (Try out) ได้ดำเนินการดังนี้
 - 1.1 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบทดสอบตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้
 - 1.2 หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan)
2. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนวิจัย ได้ดำเนินการดังนี้
 - 2.1 ตรวจสอบให้คะแนนของแบบทดสอบแต่ละฉบับตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้
 - 2.2 หาค่าสถิติพื้นฐาน
 - 2.2.1 คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})
 - 2.2.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
 - 2.2.3 ความแปรปรวน (S^2)
 - 2.2.4 สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV)

2.3 หาค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และใช้ตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan) แล้วคำนวณหาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแต่ละฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร คูเคอร์ วิชาร์ดสัน 20 (KR - 20)

3. การทดสอบสมมติฐาน ดำเนินการดังนี้

3.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานตามสมมติฐานข้อที่ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐาน/อำนาจตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 1.1 ถึง 1.5, 2.1 ถึง 2.5 และ 3.1 ถึง 3.5 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two - Way ANOVA) และถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe')

3.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกตามสมมติฐานข้อ 4 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก/อำนาจตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 4.1 ถึง 4.5 โดยการเปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแต่ละฉบับเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) หาค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐาน (Z) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ แล้วนำคะแนนมาตรฐานเฉลี่ย (\bar{Z}) มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ ไค - สแควร์ (χ^2) หลังจากพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแล้ว ทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐานเฉลี่ย (\bar{Z}) เป็นรายคู่ด้วยวิธีทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z)

3.3 การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น ตามสมมติฐานข้อ 5 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 5.1 ถึง 5.5 โดยการเปลี่ยนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์ แล้วทดสอบความแตกต่างโดยใช้วิธีการเดียวกันกับข้อ 3.2

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบคือ คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ความแปรปรวน (S^2) และสัมประสิทธิ์การกระจาย (CV)
2. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วใช้ค่าจากตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung - Teh Fan)
3. หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. 2527 : 272)

$$\bar{\Delta} = \frac{\Sigma \Delta}{N}$$

เมื่อ $\bar{\Delta}$ แทน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 $\Sigma \Delta$ แทน ผลรวมของค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบรายข้อ
 N แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

4. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ดำเนินการดังนี้
 - 4.1 เปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกรายข้อเป็น Fisher's Z
 - 4.2 หาค่า Fisher's Z เฉลี่ยโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2522 : 228)

$$\bar{Z} = \frac{\Sigma (n_i - 3) Z_i}{\Sigma (n_i - 3)}$$

เมื่อ Z แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) เฉลี่ย
 Z_i แทน คะแนนมาตรฐานของกลุ่มที่ i
 n_i แทน จำนวนคนของกลุ่มที่ i

- 4.3 เปลี่ยนค่า Fisher's Z เฉลี่ย (\bar{Z}) กลับไปเป็นค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย โดยใช้ตาราง Fisher's Z

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) (ลิ้ว สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 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 สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

6. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐาน (Δ) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two-Way Classification) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2527 : 250) และถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว จะตรวจสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณโดยวิธีของเซฟเฟ้ (Scheffé) (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2527 : 264 - 263)

7. ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก และ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ ไค - สแควร์ (Chi - Square) (Snedecor and Cochran. 1967 : 187)

$$\chi^2 = \sum (n_i - 3) Z_i^2 - \frac{\left[\sum (n_i - 3) Z_i \right]^2}{\sum (n_i - 3)}$$

เมื่อ χ^2 แทน ค่าไค-สแควร์
 n_i แทน จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม
 Z_i แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

8. ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นรายคู่ หลังจากทดสอบค่า ไค-สแควร์ แล้วพบว่า ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Ferguson. 1981: 196) โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{Z_{r_1} - Z_{r_2}}{\sqrt{1/(n_1 - 3) + 1/(n_2 - 3)}}$$

เมื่อ	Z	แทน	คะแนนมาตรฐาน
	Z_{r_1}, Z_{r_2}	แทน	คะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งแปลงมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ Fisher's Transformation
	n_1, n_2	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
CV	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
Δ	แทน	ค่าความยากมาตรฐานของข้อสอบ
r_{ct}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
Z	แทน	คะแนนมาตรฐาน
SS	แทน	ผลรวมกำลังสองของคะแนน (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของคะแนน (Mean Square)
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบเอฟ (F - distribution)
χ^2	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบไค-สแควร์ (Chi - Square)
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (degree of freedom)
ฉบับที่ 1	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
ฉบับที่ 2	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
ฉบับที่ 3	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก
ฉบับที่ 4	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
ฉบับที่ 5	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
ฉบับที่ 6	แทน	แบบทดสอบอนุกรมมิตติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ
2. คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ
3. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 1 , 2 และ 3 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 1.1 ถึง 1.5 , 2.1 ถึง 2.5, 3.1 ถึง 3.5
4. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 4 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 4.1 ถึง 4.5
5. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 5 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ ออกข้อสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อ 5.1 ถึง 5.5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2,148 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 358 คน แล้วนำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับมาตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ซึ่งได้ค่าสถิติตั้งแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	n	N	\bar{X}	S	S^2	CV
ฉบับที่ 1	40	358	22.469	6.488	42.099	28.875
ฉบับที่ 2	40	358	20.330	7.143	51.017	35.135
ฉบับที่ 3	40	358	19.048	6.902	47.631	36.235
ฉบับที่ 4	40	358	20.975	6.592	43.453	31.428
ฉบับที่ 5	40	358	18.441	6.744	45.485	36.571
ฉบับที่ 6	40	358	16.411	6.144	37.744	37.438

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 16.411 ถึง 22.469 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด แสดงว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ง่ายที่สุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก ยากที่สุด สำหรับความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 6.144 ถึง 7.143 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด แสดงว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีการกระจายของคะแนนมากที่สุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจายของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับแล้ว จะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีการกระจายของคะแนนมากที่สุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด

4. คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

ผู้วิจัยวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบด้านต่าง ๆ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ ได้คุณภาพดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	n	N	\bar{X}	r	r_{tt}
ฉบับที่ 1	40	358	12.198	0.44	0.81
ฉบับที่ 2	40	358	12.890	0.48	0.84
ฉบับที่ 3	40	358	13.190	0.45	0.83
ฉบับที่ 4	40	358	12.635	0.45	0.81
ฉบับที่ 5	40	358	13.285	0.44	0.82
ฉบับที่ 6	40	358	13.902	0.41	0.79

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 12.198 ถึง 13.902 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งหมายความว่า เป็นแบบทดสอบฉบับที่ยากที่สุด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยต่ำสุดซึ่งหมายความว่า เป็นแบบทดสอบฉบับที่ง่ายที่สุด ส่วนค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.41 ถึง 0.48 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยสูงสุด คือ สามารถจำแนกคนเก่ง - อ่อน ได้ดีมากที่สุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยต่ำสุด คือ สามารถจำแนกคนเก่ง - อ่อน ได้ดีน้อยที่สุด สำหรับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มีค่าตั้งแต่ 0.79 ถึง 0.84 โดยแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด

3. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 1, 2 และ 3

ในการทดสอบความแตกต่างของ ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานข้อที่ 1, 2 และ 3 ผู้วิจัยได้นำค่าความยากมาตรฐานรายชื่อของแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ทั้ง 6 ฉบับ มาทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทาง (Two - Way Classification) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	15.913	15.913	6.429*
จำนวนตัวเลือก (C)	2	51.678	25.839	10.440**
R x C	2	1.189	0.595	0.240
ความคลาดเคลื่อน	234	579.053	2.475	
ผลรวม	239	647.833		

$$F_{.05(1,234)} = 3.89$$

$$F_{.01(2,234)} = 4.71$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4 , 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบและจำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อให้ทราบว่าค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน คู่ใดมีค่าแตกต่างกันบ้างจึงต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติรายคู่ตามวิธีของ Sheffe' ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6 และ 7

ตาราง 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ
อนุกรมวิธานแบบสมบรูณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน

จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$)	4	5	6
		ฉบับที่ 1 12.198	ฉบับที่ 2 12.890	ฉบับที่ 3 13.190
4	ฉบับที่ 1 = 12.198	-	0.692**	0.992**
5	ฉบับที่ 2 = 12.890		-	0.300*
6	ฉบับที่ 3 = 13.190			-

$$S (.05, 2, 234) = 0.210$$

$$S (.01, 2, 234) = 0.326$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมวิธานแบบสมบรูณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบรูณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก และแบบสมบรูณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก สำหรับคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบรูณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

ตาราง 7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน

จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$)	4	5	6
		ฉบับที่ 4 12.635	ฉบับที่ 5 13.285	ฉบับที่ 6 13.902
4	ฉบับที่ 4 = 12.635	-	0.651**	1.268**
5	ฉบับที่ 5 = 13.285		-	0.618**
6	ฉบับที่ 6 = 13.902			-

$$S (.05, 2, 234) = 0.210$$

$$S (.01, 2, 234) = 0.326$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ได้แก่ แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐาน จำแนกตามลักษณะของแบบ การคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวนตามสมมติฐานข้อ 1.1 ถึง 1.5, 2.1 ถึง 2.5 และ 3.1 ถึง 3.5 เพื่อให้ทราบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกันเป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบแบบใด โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทิศทางปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8, 9, 10, 13 และ 14

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	0.500	0.500	0.271
จำนวนตัวเลือก (C)	2	3.469	1.735	0.940
R x C	2	0.063	0.032	0.017
ความคลาดเคลื่อน	42	77.481	1.845	
ผลรวม	47	81.513		

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4, 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	1.725	1.725	0.977
จำนวนตัวเลือก (C)	2	9.313	4.657	2.637
R x C	2	0.633	0.317	0.180
ความคลาดเคลื่อน	42	74.179	1.766	
ผลรวม	47	85.850		

5. วิเคราะห์ผล

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดที่มีรูปแบบต่างกัน คือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ. และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4, 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบและจำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	0.175	0.175	0.164
จำนวนตัวเลือก (C)	2	10.736	5.368	5.040*
R x C	2	0.653	0.327	0.307
ความคลาดเคลื่อน	42	44.719	1.065	
ผลรวม	47	56.283		

$$F_{(.05, 2, 42)} = 3.22$$

$$* p < .05$$

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน คือ 4 , 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ และ จำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะ ของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อให้ทราบว่าค่าความยากมาตรฐานแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคู่ใดมีค่าแตกต่างกันบ้าง จึงต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติรายคู่ตามวิธีของ Sheffé ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 11 และ

ตาราง 11 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน

		4	5	6
จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเฉพาะแบบการหาตัวร่วม ($\bar{\Delta}$)	ฉบับที่ 1 13.738	ฉบับที่ 2 14.450	ฉบับที่ 3 14.625
	4	ฉบับที่ 1 = 13.738	-	0.712**
5	ฉบับที่ 2 = 14.450		-	0.175*
6	ฉบับที่ 3 = 14.625			-

$$S (.05, 2, 42) = 0.096$$

$$S (.01, 2, 42) = 0.153$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก ส่วนคู่ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

ตาราง 12 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน

		4	5	6
จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเฉพาะแบบการหาตัวร่วม ($\bar{\Delta}$)	ฉบับที่ 4 13.675	ฉบับที่ 5 14.425	ฉบับที่ 6 15.075
	4	-	0.750**	1.400**
	5		-	0.650**
	6			-

$$S (.05, 2, 42) = 0.096$$

$$S (.01, 2, 42) = 0.153$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งของความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	0.880	0.880	0.410
จำนวนตัวเลือก (C)	2	13.738	6.869	3.200
R x C	2	0.996	0.498	0.232
ความคลาดเคลื่อน	42	90.141	2.146	
ผลรวม	47	105.755		

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบต่างกัน คือ แบบสมบูรณ์และแบบไม่สมบูรณ์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4, 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ และ จำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
รูปแบบ (R)	1	30.720	30.720	11.566**
จำนวนตัวเลือก (C)	2	17.526	8.736	3.299*
R x C	2	0.099	0.005	0.002
ความคลาดเคลื่อน	42	111.552	2.656	
ผลรวม	47	159.807		

$$F_{(.05, 2, 42)} = 3.22$$

$$F_{(.01, 2, 42)} = 7.27$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4, 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างน้อย 1 คู่ ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกมีผลต่อค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เพื่อให้ทราบว่าค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน คู่ใดมีค่าแตกต่างกันบ้าง จึงต้องทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติรายคู่ตามวิธีของ Sheffe' ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 15 และ 16

ตาราง 15 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน

จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเฉพาะแบบอนุกรมจำนวน ($\bar{\Delta}$)	4	5	6
		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3
		11.275	12.150	12.775
4	ฉบับที่ 1 = 11.275	-	0.875**	1.500**
5	ฉบับที่ 2 = 12.150		-	0.625**
6	ฉบับที่ 3 = 12.775			-

$$S (.05, 2, 42) = 0.239$$

$$S (.01, 2, 42) = 0.382$$

$$* p < .05$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

ตาราง 16 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเป็นรายคู่ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกร่างกัน

		4	5	6
จำนวนตัวเลือก	ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเฉพาะแบบอนุกรมจำนวน ($\bar{\Delta}$)	ฉบับที่ 4 12.913	ฉบับที่ 5 13.725	ฉบับที่ 6 14.363
	4	ฉบับที่ 4 = 12.913	-	0.812** 1.450**
	5	ฉบับที่ 5 = 13.725	-	0.638**
	6	ฉบับที่ 6 = 14.363		-

$$S (.05, 2, 42) = 0.239$$

$$* p < .05$$

$$S (.01, 2, 42) = 0.382$$

$$** p < .01$$

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบ ไม่สมบูรณ์จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกัน 3 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก

4. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 4

ในการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 ผู้วิจัยนำค่าอำนาจจำแนกรายข้อมาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) แล้วหาค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ นำคะแนนมาตรฐานเฉลี่ย (\bar{Z}) มาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ไค - สแควร์ (χ^2) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
ทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.44	0.475	168.625	80.097	1.226
ฉบับที่ 2	358	355	0.48	0.522	185.310	96.732	
ฉบับที่ 3	358	355	0.45	0.486	172.530	83.850	
ฉบับที่ 4	358	355	0.45	0.481	170.755	82.133	
ฉบับที่ 5	358	355	0.44	0.475	168.625	80.097	
ฉบับที่ 6	358	355	0.41	0.440	156.200	68.728	
รวม		2,130			1022.045	491.637	

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวน ตามสมมติฐานข้อ 4.1 ถึง 4.5 เพื่อให้ทราบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ ไม่แตกต่างกันเป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบแบบใดโดยใช้ ไค - สแควร์ (χ^2) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 18, 19, 20, 21 และ 22

ตาราง 18 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.50	0.550	195.250	107.388	1.294
ฉบับที่ 2	358	355	0.52	0.579	205.545	119.011	
ฉบับที่ 3	358	355	0.50	0.549	194.895	106.977	
ฉบับที่ 4	358	355	0.55	0.618	219.390	135.583	
ฉบับที่ 5	358	355	0.53	0.589	209.095	123.157	
ฉบับที่ 6	358	355	0.53	0.596	211.580	126.102	
รวม		2,130			1235.755	718.238	

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 19 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.43	0.464	164.720	76.430	2.148
ฉบับที่ 2	358	355	0.44	0.470	166.850	78.420	
ฉบับที่ 3	358	355	0.45	0.482	171.110	82.475	
ฉบับที่ 4	358	355	0.49	0.532	188.860	100.474	
ฉบับที่ 5	358	355	0.44	0.472	167.560	79.088	
ฉบับที่ 6	358	355	0.40	0.424	150.520	63.821	
รวม		2,130			1009.620	480.708	

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 20 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.37	0.390	138.450	53.996	1.890
ฉบับที่ 2	358	355	0.44	0.477	169.335	80.773	
ฉบับที่ 3	358	355	0.41	0.435	154.425	67.175	
ฉบับที่ 4	358	355	0.39	0.415	147.325	61.140	
ฉบับที่ 5	358	355	0.41	0.438	155.490	68.105	
ฉบับที่ 6	358	355	0.37	0.393	139.515	54.829	
รวม		2,130			904.540	386.018	

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 21 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.47	0.505	179.275	90.534	3.058
ฉบับที่ 2	358	355	0.53	0.591	209.805	123.995	
ฉบับที่ 3	358	355	0.45	0.489	173.595	84.888	
ฉบับที่ 4	358	355	0.46	0.502	178.210	89.461	
ฉบับที่ 5	358	355	0.49	0.542	192.410	104.286	
ฉบับที่ 6	358	355	0.45	0.480	170.400	81.792	
รวม		2,130			1103.695	574.956	

จากตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 22 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.44	0.468	166.140	77.754	15.093 **
ฉบับที่ 2	358	355	0.45	0.491	174.305	85.584	
ฉบับที่ 3	358	355	0.44	0.474	168.270	79.760	
ฉบับที่ 4	358	355	0.32	0.339	120.345	40.797	
ฉบับที่ 5	358	355	0.32	0.336	119.280	40.078	
ฉบับที่ 6	358	355	0.27	0.272	96.560	26.264	
รวม		2,130			844.900	350.237	

$$** \chi^2_{(.01,5)} = 15.088$$

จากตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่าค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนคู่ใดมีความแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับเป็นรายคู่ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 23

ตาราง 23 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ เป็นรายคู่

แบบทดสอบอนุกรมมิติ		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
		\bar{Z}	0.468	0.491	0.474	0.339	0.336
ฉบับที่ 1	0.468	-	0.307	0.080	1.720	1.760	2.613**
ฉบับที่ 2	0.491		-	0.227	2.027*	2.067*	2.920**
ฉบับที่ 3	0.474			-	1.800	1.840	2.693**
ฉบับที่ 4	0.339				-	0.040	0.893
ฉบับที่ 5	0.336					-	0.853
ฉบับที่ 6	0.272						-

* $p < .05$

** $p < .01$

จากตาราง 23 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีรูปแบบ และ จำนวนตัวเลือกต่างกัน แตกต่างกันทั้งหมด 5 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกรับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรับแบบไม่สมบูรณ์ 6 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกรับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก ส่วนคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก นอกนั้นค่าอำนาจจำแนกของแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 5

ในการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 5 ผู้วิจัยนำค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ มาแปลงเป็นคะแนนมาตรฐาน (Z) ตามสูตรของฟิชเชอร์ (Fisher's Z Transformation) และนำคะแนนมาตรฐานที่ได้ไปทดสอบความแตกต่างโดยใช้ไค - สแควร์ (χ^2) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 24

ตาราง 24 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.81	1.127	400.085	450.896	4.907
ฉบับที่ 2	358	355	0.84	1.221	433.455	529.249	
ฉบับที่ 3	358	355	0.83	1.188	421.744	501.027	
ฉบับที่ 4	358	355	0.81	1.127	400.085	450.896	
ฉบับที่ 5	358	355	0.82	1.157	410.735	475.220	
ฉบับที่ 6	358	355	0.79	1.071	380.205	407.200	
รวม		2,130			2446.305	2814.488	

จากตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบคือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวน เพื่อให้ทราบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับไม่แตกต่างกันเป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ออกข้อสอบแบบใด โดยใช้ไค - สแควร์ (χ^2) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 25, 26, 27, 28 และ 29

ตาราง 25 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.55	0.618	219.390	135.538	6.174
ฉบับที่ 2	358	355	0.59	0.678	240.690	163.188	
ฉบับที่ 3	358	355	0.56	0.633	224.715	142.245	
ฉบับที่ 4	358	355	0.65	0.775	275.125	213.222	
ฉบับที่ 5	358	355	0.61	0.709	251.695	178.452	
ฉบับที่ 6	358	355	0.62	0.725	257.375	186.597	
รวม		2,130			1468.990	1019.287	

จากตาราง 25 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่มทั้ง 6 ฉบับคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 26 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.52	0.577	204.835	118.190	9.365
ฉบับที่ 2	358	355	0.52	0.577	204.835	118.190	
ฉบับที่ 3	358	355	0.55	0.618	219.390	135.583	
ฉบับที่ 4	358	355	0.56	0.633	224.715	142.245	
ฉบับที่ 5	358	355	0.55	0.618	219.390	135.583	
ฉบับที่ 6	358	355	0.41	0.436	154.780	67.484	
รวม		2,130			1227.945	717.275	

จากตาราง 26 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการลดทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 27 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.41	0.436	154.780	67.484	8.458
ฉบับที่ 2	358	355	0.56	0.633	224.715	142.245	
ฉบับที่ 3	358	355	0.53	0.590	209.450	123.576	
ฉบับที่ 4	358	355	0.47	0.510	181.050	92.336	
ฉบับที่ 5	358	355	0.50	0.549	194.895	106.977	
ฉบับที่ 6	358	355	0.47	0.510	181.050	92.336	
รวม		2,130			1145.940	624.974	

จากตาราง 27 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 28 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.48	0.523	185.665	97.103	4.776
ฉบับที่ 2	358	355	0.58	0.663	235.365	156.047	
ฉบับที่ 3	358	355	0.53	0.590	209.450	123.576	
ฉบับที่ 4	358	355	0.49	0.536	190.280	101.990	
ฉบับที่ 5	358	355	0.55	0.618	219.390	135.583	
ฉบับที่ 6	358	355	0.53	0.590	209.450	123.576	
รวม		2,130			1249.600	737.875	

จากตาราง 28 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการบวกเอกลักษณ์ทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 29 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	N	N-3	r	Z	(N-3)Z	(N-3)Z ²	χ^2
ฉบับที่ 1	358	355	0.64	0.758	269.090	203.970	27.155**
ฉบับที่ 2	358	355	0.68	0.829	294.295	243.971	
ฉบับที่ 3	358	355	0.73	0.929	329.795	306.380	
ฉบับที่ 4	358	355	0.52	0.577	204.835	118.190	
ฉบับที่ 5	358	355	0.59	0.678	240.690	163.188	
ฉบับที่ 6	358	355	0.60	0.693	246.015	170.488	
รวม		2,130			1584.720	1206.187	

$$** \chi^2_{(0.01,5)} = 15.086$$

จากตาราง 29 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อย่างน้อย 1 คู่

เพื่อให้ทราบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน คู่ใดมีความแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับเป็นรายคู่ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 30

ตาราง 30 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนทั้ง 6 ฉบับ เป็นรายคู่

แบบทดสอบอนุกรมมิติ		ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3	ฉบับที่ 4	ฉบับที่ 5	ฉบับที่ 6
	\bar{Z}	0.758	0.829	0.929	0.577	0.678	0.693
ฉบับที่ 1	0.758	-	0.947	2.280*	2.413*	1.067	0.867
ฉบับที่ 2	0.829		-	1.333	3.360**	2.013*	1.813
ฉบับที่ 3	0.929			-	4.693**	3.347**	3.147**
ฉบับที่ 4	0.577				-	1.347	1.547
ฉบับที่ 5	0.678					-	0.200
ฉบับที่ 6	0.693						-

* $p < .05$

** $p < .01$

จากตาราง 32 แสดงให้เห็นว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ที่มีรูปแบบ และ จำนวนตัวเลือกร่างกันแตกต่างกันทั้งหมด 7 คู่ คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ 4 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ 6 ตัวเลือก ส่วนคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกรับกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก นอกนั้นค่าความเชื่อมั่นแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือก ที่มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
4. เพื่อเปรียบเทียบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน
5. เพื่อเปรียบเทียบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวนนักเรียน 2,148 คน ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 6 ฉบับ คือ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
3. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
4. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
5. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
6. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ ไปดำเนินการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อกับโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง กำหนดวัน เวลา และสถานที่สอบ
2. นำแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอบดังนี้

2.1 สุ่มนักเรียนแต่ละห้องออกเป็น 6 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนั้นสุ่มแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม ว่ากลุ่มใดจะทำได้ทำแบบทดสอบฉบับใด โดยการสุ่มอย่างง่าย

2.2 ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ผลตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3. เมื่อดำเนินการสอบครบทุกโรงเรียนแล้วจัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไว้ด้วยกัน
4. ตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน
5. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ
2. คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ
3. การทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานตามสมมติฐานการวิจัย ข้อ 1 , 2 และ 3 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ ตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 1.1 ถึง 1.5, 2.1 ถึง 2.5, 3.1 ถึง 3.5
4. การทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 4 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ ตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 4.1 ถึง 4.5
5. การทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 5 นอกจากนี้ยังทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ ตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 5.1 ถึง 5.5

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ดังนี้

1. ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าเท่ากับ 12.198 , 12.890 13.190 , 12.635 , 13.285 , 13.902 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างแล้วพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกันคือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์มีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันคือ 4 , 5 และ 6 มีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก คู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบและจำนวนตัวเลือกไม่มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติ นอกจากนี้แล้วยังทดสอบความแตกต่างของค่าความยากจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ คือ แบบการเพิ่มแบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวน พบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของ แบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วมที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน คือ 4 , 5 และ 6 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก และค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบต่างกันคือแบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ มีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สำหรับค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของ แบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีจำนวนตัวเลือก

ต่างกัน คือ 4 , 5 และ 6 มีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคู่ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก ส่วนค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน และแบบการหาตัวร่วมที่มีรูปแบบต่างกัน ไม่แตกต่างกัน สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกไม่มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ทุกแบบ

2. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าเท่ากับ 0.44, 0.48, 0.45 0.45, 0.44 และ 0.41 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างแล้วพบว่า ค่าความอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน ไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นแล้วยังทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ ออกข้อสอบ 5 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวน พบว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ 6 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก นอกนั้นค่าอำนาจจำแนกของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติ จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ ที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน ไม่แตกต่างกัน

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก มีค่าเท่ากับ 0.81, 0.84, 0.83, 0.81, 0.82 และ 0.79 ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างแล้วพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้แล้วยังทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น จำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ ออกข้อสอบ 5 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบอนุกรมจำนวน พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ 4 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ 6 ตัวเลือก คู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกกับแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก นอกจากนี้ค่าความความเชื่อมั่นของแต่ละคู่ไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามลักษณะของแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

ผลการศึกษาค้างนี้พบว่า

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1 และถ้าพิจารณาค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสองแบบแล้วจะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ยากกว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์เว้นช่องว่างในเมทริกซ์ไม่เฉพาะในตำแหน่งที่เป็นคำถามเท่านั้นแต่ยังเว้น

ข้ออื่น ๆ อีกด้วย ทำให้ข้อสอบอนุกรมมิติซับซ้อนยิ่งขึ้น (Cronbach. 1960 : 216 and Guilford. 1971 : 87) ในทำนองเดียวกันเมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1.5 แต่เมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะเห็นว่าการที่แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบต่างกันนั้น เป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบแบบอนุกรมจำนวนที่เป็นเช่นนั้นอาจเป็นเพราะ ลักษณะข้อสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน ต่างจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอื่น คือ ใช้ตารางสองมิติขนาด 4x4 และหลักการคิดหาความสัมพันธ์ ใช้วิธีคิดคล้ายกับแบบอนุกรมสัมพันธ์ต่างกันที่ข้อสอบอนุกรมมิติแบบอนุกรมจำนวน ใช้ชุดของสิ่งเร้ารูปภาพ แต่ข้อสอบอนุกรมสัมพันธ์ใช้ชุดของสิ่งเร้าเป็นตัวเลข และจากผลการศึกษานี้ให้ผลในลักษณะเดียวกับผลการศึกษาของประเสริฐ ทิศกลาง (2532) ที่พบว่าค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์แบบตัวเลขสมบูรณ์ต่างกับแบบตัวเลข วน เป็นระบบ และแบบตัวเลข วน ไม่เป็นระบบ

2. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน คือ 4 , 5 และ 6 มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 และถ้าพิจารณาค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแล้วจะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือก 6 ตัวเลือก ยากกว่า 5 ตัวเลือก และ 4 ตัวเลือก ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ในการทดสอบให้ เวลาทำแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันเท่ากัน แต่ในความเป็นจริงแล้วแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกน้อยกว่า จะมีเวลาในการตอบมากกว่าแบบทดสอบที่มีจำนวนตัวเลือกมาก (Tversky. 1964) ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษาของ วารุณี ปิธวัชชัย (2514) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความยากของแบบทดสอบอุปมาอุปไมยที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันพบว่าค่าความยากของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในการศึกษารั้งนี้ใช้วิธีการตัดตัวลงที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุดออกทีละตัว แต่จากการศึกษาของวารุณี ปิธวัชชัย ใช้วิธีการตัดตัวลงโดยสุ่มออกทีละตัว ในทำนองเดียวกันเมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการหาตัวร่วม และแบบอนุกรมจำนวนที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความยากต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2.3 และ 2.5 ตามลำดับ แต่เมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด และแบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความยากไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

จะเห็นว่าการที่แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกร่างต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันนั้น เป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์ที่ใช้ข้อสอบแบบการหาตัวร่วม และแบบอนุกรมจำนวนที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะ ลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนต่างจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอื่นดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1 และลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์ แบบการหาตัวร่วมถึงแม้ว่าจะใช้ตารางสองมิติขนาด 3×3 เช่นเดียวกับ แบบการเพิ่ม แบบการลด และแบบการบวกเอกลักษณ์แต่ลักษณะการคิดหาคำตอบจะซับซ้อนต่างกันและเมื่อพิจารณาว่าความยากมาตรฐานในแต่ละฉบับจะเห็นว่ามีความยากมาตรฐานมากกว่า 13.00 แสดงว่าข้อสอบยาก ส่วนแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอื่นในแต่ละฉบับมีความยากมาตรฐานน้อยกว่าหรือใกล้เคียง 13.00

3. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกร่างต่างกัน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบและระดับความยากของข้อสอบ เพราะถ้าแบบทดสอบที่ยากหรือง่ายเกินไปก็จะทำให้อำนาจการจำแนกต่ำลง (อนันต์ ศรีโสภณ. 2525 : 191) ซึ่งจากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับ จะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับมีคะแนนเฉลี่ยต่างกับครั้งหนึ่งของคะแนนเต็มไม่ถึง 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่าแบบทดสอบแต่ละฉบับมีความยากปานกลาง และถ้าพิจารณาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับ จะเห็นว่าค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบแต่ละฉบับใกล้เคียงกับความยากมาตรฐาน 13.00 ดังนั้นจึงทำให้แบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับสามารถจำแนกความสามารถของนักเรียนออกเป็น กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อนได้ดีพอ ๆ กัน จึงส่งผลให้ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับไม่แตกต่างกัน ในทำนองเดียวกันเมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกร่างต่างกัน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่แบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกต่างกันอย่างน้อยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4.5 จะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกร่างต่างกัน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกันนั้น เป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ถึงแม้ว่า แบบอนุกรมจำนวนจะมีผลต่อค่าอำนาจจำแนกเนื่องจากลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติต่างกับแบบอื่น ๆ ดังที่ได้อ้างมาแล้วในข้อ 1 แต่ก็มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกน้อยจึงทำให้แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกร่างต่างกัน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน

4. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 5 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับมีค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ใกล้เคียงกับความยากมาตรฐาน 13.00 คือมีความยากปานกลาง มีผลทำให้คะแนนผลการสอบของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับมีการกระจายใกล้เคียงกัน และถ้าพิจารณาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับแล้วจะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติฉบับที่มีค่าความแปรปรวนสูงจะมีค่าความเชื่อมั่นสูงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ กรอนลันด์ (Gronlund, 1967 : 119) ที่ว่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อมขึ้นอยู่กับความแปรปรวนระหว่างคะแนนผลการสอบ ถ้าความแปรปรวนระหว่างคะแนนผลการสอบมีน้อยย่อมได้ค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าคะแนนผลการสอบ ที่มีความแปรปรวนมาก ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติแต่ละฉบับจึงใกล้เคียงกันด้วย ในทำนองเดียวกันเมื่อจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่แบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 5.5 จะเห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกันนั้น เป็นผลมาจากแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ ถึงแม้ว่า แบบอนุกรมจำนวนจะมีผลต่อค่าความเชื่อมั่นเนื่องจากลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติต่างกับแบบอื่น ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 1 แต่ก็มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นน้อยจึงทำให้แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติจำแนกตามแบบการคิดหาความสัมพันธ์แบบอนุกรมจำนวนมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบในด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบขึ้นใช้ หรือการนำแบบทดสอบไปใช้ ควรพิจารณาถึงคุณภาพของแบบทดสอบ และจุดมุ่งหมายในการสอบแต่ละครั้งด้วย
2. ควรมีการศึกษาในเรื่องนี้ โดยศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น เช่น การเว้นช่องว่างที่เป็นคำถาม (หรือตำแหน่งคำถาม) ถ้าเว้นช่องอื่น ๆ เป็นคำถามแทนช่องขวาล่างในตารางสองมิติ จะส่งผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแตกต่างกันอย่างไร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- โกวิท ประวาลพฤษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. การประเมินในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- จินตภา ส้ายัฒหวีกสิต และคนอื่น ๆ . การทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาคณะ
สาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2519.
- ชนะ ทานะวงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิด
เลือกตอบที่มีจำนวนข้อและตัวเลือกแตกต่างกัน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.
ปริญญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2521. อัดสำเนา.
- ชวาล แพร้วตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2509.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา
และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- ชาติชาย กุกิตติไมตรี. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน
โดยใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม. ปริญญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- ชุมพร ยงกิตติกุล. การนำแบบทดสอบข้ามกลุ่มวัฒนธรรมมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดย
ทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญผล, 2527.
- ครุณ หาญตระกูล. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน.
ปริญญาณินท์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2519. อัดสำเนา.
- ทองหล่อ วิภาวิน. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2524.
- ธีระศักดิ์ อูร์จนาณนท์. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือก
ไม่เท่ากันโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานินท์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530. อัดสำเนา.

- บุญชม ศรีสะอาด. แบบทดสอบวัดความถนัด. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.
- บุญส่ง นิลแก้ว. การวัดผลทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ ฯ : แพร่พิทยา, 2519.
- ประสาธ ธรรมรัตน์. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.
- ประเสริฐ ทิศกลาง. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมสัมพันธ์ที่มีรูปแบบต่างกัน. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- พจมาน แสงรุ่งโรจน์. การใช้แบบทดสอบวัดคุณธรรมเสมอภาควัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษา 12. วิทยานินทร์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.
- นิตร ทองชื่น. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาระสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.
- มาลี ชิตสวน. การศึกษาเปรียบเทียบค่าสถิติของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ชนิดเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน. วิทยานินทร์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515. อัดสำเนา.
- ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์. การใช้โปรแกรมพีเอ็มเอ็มทีเอส (PM) ทดสอบความถนัดทางการเรียนของนิสิตไทยชั้นปริญญาโท. กรุงเทพฯ ฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515.
- วรนุช ลีภิธาน. การสร้างแบบทดสอบความถนัดด้านเหตุผล. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- วารุณี ปิตธวัชชัย. การศึกษาเปรียบเทียบค่าสถิติของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกไม่เท่ากัน. วิทยานินทร์ ค.ม. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2514. อัดสำเนา.
- วิภาดา วัฒนกุลกิตต์. การเปรียบเทียบค่าความยาก ค่าความเชื่อมั่น และสัดส่วนการเดาของแบบทดสอบเลือกตอบที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกัน. ปรินญาณินทร์ กศ.ม. กรุงเทพฯ ฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- วิญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2522.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติวิทยาทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2522.
- . หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.
- . หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพรจำกัด, 2528.
- สมบูรณ์ ชิตพงศ์ และสำเริง บุญเรืองรัตน์. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2518.
- สุวิมล มาลีชัย. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินธิยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.
- อนันต์ ศรีโสภกา. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.
- อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์. การใช้แบบทดสอบวัดธรรมชาติความสามารถทางสมอง โดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.

Adler, Nurit and Guttman, Ruth. "The Radex Structure of Intelligence : A Replication," Educational and Psychological Measurement. 42 : 739 - 747 ; Autumn, 1982.

Anastasi, Anne. Psychological Testing. 2nd ed. New York : Macmillan Company, 1961.

Baraheni, M. Naghi. "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement. 34(4) : 983 - 988; 1974.

Bingham, Walter Van Duke. Aptitude and Aptitude Testing. New York : Harper and Brothers, 1937.

- Bortner, M. "Standard Progressive Matrices," In O.K. Buras (Ed). The Sixth Mental Measurements Yearbook. Highlan Park, Gryphon, 1965.
- Budescu, David V. and Nevo, Barch. "Optimal Number of Options : An Investigation of the Assumption of Proportionality," Journal of Educational Measurement. 22 : 183 - 196 ; Fall, 1985.
- Cattell, Ramond B. Abilities : Their Structure Growth and Action. Boston : Houghton Mifflin Co., 1971.
- Costin, F. "The Optimal Number of Alternatives in Multiple - Choice Achievement Test : Some Empirical Evidence for a Mathematical Proff," Educational and Psychological Measurement. 30 : 353 - 358, 1970.
- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. New York : Harper, 1960.
- Dash, S.C. and Kanungo R. "Progressive Matrices and School Success," Psychological Abstracts. 35 : 393 ; June, 1961.
- Ebel, R.L. "Expected Reliabilities as a Function of Choice Per Item," Educational and Psychological Measurement. 29 : 565 - 570; 1969.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. Tokyo : Kosaido Printing Co, LTD., 1981.
- Foorman, Barbara R., Barbara R. Sadowski and Jeffry A. Basen. "Children's Solutions for Figural Matrices : Developmental Difference in Strategies and Effects of Matrix Characteristics," Journal of Experimental Child Psychology. 39 : 107 - 130; 1985.

- Furst, Edward J. Constructing Evaluation Instrument. New York : David Mc. Kay Company, Inc., 1964.
- Garrett, Henry E. Testing for Teachers. New York : American Book Company, 1946.
- Gronlund, N.E. Measurement and Evaluation in Teaching. New York : Holt, Rinchart and Winston, 1976.
- Guilford, J.P. Field of Psychology. 3rd ed. London : D. Van Nostrand Company, 1966.
- . The Nature of Human Intelligence. New York : Mcgraw-Hill, 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.
- Jacob, Paul I. and Mary Vandeventer. "Evaluation the Teaching of Intelligence," Educational and Psychological Measurement. 32 : 235 - 248; 1972.
- Jensen, A.R. "Patterns of Mental ability and socioeconomic status," Proceedings National Academy of Science. 60 : 1330 - 1337, 1968.
- Keehn, J.D. and Prothro E. Terry. "Non-Verbal Test as Predictors of Academic Success in Lebanon," Education and Psychological Measurement. 15 : 495 - 498 ; Winter, 1955.

- Knief, Lotus M. and James B. Stroud "Intercorrelation Among Various Intelligence, Achievement and Social Class Scores," The Journal of Educational Psychology. 50 : 117 - 120; 1959.
- Krejcie, Robert V. and Daryle W. Morgan "Determining Sample Size for Research Activities," Educational and Psychological Measurement. 30 : 607 - 610; 1970.
- McCarthy, Maureen. "The Standard Progressive Matrices : A Pilot Study in a Nigerian Technical Collage," West African Journal of Education. 18(1) : 69 - 76; 1974.
- Mehrens, W.A. and Lehmann J. Irvin. Measurement and Evaluation in Education and Psychology. 2nd ed. New York : Holt Rinchart and Winston, 1973.
- . Standardized Tests in Education. 3rd ed. New York : Holt Rinchart and Winston, 1980.
- Monroe, W.S. Encyclopedia of Educational Research. New York : The Macmillan Company, 1952.
- Moskowitz, Marles J. and Orgel R. Arther. General Psychology. Boston : Houghton Mifflin Company, 1969.
- Mulhollan, Timothy M., James W. Pellegrino and Robert Glaser. "Component of Geometric Analogy Solution," Cognitive Psychology. 12 : 252 - 284; 1980.
- Remmers, H.H. and R.H. Adkins. "Reliability of Multiple-Choice Measurement Instruments As a Function of the Spearman-Brown Formula IV," Journal of Educational Psychology. 33 : 385 - 390; 1952.

- Snedecor and Corhran. Statistical Methods. Iowa : Iowa State University Press, 1967.
- Stone Beth and Mary Carol Day. "A Developmental Study of The Processes Underlying Solution of Figural Matrices," Child Development. 52 : 359 - 362; 1981.
- Thurstone, L.L. Primary Mental Abilities. Chicago : University of Chicago Press, 1958.
- Torgerson, T.L. and G.S. Adam Measurement and Evaluation for the Elementary School Teacher. New York : The Dryden Press, 1964.
- Tversky, A. "On the Optimal Number of Alternatives at a Choice Point," Journal of Mathematical Psychology. 1 : 386 - 391; 1964.
- Ward J. and T.F. Fitzpatrick. "Characteristic of Matrices item," Perceptual and Motor Skills. 36 : 987 - 993; 1973.
- Williams, B.J. and R.L. Ebel. "The Effect of Varying the Number of Alternatives per Item on the Multiple-Choice Vocabulary Test Item," The Fourteenth Year Book of the National Council on Measurements. 63 - 65; 1957.
- Zimmerman, W.S. and L.G. Humphreys. "Item Reliability As a Function of the Omission of Mislead," American Psychology. 8 : 460 - 461; 1953.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) รายชื่อ
ของข้อสอบที่คัดเลือกไว้ในการทดลอง เครื่องมือ

ตาราง 31 ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบที่ตัดเลือกไว้

ความสัมพันธ์ที่ ใช้ออกข้อสอบ	ตัวเลือก											
	1		2		3		4		5		6	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	p	p	r
เพิ่ม	.02	.05	.09	.11	.74*	.47*	.09	.11	.04	.05	.05	.06
เพิ่ม	.14	.05	.09	.14	.03	.03	.08	.13	.63*	.45*	.05	.06
เพิ่ม	.60*	.50*	.08	.06	.07	.11	.06	.11	.08	.06	.11	.10
เพิ่ม	.09	.18	.07	.14	.10	.14	.10	.05	.08	.03	.55*	.54*
เพิ่ม	.54*	.47*	.09	.16	.20	.11	.09	.13	.05	.03	.02	.05
เพิ่ม	.09	.17	.17	.16	.09	.08	.52*	.57*	.04	.05	.09	.13
เพิ่ม	.07	.11	.10	.16	.51*	.71*	.14	.21	.11	.13	.07	.14
เพิ่ม	.06	.10	.50*	.52*	.08	.10	.10	.16	.17	.02	.07	.11
ลด	.63*	.52*	.06	.05	.06	.08	.09	.11	.05	.06	.14	.19
ลด	.06	.10	.11	.13	.10	.18	.58*	.59*	.06	.06	.08	.10
ลด	.18	.02	.53*	.44*	.06	.11	.10	.17	.04	.05	.09	.09
ลด	.05	.03	.51*	.48*	.18	.16	.11	.16	.09	.08	.06	.05
ลด	.09	.14	.12	.02	.49*	.41*	.10	.11	.13	.13	.05	.03
ลด	.10	.05	.09	.08	.48*	.43*	.13	.14	.14	.06	.06	.11
ลด	.05	.00	.08	.13	.16	.13	.14	.16	.15	.05	.41*	.46*
ลด	.08	.00	.12	.14	.22	.13	.10	.16	.39*	.55*	.07	.08
หาตัวร่วม	.07	.05	.61*	.51*	.12	.21	.11	.06	.07	.11	.02	.03
หาตัวร่วม	.06	.11	.15	.30	.09	.03	.06	.05	.10	.08	.54*	.59*
หาตัวร่วม	.09	.13	.07	.08	.11	.13	.09	.06	.49*	.48*	.13	.11
หาตัวร่วม	.36*	.57*	.09	.14	.08	.16	.10	.13	.25	.00	.07	.05
หาตัวร่วม	.14	.02	.14	.02	.10	.11	.14	.08	.39*	.32*	.07	.05

ความสัมพันธ์ที่ ใช้ออกข้อสอบ	ตัวเลือก											
	1		2		3		4		5		6	
	p	r	p	r	p	r	p	r	p	p	p	r
หาตัวร่วม	.35*	.64*	.21	.27	.14	.11	.06	.08	.16	.06	.04	.05
หาตัวร่วม	.14	.08	.25	.18	.13	.13	.06	.00	.06	.06	.33*	.48*
หาตัวร่วม	.29*	.56*	.06	.10	.12	.08	.20	.24	.23	.02	.05	.06
บวกเอกลักษณ์	.03	.06	.63*	.59*	.13	.11	.04	.08	.08	.16	.09	.16
บวกเอกลักษณ์	.09	.06	.05	.00	.09	.09	.59*	.39*	.09	.08	.09	.16
บวกเอกลักษณ์	.10	.08	.02	.03	.14	.21	.08	.16	.10	.06	.58*	.55*
บวกเอกลักษณ์	.57*	.54*	.11	.03	.10	.19	.11	.13	.06	.10	.05	.06
บวกเอกลักษณ์	.48*	.47*	.19	.19	.16	.11	.04	.08	.04	.02	.08	.09
บวกเอกลักษณ์	.05	.03	.47*	.36*	.07	.11	.16	.13	.14	.10	.10	.00
บวกเอกลักษณ์	.45*	.45*	.10	.08	.12	.05	.10	.14	.12	.14	.11	.03
บวกเอกลักษณ์	.13	.13	.18	.00	.14	.13	.06	.13	.41*	.52*	.06	.11
อนุกรมจำนวน	.03	.03	.80*	.35*	.06	.11	.04	.02	.05	.03	.03	.06
อนุกรมจำนวน	.02	.03	.07	.11	.13	.19	.68*	.52*	.06	.05	.07	.11
อนุกรมจำนวน	.10	.11	.03	.00	.10	.11	.66*	.44*	.07	.08	.07	.11
อนุกรมจำนวน	.06	.11	.09	.05	.06	.06	.59*	.36*	.10	.02	.10	.11
อนุกรมจำนวน	.06	.09	.07	.05	.59*	.40*	.14	.09	.06	.13	.08	.03
อนุกรมจำนวน	.05	.10	.08	.10	.10	.05	.09	.08	.11	.19	.57*	.54*
อนุกรมจำนวน	.07	.08	.13	.10	.55*	.50*	.08	.10	.10	.14	.08	.10
อนุกรมจำนวน	.06	.03	.08	.16	.09	.08	.10	.02	.52*	.28*	.15	.02

* หมายถึง ตัวถูก

ภาคผนวก ข

ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ)

รายชื่อของแบบทดสอบอนุกรมมิติในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตาราง 32 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.80	0.43	9.7	21	0.46	0.36	13.4
2	0.61	0.52	11.8	22	0.54	0.33	12.6
3	0.54	0.33	12.6	23	0.48	0.30	13.2
4	0.46	0.35	13.4	24	0.40	0.44	14.0
5	0.63	0.37	11.6	25	0.80	0.42	9.6
6	0.74	0.44	10.4	26	0.55	0.52	12.5
7	0.70	0.51	10.9	27	0.58	0.41	12.2
8	0.41	0.45	13.9	28	0.32	0.33	14.9
9	0.63	0.40	11.7	29	0.60	0.52	12.0
10	0.58	0.42	12.2	30	0.71	0.59	10.8
11	0.60	0.48	12.0	31	0.58	0.51	12.2
12	0.55	0.39	12.5	32	0.46	0.45	13.4
13	0.42	0.33	13.8	33	0.41	0.24	13.9
14	0.79	0.44	9.7	34	0.58	0.55	12.2
15	0.84	0.39	9.0	35	0.57	0.29	12.3
16	0.83	0.69	9.1	36	0.63	0.52	11.7
17	0.68	0.47	11.2	37	0.34	0.37	14.6
18	0.43	0.52	13.7	38	0.41	0.44	13.9
19	0.67	0.63	11.2	39	0.46	0.35	13.4
20	0.61	0.51	11.9	40	0.52	0.47	12.8

ตาราง 33 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.79	0.49	9.8	21	0.54	0.56	12.6
2	0.57	0.52	12.3	22	0.43	0.42	13.7
3	0.52	0.41	12.8	23	0.40	0.31	14.1
4	0.47	0.42	13.3	24	0.35	0.51	14.6
5	0.67	0.40	11.2	25	0.74	0.50	10.4
6	0.69	0.37	11.0	26	0.48	0.58	13.2
7	0.70	0.48	10.9	27	0.51	0.49	12.9
8	0.32	0.49	14.8	28	0.26	0.40	15.6
9	0.57	0.30	12.3	29	0.54	0.57	12.6
10	0.53	0.34	12.7	30	0.59	0.64	12.1
11	0.66	0.54	11.3	31	0.57	0.48	12.3
12	0.49	0.54	13.1	32	0.36	0.52	14.5
13	0.47	0.50	13.3	33	0.26	0.44	15.6
14	0.69	0.53	11.1	34	0.48	0.52	13.2
15	0.79	0.45	9.8	35	0.45	0.39	13.5
16	0.72	0.59	10.6	36	0.55	0.56	12.5
17	0.49	0.29	13.1	37	0.30	0.19	15.1
18	0.41	0.55	13.9	38	0.27	0.43	15.5
19	0.67	0.70	11.3	39	0.27	0.62	15.5
20	0.45	0.52	13.5	40	0.41	0.35	14.0

ตาราง 34 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.87	0.42	8.6	21	0.44	0.50	13.6
2	0.58	0.49	12.2	22	0.48	0.42	13.2
3	0.56	0.39	12.4	23	0.29	0.26	15.2
4	0.48	0.44	13.2	24	0.35	0.52	14.5
5	0.62	0.40	11.8	25	0.72	0.47	10.6
6	0.65	0.56	11.5	26	0.48	0.46	13.2
7	0.71	0.48	10.7	27	0.48	0.54	13.2
8	0.29	0.34	15.3	28	0.32	0.44	14.9
9	0.43	0.30	13.7	29	0.48	0.47	13.2
10	0.47	0.40	13.3	30	0.56	0.46	12.4
11	0.59	0.49	12.1	31	0.47	0.49	13.3
12	0.42	0.36	13.8	32	0.32	0.41	14.8
13	0.49	0.50	13.1	33	0.26	0.44	15.6
14	0.61	0.43	11.8	34	0.45	0.41	13.5
15	0.67	0.45	11.2	35	0.38	0.48	14.2
16	0.70	0.63	10.9	36	0.52	0.42	12.8
17	0.53	0.52	12.7	37	0.22	0.34	16.0
18	0.31	0.47	15.0	38	0.27	0.42	15.5
19	0.62	0.58	11.8	39	0.40	0.45	14.1
20	0.39	0.51	14.1	40	0.34	0.35	14.6

ตาราง 35 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติไม่แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.81	0.53	9.4	21	0.55	0.56	12.5
2	0.63	0.50	11.7	22	0.53	0.45	12.7
3	0.56	0.37	12.4	23	0.48	0.38	13.2
4	0.34	0.31	14.6	24	0.33	0.32	14.8
5	0.46	0.19	13.4	25	0.70	0.48	10.9
6	0.72	0.44	10.7	26	0.59	0.67	12.1
7	0.55	0.49	12.5	27	0.57	0.57	12.3
8	0.30	0.34	15.1	28	0.33	0.42	14.8
9	0.71	0.55	10.8	29	0.65	0.61	11.5
10	0.32	0.16	14.9	30	0.65	0.54	11.5
11	0.69	0.61	11.1	31	0.51	0.42	12.9
12	0.30	0.46	15.1	32	0.51	0.45	12.9
13	0.46	0.29	13.4	33	0.47	0.41	13.3
14	0.78	0.51	10.0	34	0.57	0.51	12.3
15	0.70	0.38	10.9	35	0.36	0.25	14.4
16	0.58	0.57	12.2	36	0.69	0.56	11.1
17	0.66	0.54	11.3	37	0.43	0.42	13.7
18	0.40	0.44	14.0	38	0.48	0.48	13.2
19	0.69	0.58	11.0	39	0.45	0.24	13.5
20	0.40	0.26	14.0	40	0.47	0.30	13.3

ตาราง 36 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.81	0.55	9.5	21	0.56	0.64	12.4
2	0.57	0.49	12.3	22	0.52	0.45	12.8
3	0.48	0.19	13.2	23	0.41	0.54	13.9
4	0.37	0.50	14.3	24	0.25	0.24	15.7
5	0.42	0.29	13.8	25	0.63	0.50	11.7
6	0.63	0.43	11.7	26	0.49	0.40	13.1
7	0.62	0.39	11.7	27	0.49	0.36	13.1
8	0.31	0.22	15.0	28	0.21	0.40	16.3
9	0.66	0.44	11.3	29	0.53	0.62	12.7
10	0.29	0.14	15.2	30	0.57	0.47	12.3
11	0.55	0.56	12.5	31	0.50	0.50	13.0
12	0.43	0.38	13.7	32	0.31	0.58	15.0
13	0.37	0.52	14.3	33	0.47	0.33	13.3
14	0.69	0.47	11.1	34	0.46	0.51	13.4
15	0.67	0.48	11.2	35	0.27	0.20	15.5
16	0.61	0.51	11.9	36	0.63	0.61	11.6
17	0.51	0.47	12.9	37	0.31	0.37	14.9
18	0.35	0.49	14.5	38	0.32	0.54	14.9
19	0.61	0.62	11.9	39	0.43	0.50	13.7
20	0.33	0.21	14.7	40	0.28	0.24	15.4

ตาราง 37 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ
อนุกรมมิติแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	0.84	0.48	9.1	21	0.56	0.63	12.4
2	0.59	0.44	12.1	22	0.37	0.42	14.4
3	0.50	0.32	13.0	23	0.38	0.38	14.2
4	0.34	0.37	14.6	24	0.28	0.26	15.3
5	0.35	0.23	14.5	25	0.60	0.39	12.0
6	0.54	0.43	12.6	26	0.42	0.59	13.8
7	0.51	0.40	12.9	27	0.49	0.44	13.1
8	0.17	0.29	16.8	28	0.21	0.20	16.3
9	0.54	0.45	12.6	29	0.49	0.62	13.1
10	0.20	0.22	16.4	30	0.53	0.50	12.7
11	0.67	0.59	11.3	31	0.48	0.47	13.2
12	0.28	0.42	15.3	32	0.22	0.29	16.1
13	0.32	0.39	14.8	33	0.35	0.56	14.6
14	0.56	0.44	12.4	34	0.34	0.51	14.7
15	0.63	0.43	11.7	35	0.21	0.21	16.2
16	0.59	0.54	12.1	36	0.50	0.52	13.0
17	0.52	0.56	12.8	37	0.29	0.19	15.2
18	0.24	0.37	15.9	38	0.31	0.44	15.0
19	0.54	0.61	12.6	39	0.23	0.23	15.9
20	0.26	0.19	15.5	40	0.24	0.16	15.9

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ (ฉบับที่ 1)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไปในตำแหน่งคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรจะเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 4 ที่ให้มาให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

◼ ▲	◻ ▲	◼ ▼
◻ ▲	◻ ▲	◻ ▲
◼ ▲	◻ ▲	?

◼ ▲	◻ ▲	◻ ▲	◼ ▼
1	2	3	4

จากตัวอย่าง (0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	✕
---	---	---	---

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

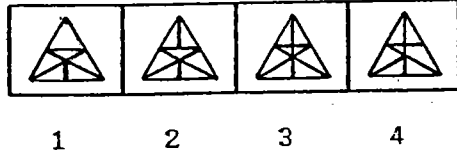
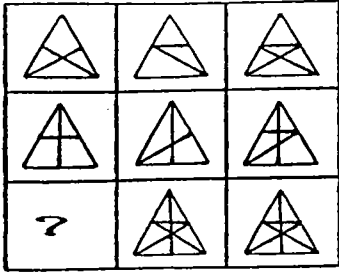
(0)

1	✕	3	✕
---	---	---	---

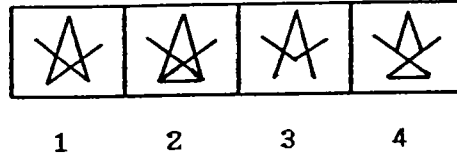
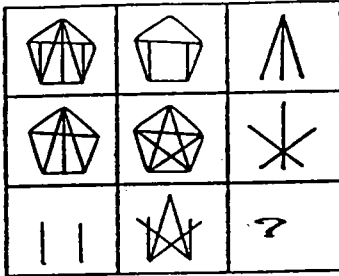
5. ถ้าพบว่าข้อสอบข้อใดยาก อย่าเดาคำตอบ หรืออย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

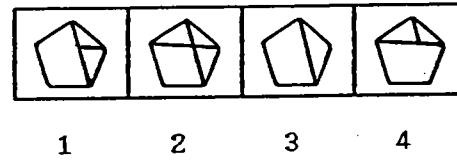
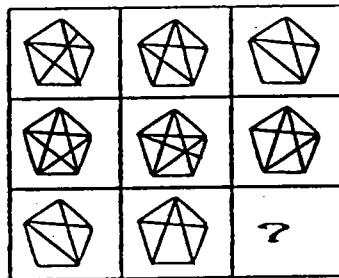
1.



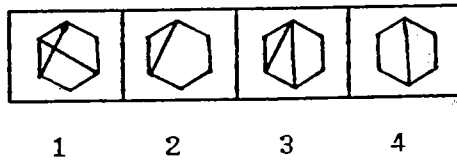
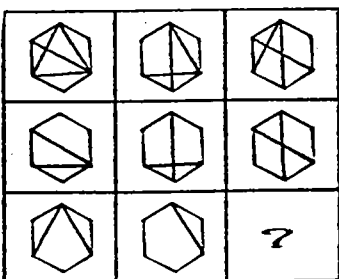
2.



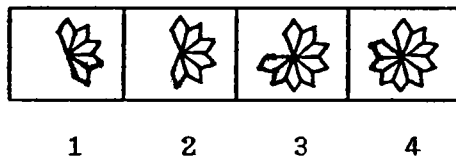
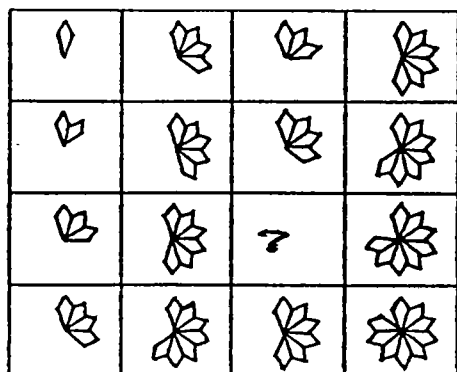
3.



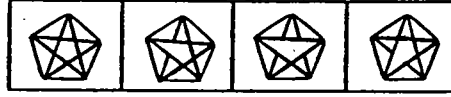
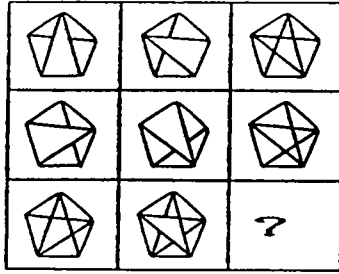
4.



5.



6.



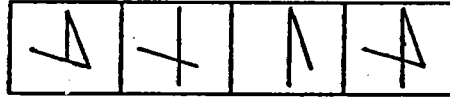
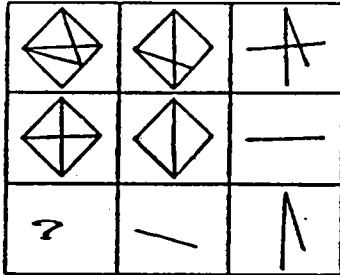
1

2

3

4

7.



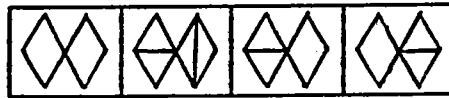
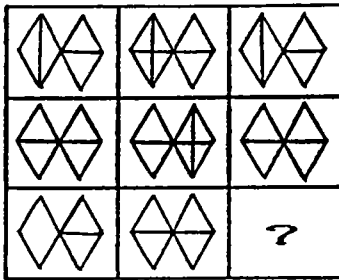
1

2

3

4

8.



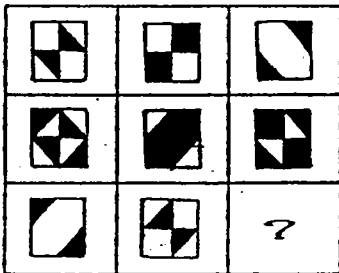
1

2

3

4

9.



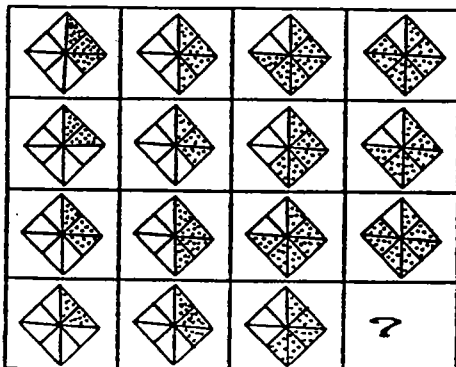
1

2

3

4

10.



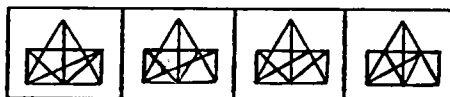
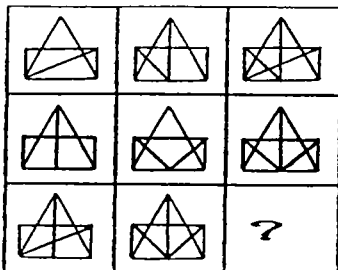
1

2

3

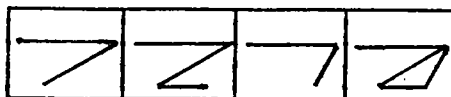
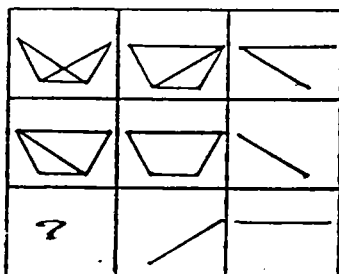
4

11.



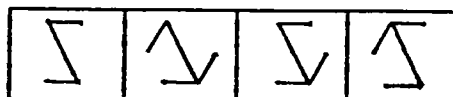
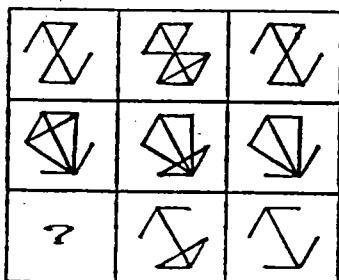
1 2 3 4

12.



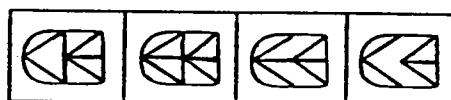
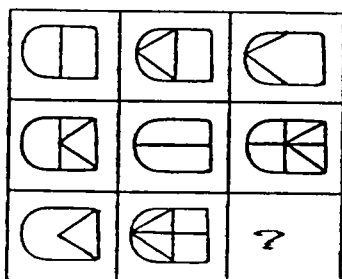
1 2 3 4

13.



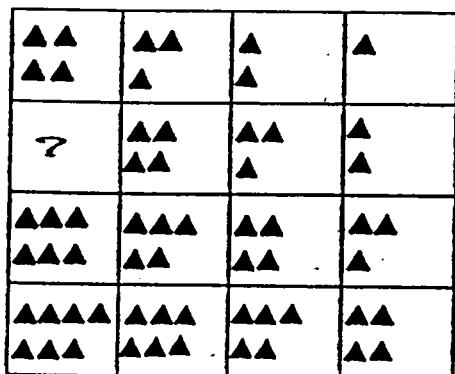
1 2 3 4 5

14.



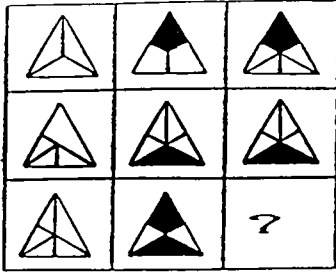
1 2 3 4

15.



1 2 3 4

16.



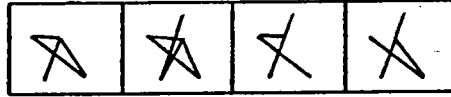
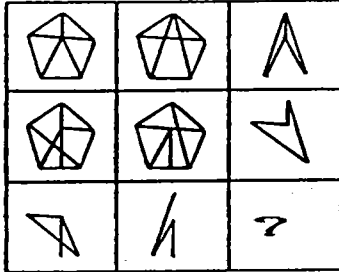
1

2

3

4

17.



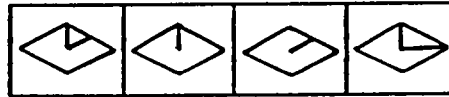
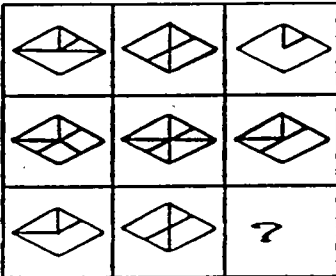
1

2

3

4

18.



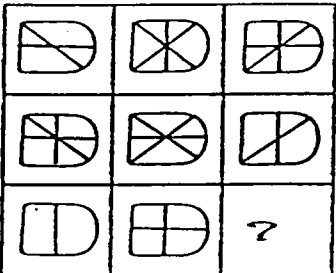
1

2

3

4

19.



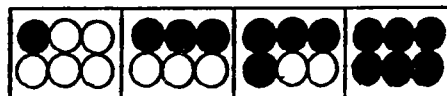
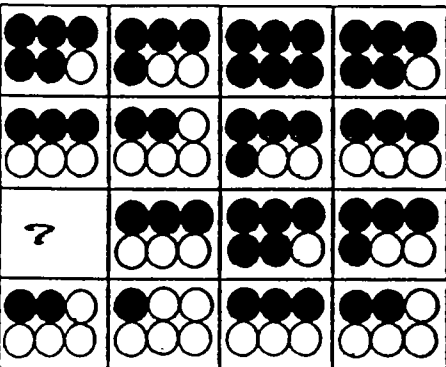
1

2

3

4

20.



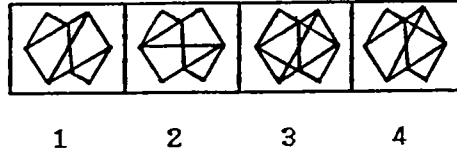
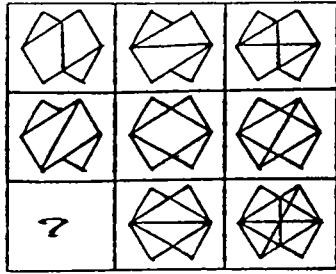
1

2

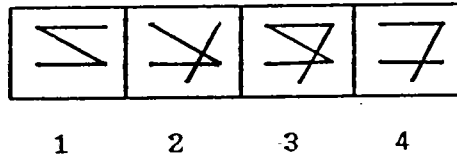
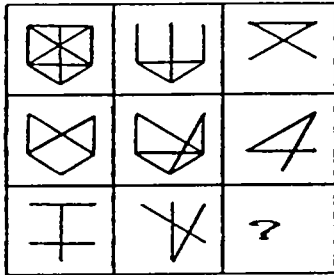
3

4

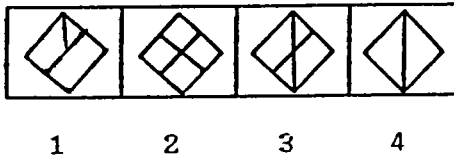
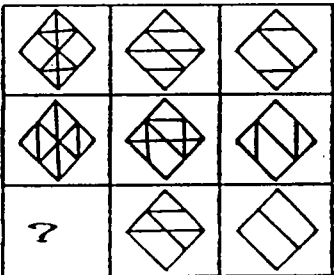
21.



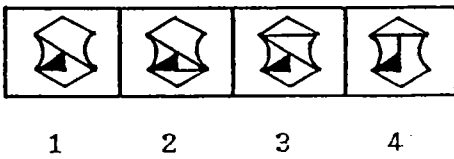
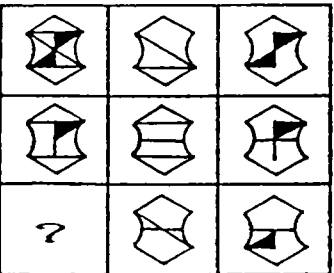
22.



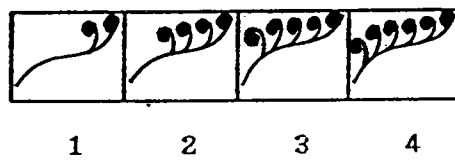
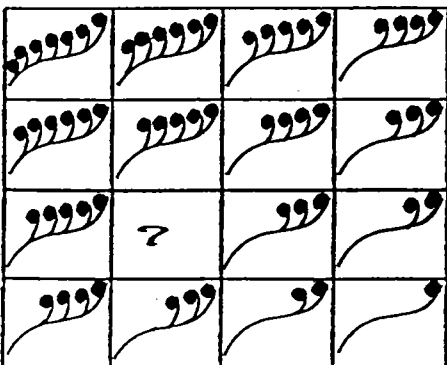
23.

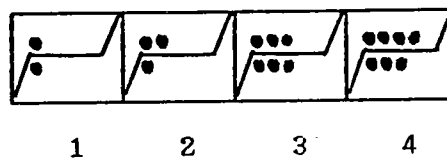
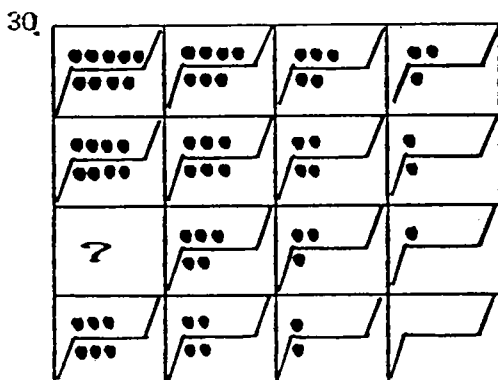
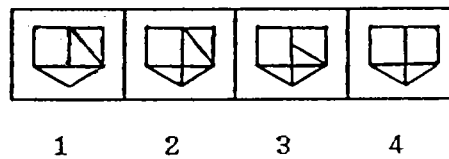
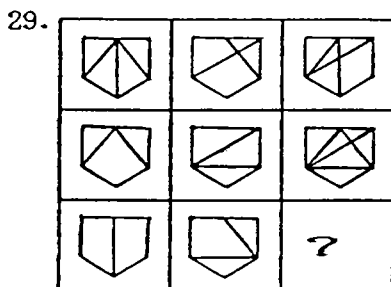
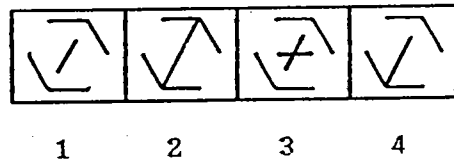
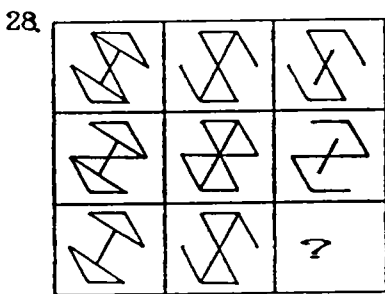
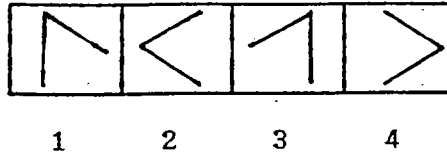
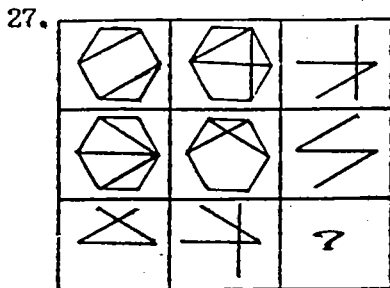
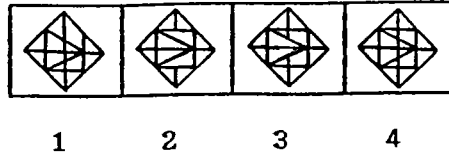
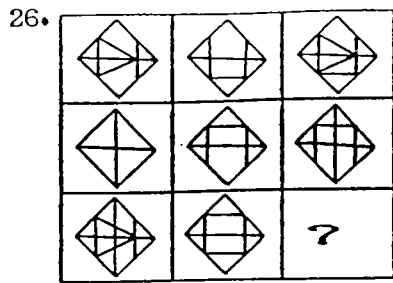


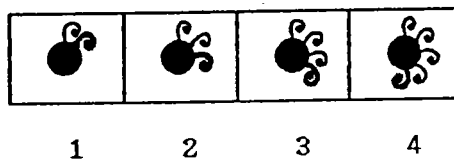
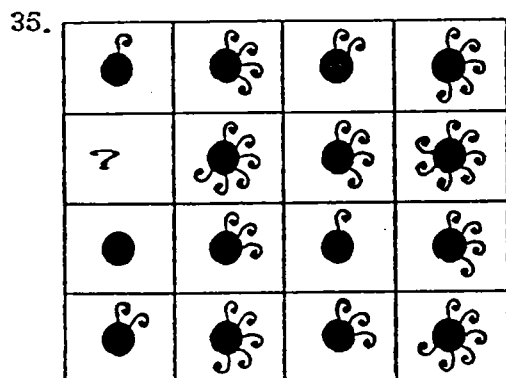
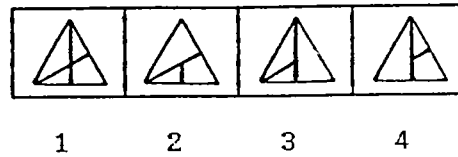
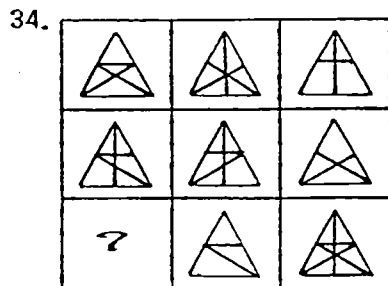
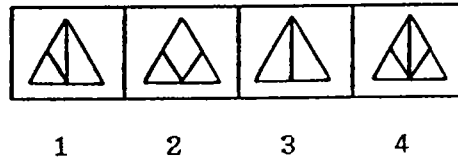
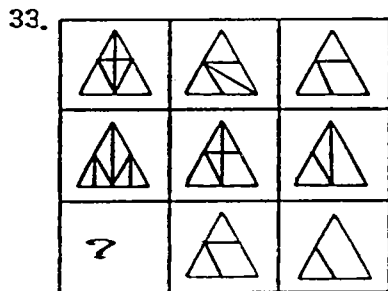
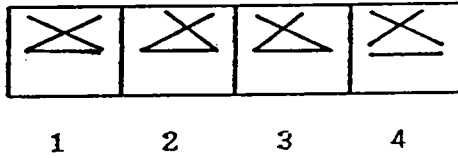
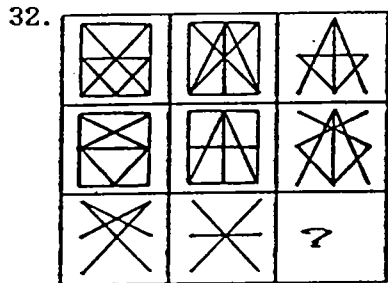
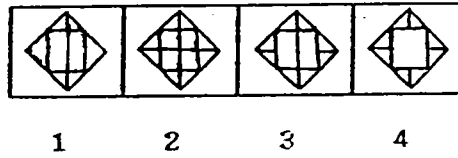
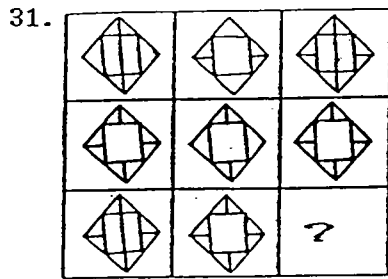
24.



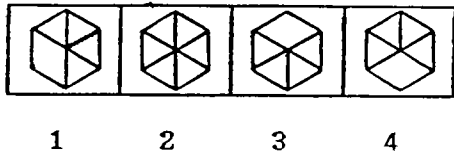
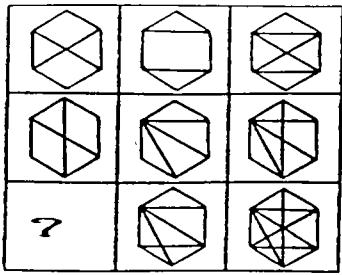
25.



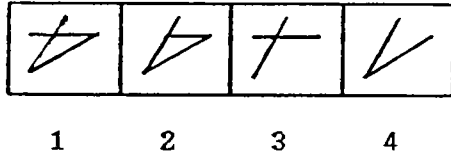
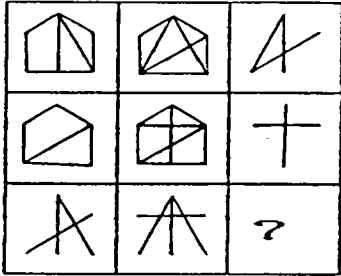




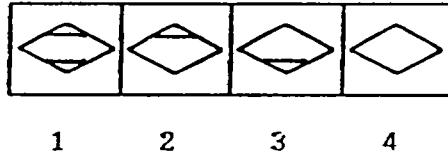
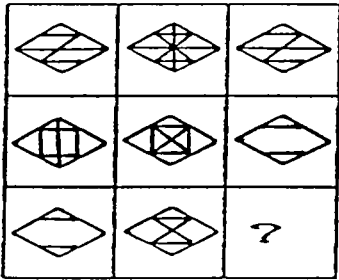
36.



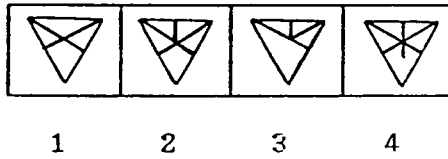
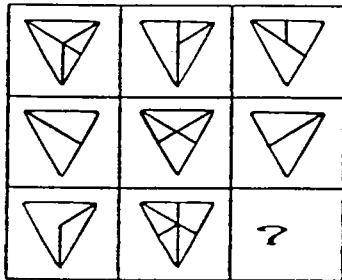
37.



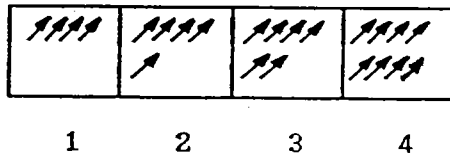
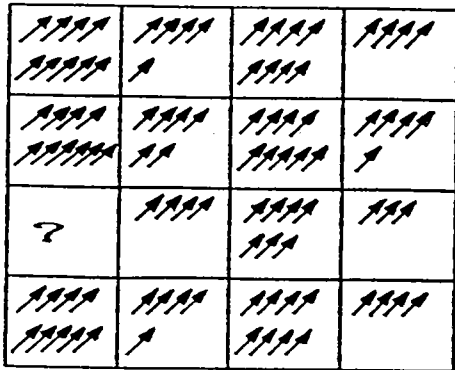
38.



39.



40.



แบบทดสอบอนุกรมมิติ
(ฉบับที่ 2)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไปในตำแหน่งคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 5 ที่ให้มาให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

		?

1	2	3	4	5

จากตัวอย่าง (0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	4	5
---	---	---	--------------	---

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

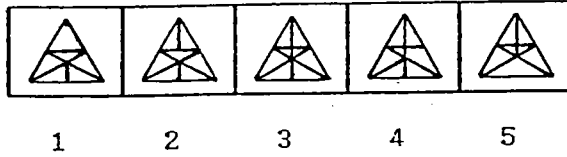
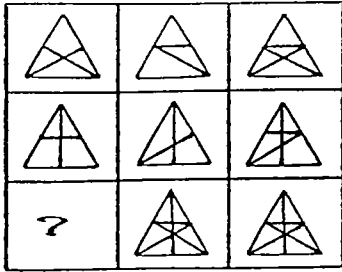
(0)

1	4	3	4	5
---	--------------	---	--------------	---

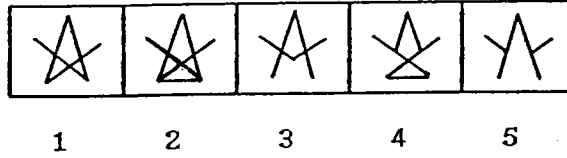
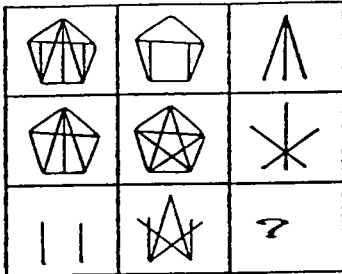
5. ถ้าพบว่ามีข้อสอบข้อใดยาก อย่าเดาคำตอบ หรือ อย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

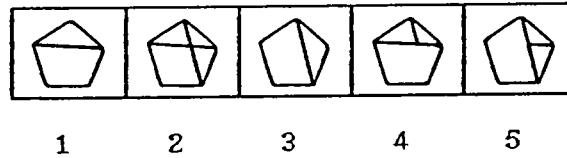
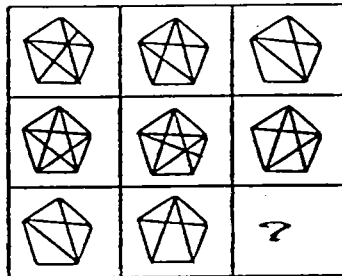
1.



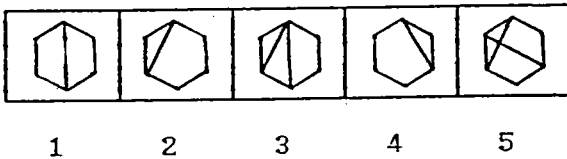
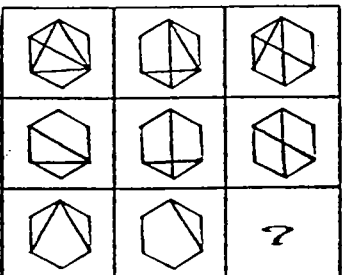
2.



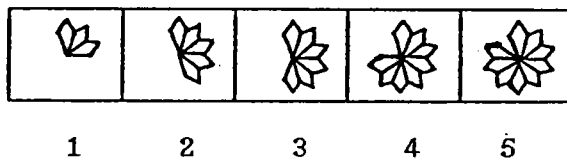
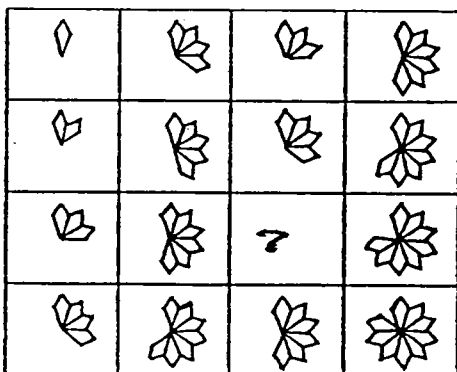
3.

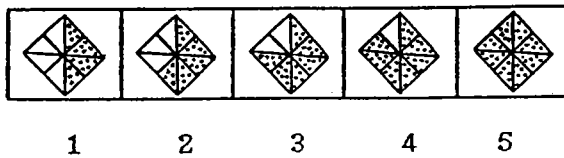
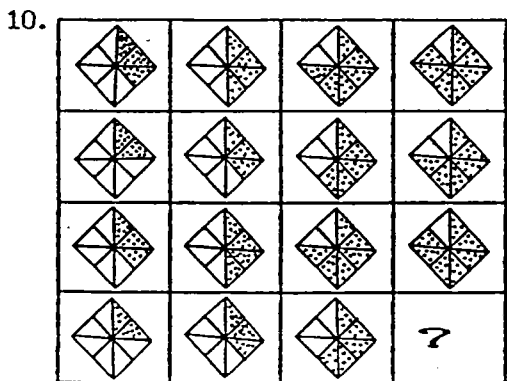
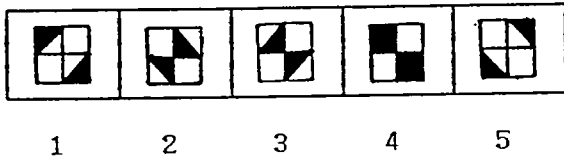
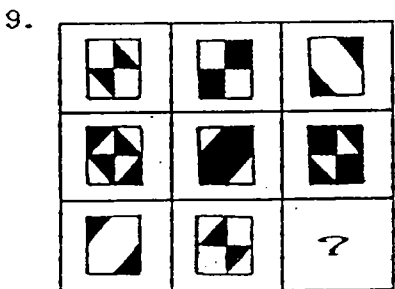
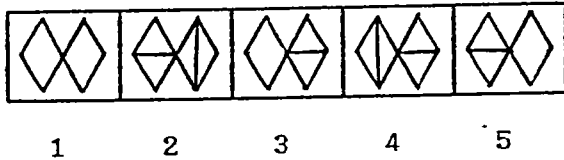
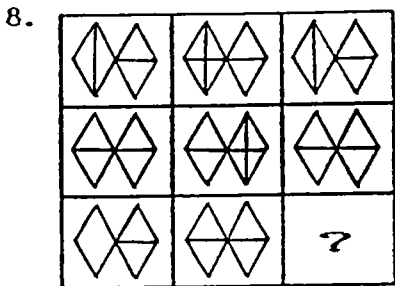
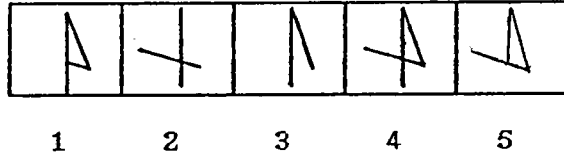
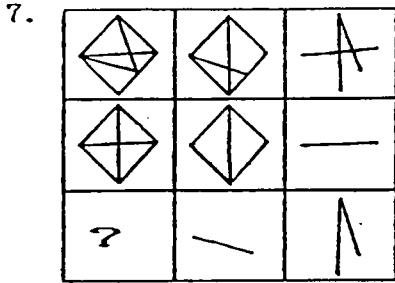
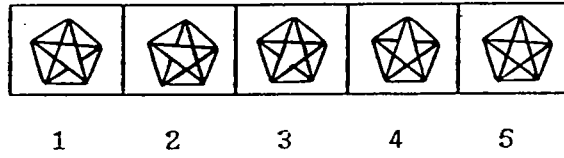
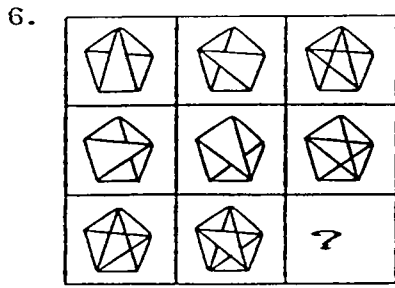


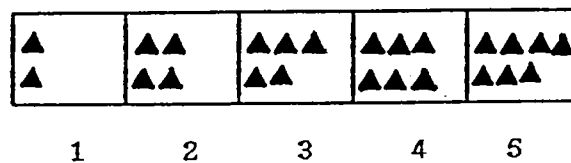
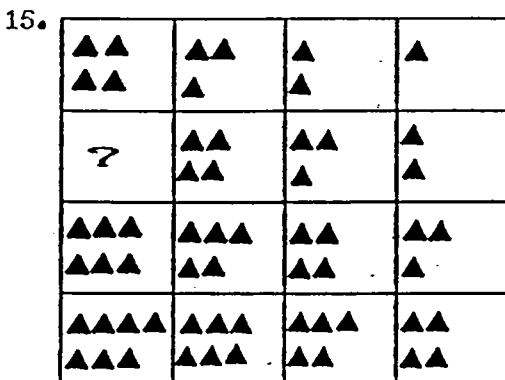
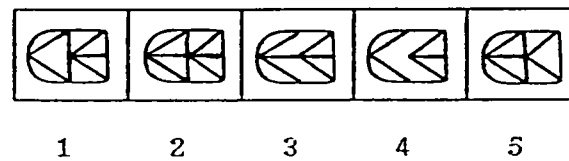
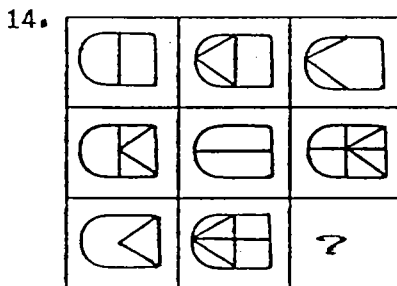
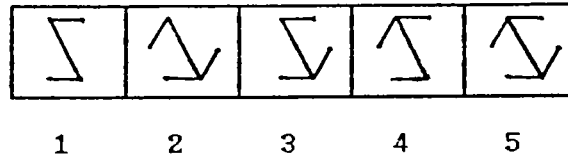
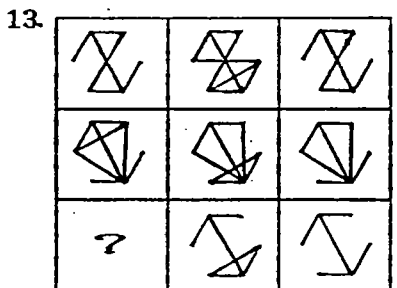
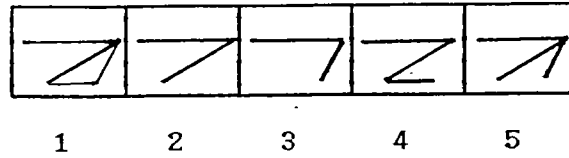
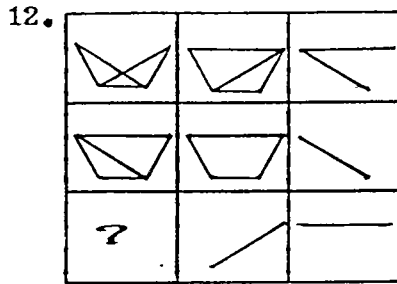
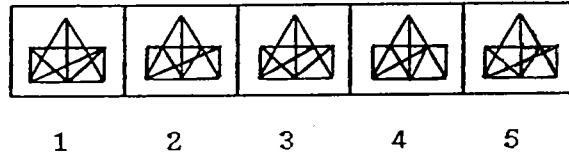
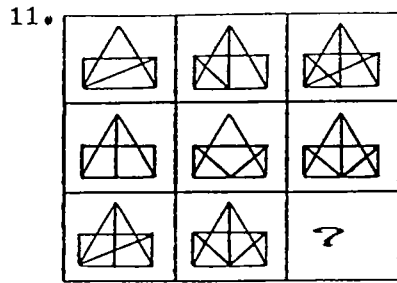
4.



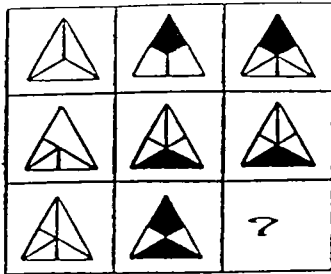
5.





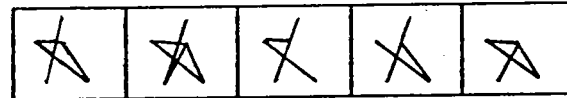
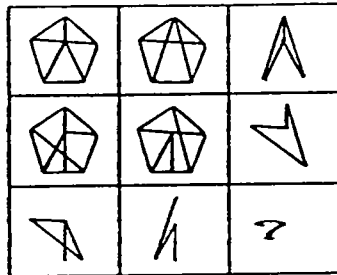


16.



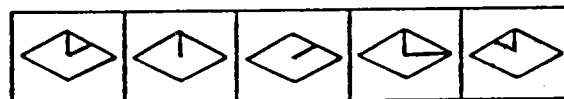
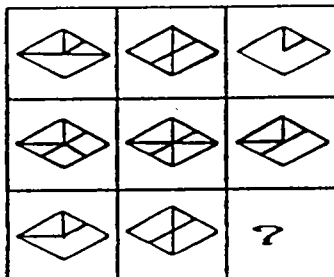
1 2 3 4 5

17.



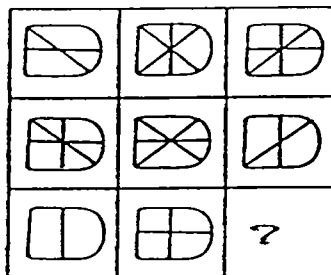
1 2 3 4 5

18.



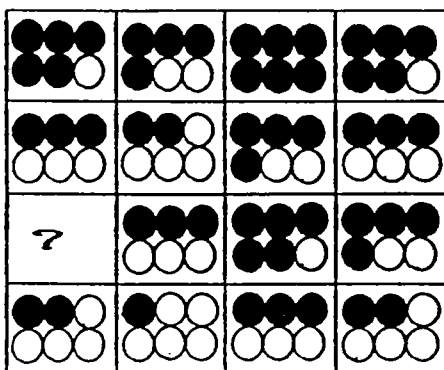
1 2 3 4 5

19.



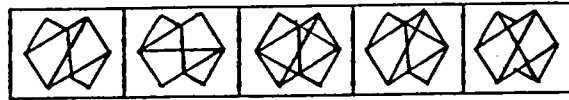
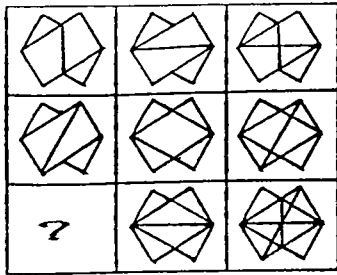
1 2 3 4 5

20.



1 2 3 4 5

21.



1

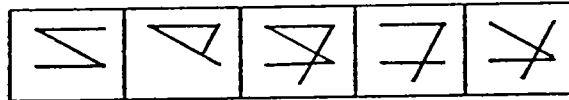
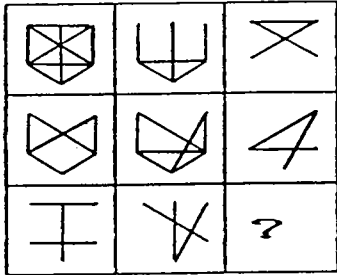
2

3

4

5

22.



1

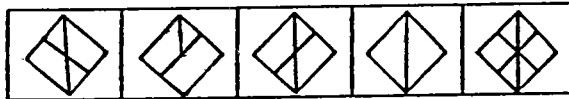
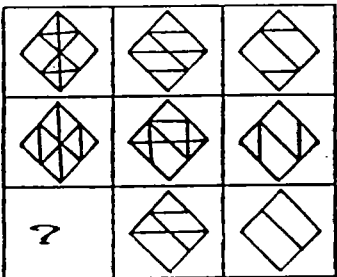
2

3

4

5

23.



1

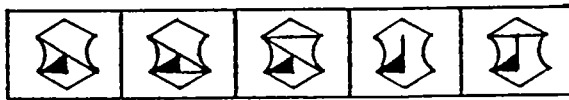
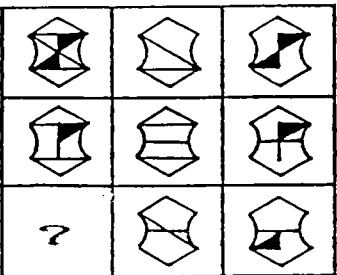
2

3

4

5

24.



1

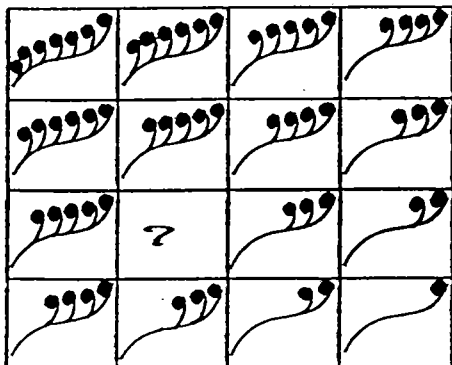
2

3

4

5

25.



1

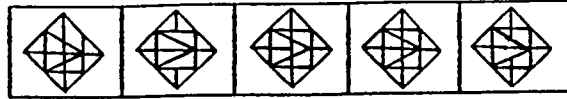
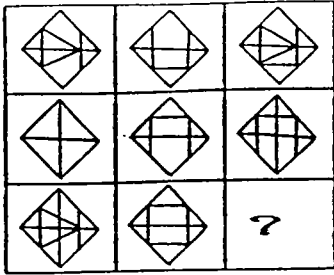
2

3

4

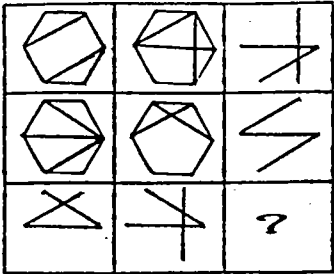
5

26.



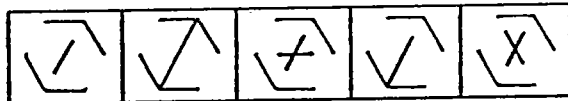
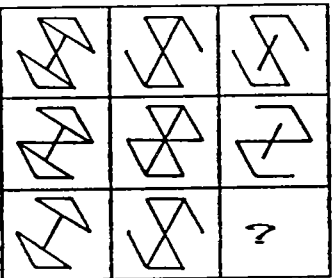
1 2 3 4 5

27.



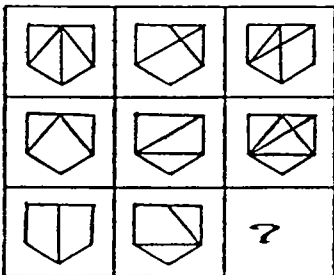
1 2 3 4 5

28.



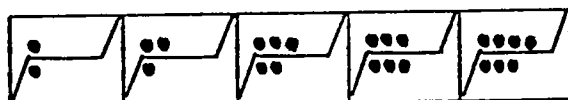
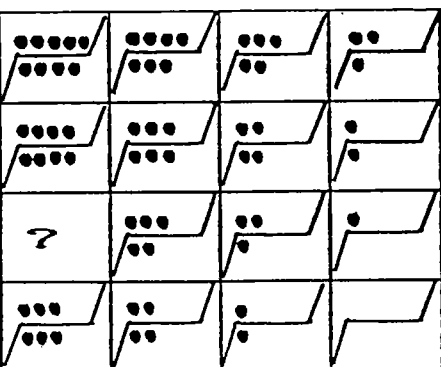
1 2 3 4 5

29.

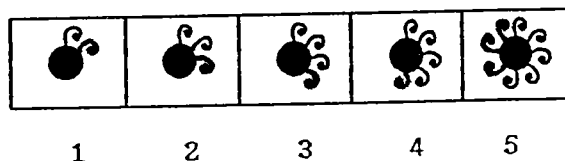
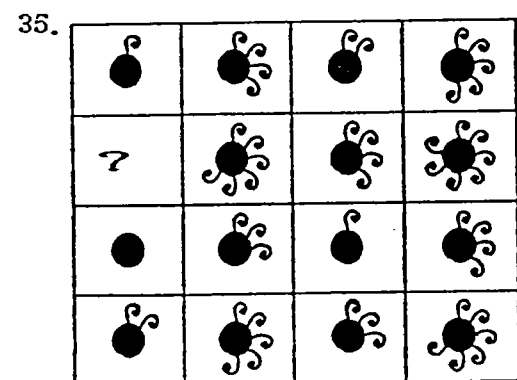
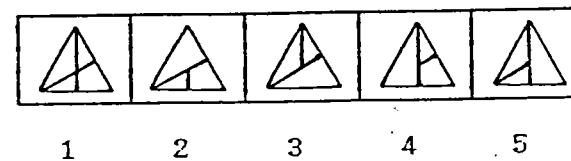
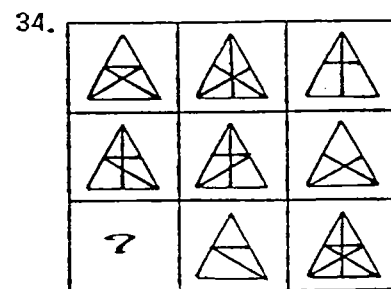
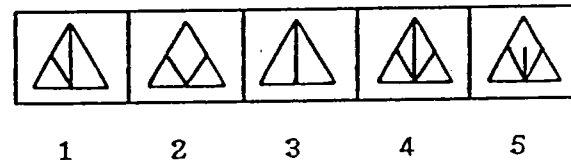
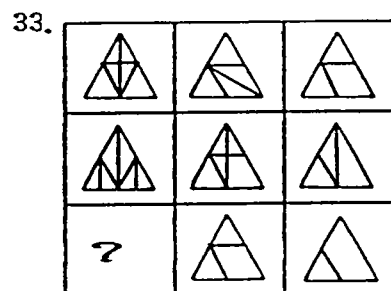
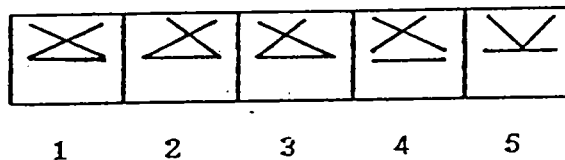
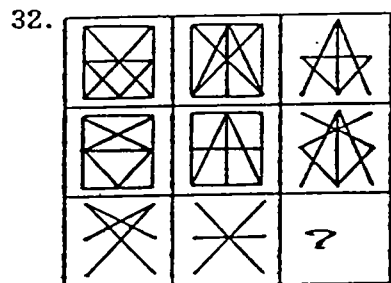
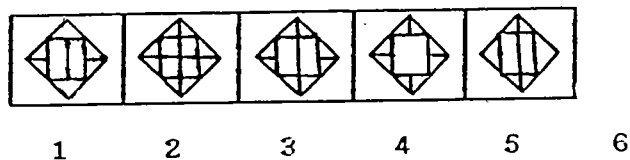
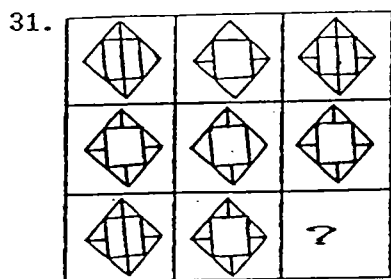


1 2 3 4 5

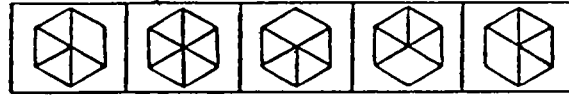
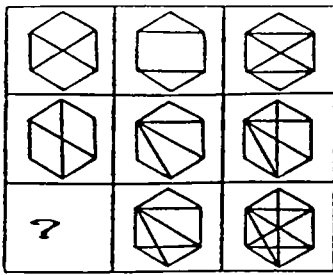
30.



1 2 3 4 5

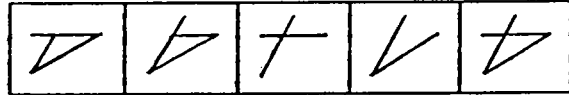
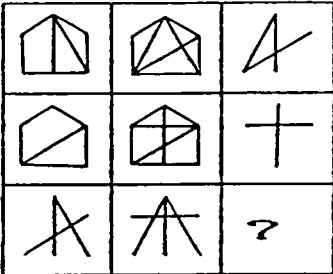


36.



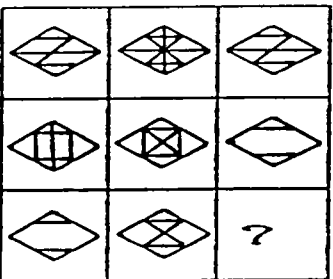
1 2 3 4 5

37.



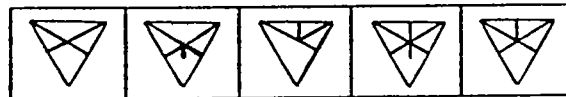
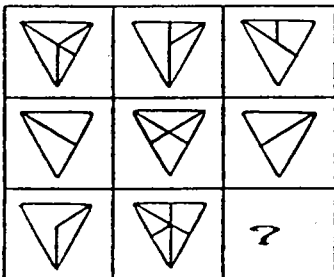
1 2 3 4 5

38.



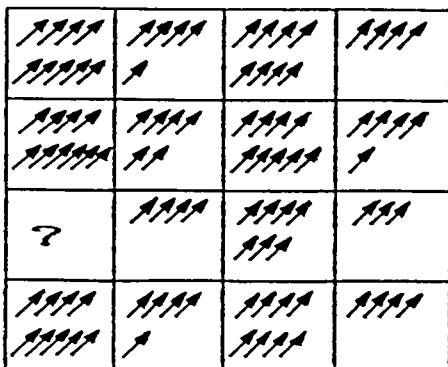
1 2 3 4 5

39.



1 2 3 4 5

40.



1 2 3 4 5

แบบทดสอบอนุกรมมิติ
(ฉบับที่ 3)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไปในตำแหน่งคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 6 ที่ให้มาให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

		?

1	2	3	4	5	6

จากตัวอย่าง(0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	4	5	6
---	---	---	--------------	---	---

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ที่บนคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

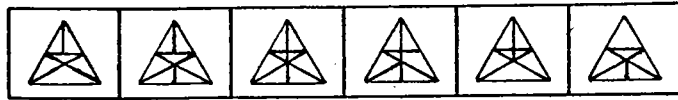
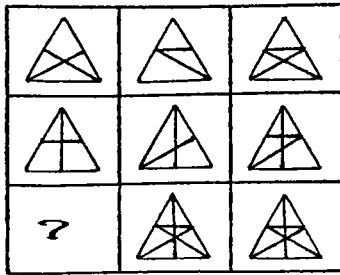
(0)

1	4	3	4	5	6
---	--------------	---	--------------	---	---

5. ถ้าพบว่ามีข้อสอบข้อใดยาก อย่าเดาคำตอบ หรืออย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

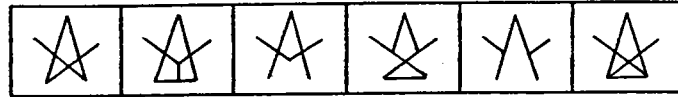
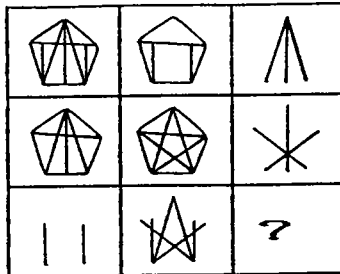
6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

1.



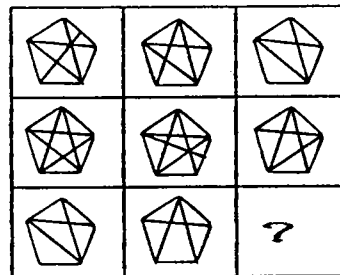
1 2 3 4 5 6

2.



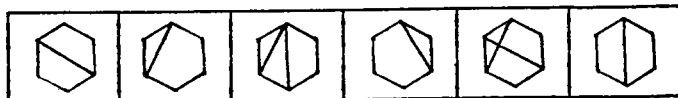
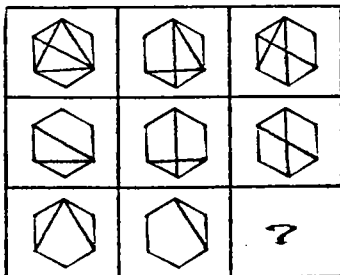
1 2 3 4 5 6

3.



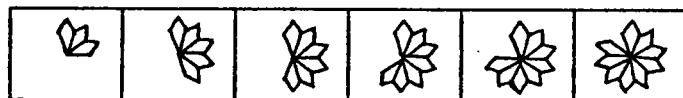
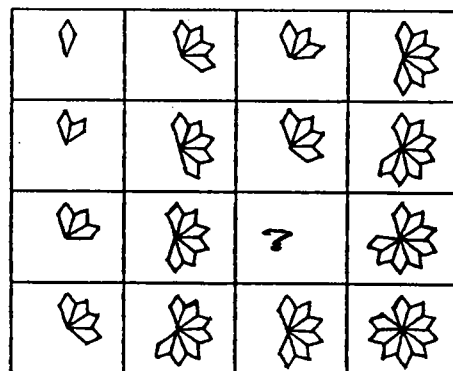
1 2 3 4 5 6

4.



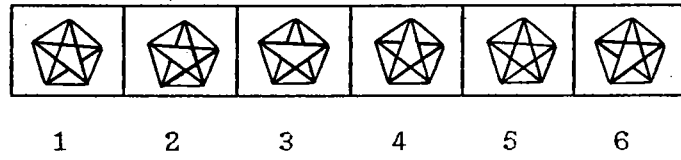
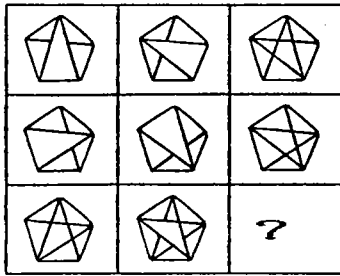
1 2 3 4 5 6

5.

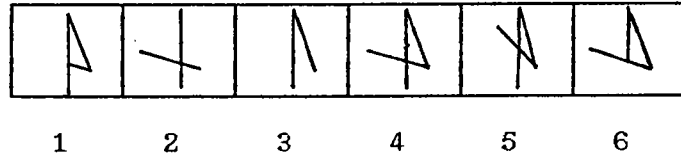
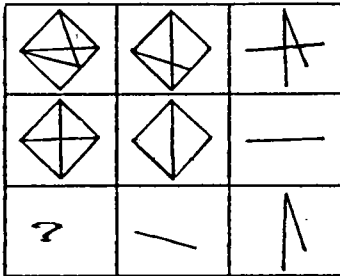


1 2 3 4 5 6

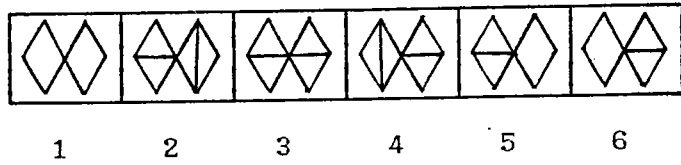
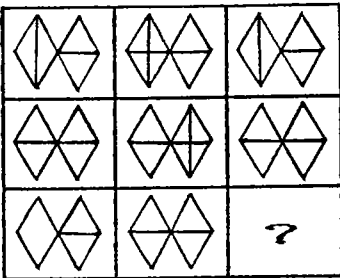
6.



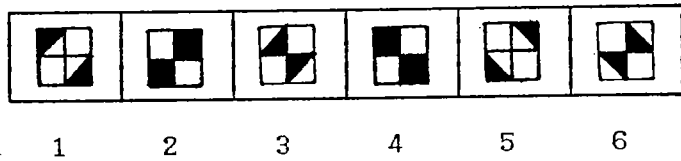
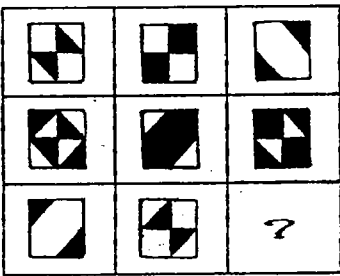
7.



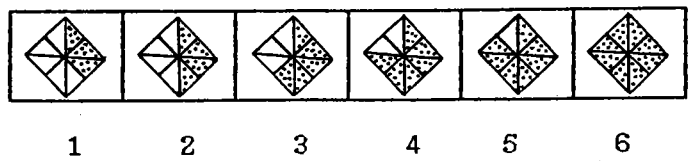
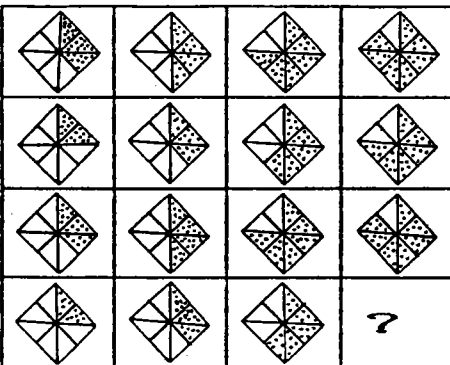
8.



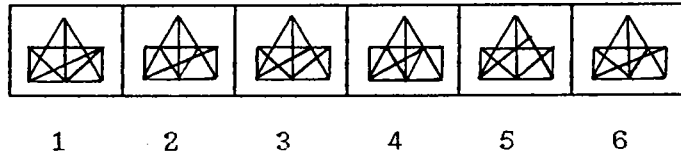
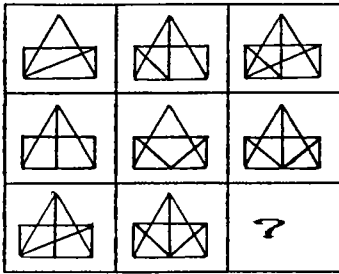
9.



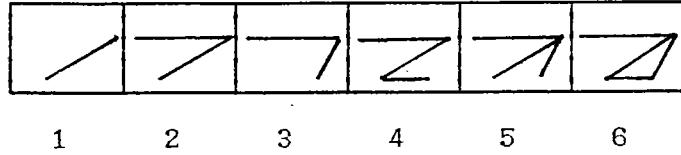
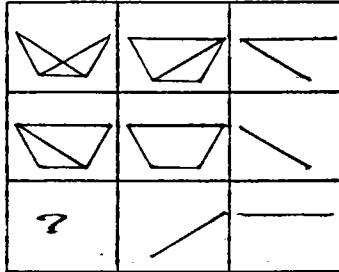
10.



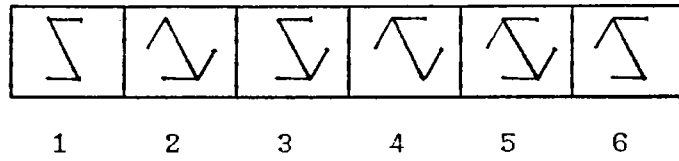
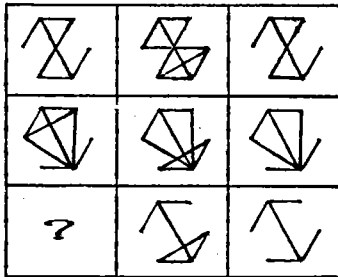
11.



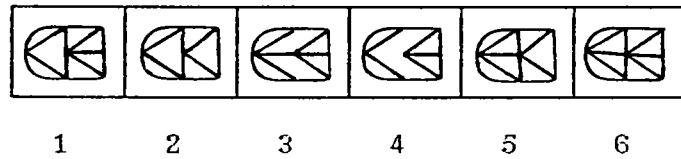
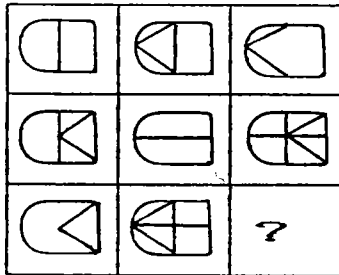
12.



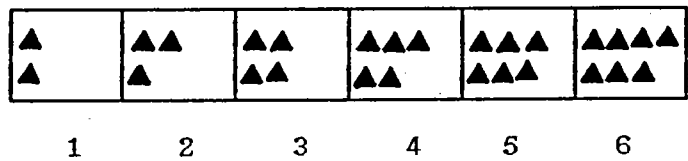
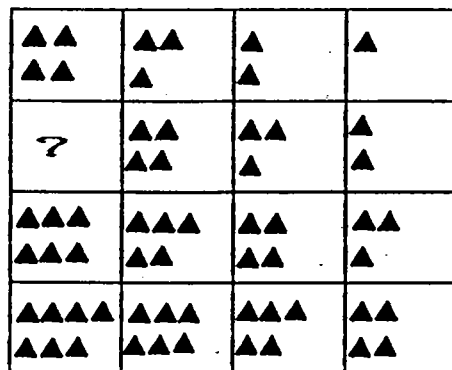
13.

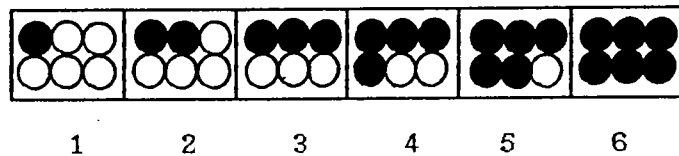
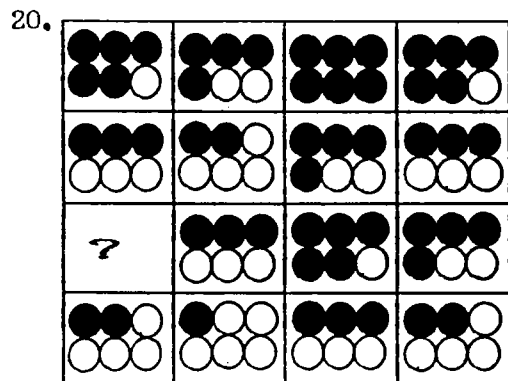
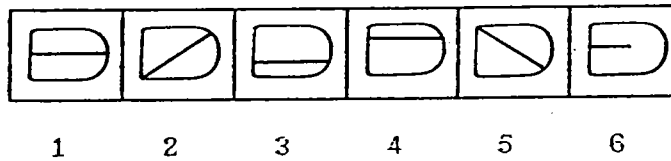
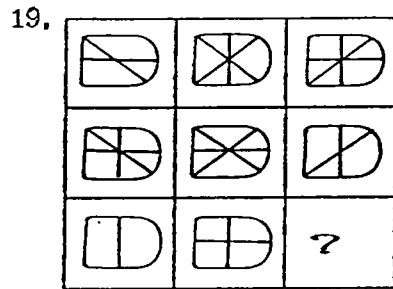
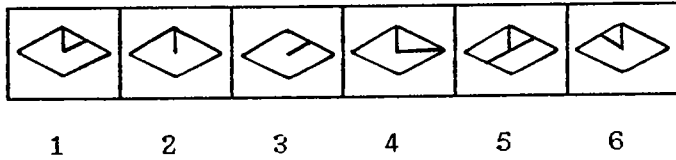
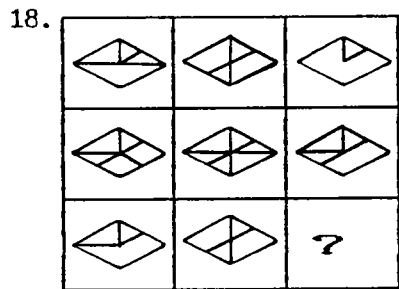
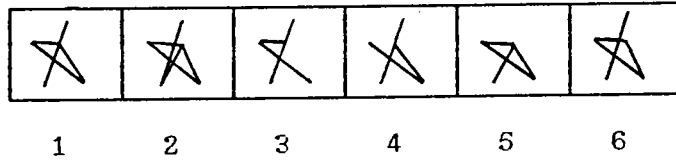
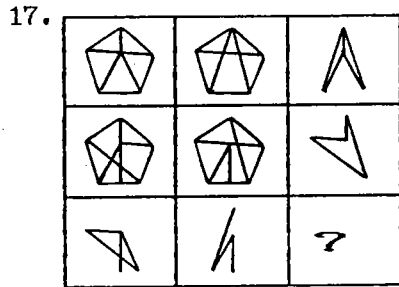
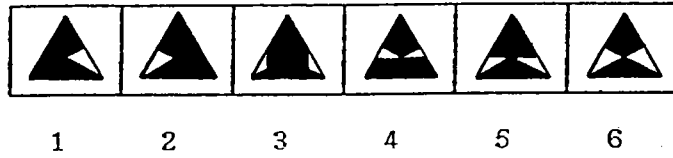
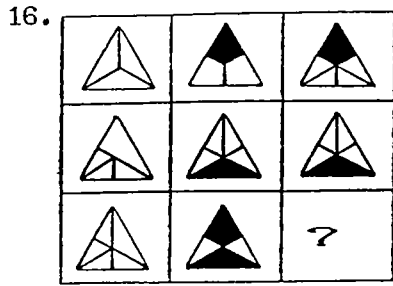


14.

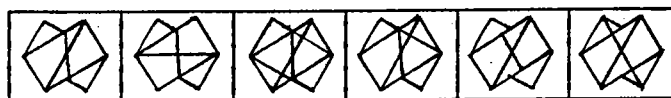
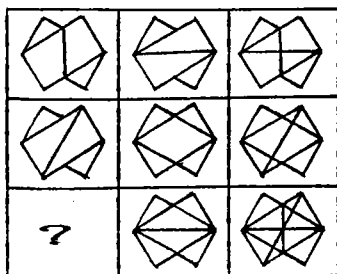


15.





21.



1

2

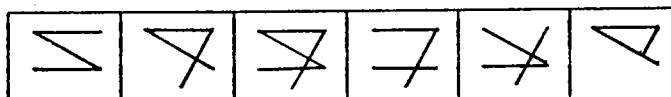
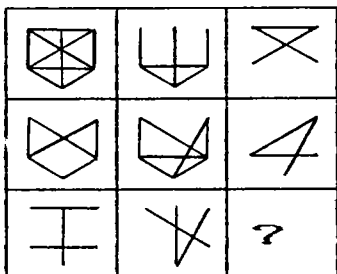
3

4

5

6

22.



1

2

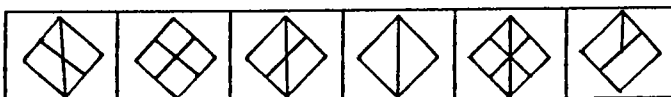
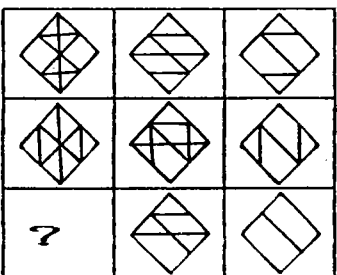
3

4

5

6

23.



1

2

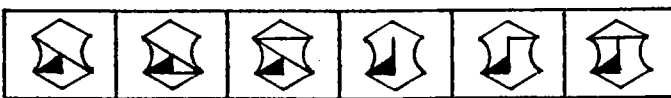
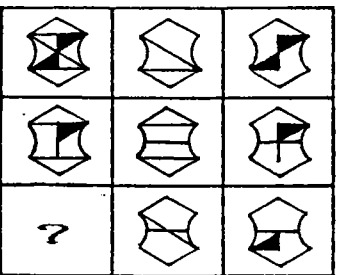
3

4

5

6

24.



1

2

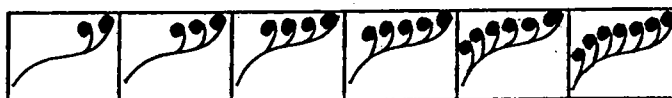
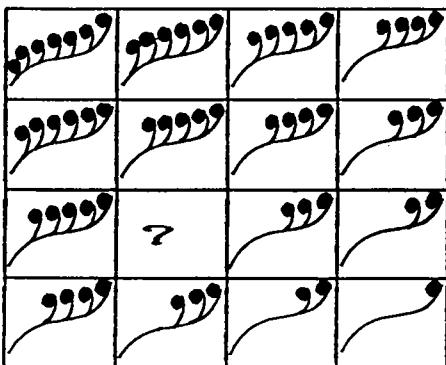
3

4

5

6

25.



1

2

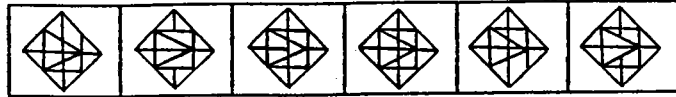
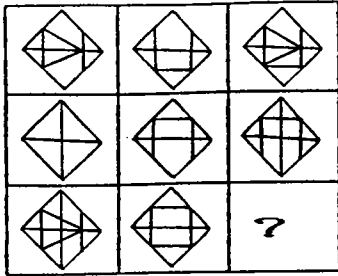
3

4

5

6

26.



1

2

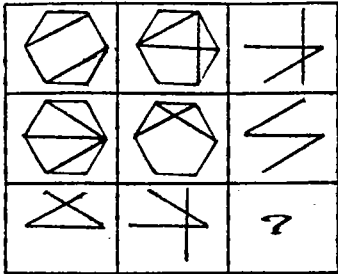
3

4

5

6

27.



1

2

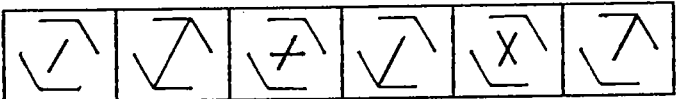
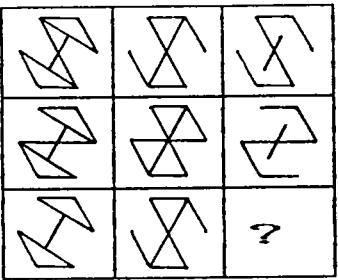
3

4

5

6

28.



1

2

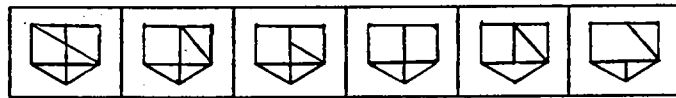
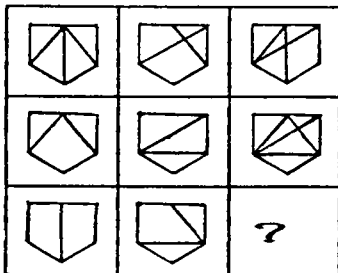
3

4

5

6

29.



1

2

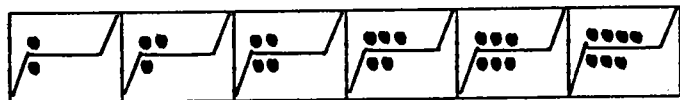
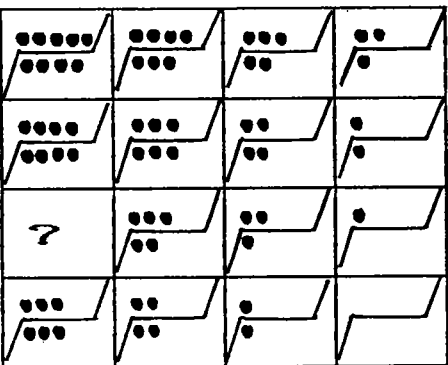
3

4

5

6

30.



1

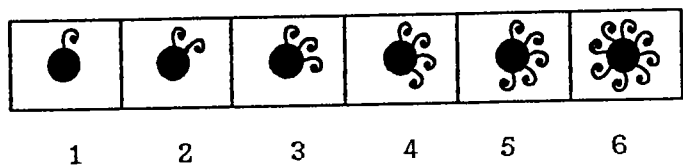
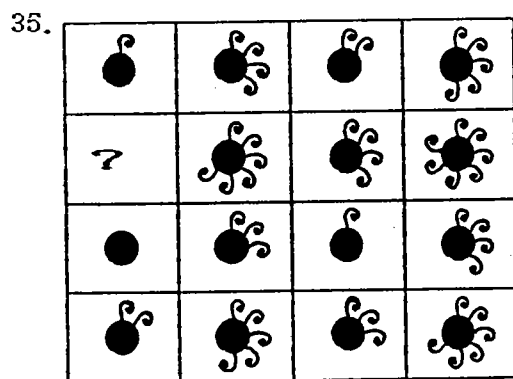
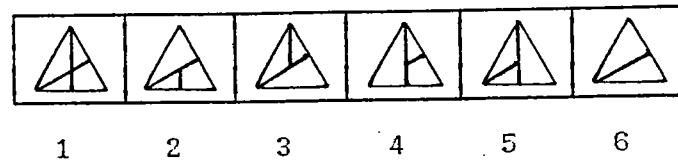
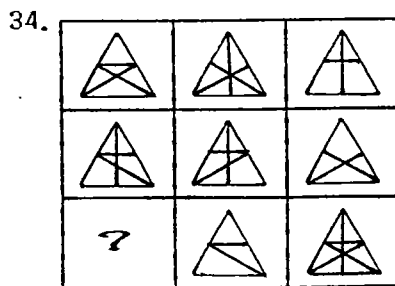
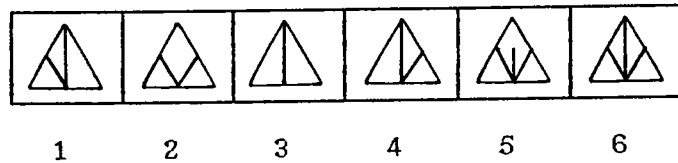
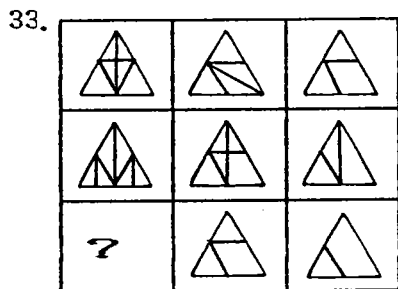
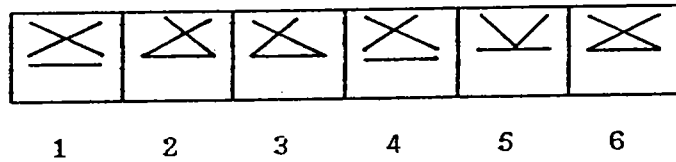
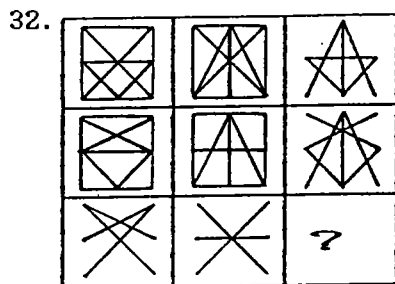
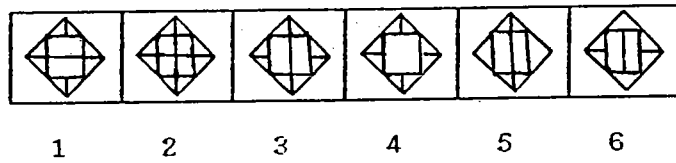
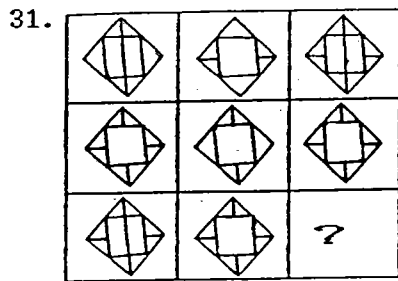
2

3

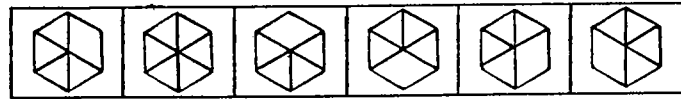
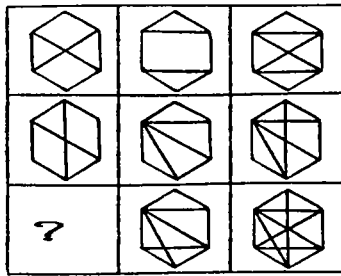
4

5

6

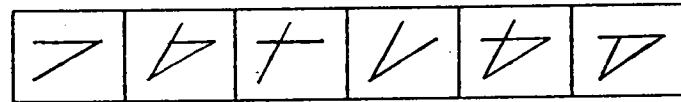
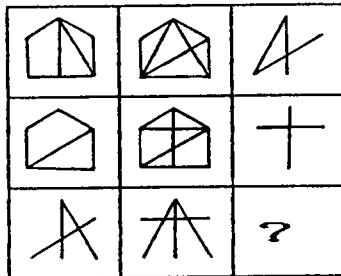


36.



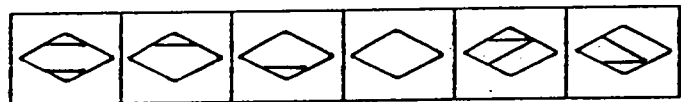
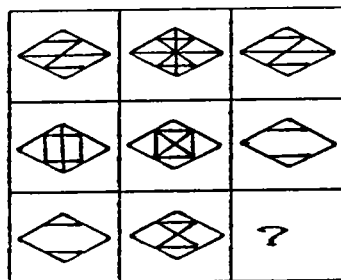
1 2 3 4 5 6

37.



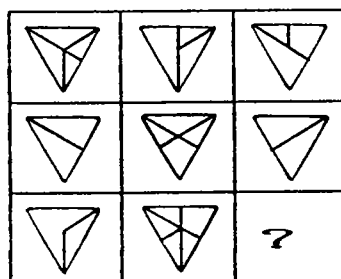
1 2 3 4 5 6

38.



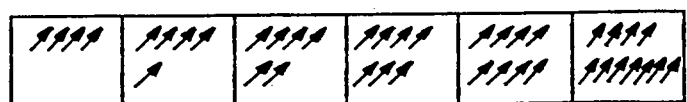
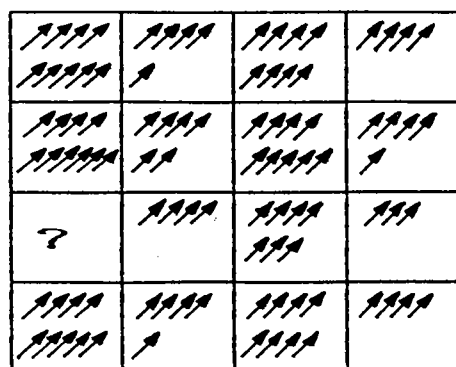
1 2 3 4 5 6

39.



1 2 3 4 5 6

40.



1 2 3 4 5 6

แบบทดสอบอนุกรมมิติ
(ฉบับที่ 4)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไป ในตำแหน่งคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 4 ที่ให้มา ให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

		?

1	2	3	4

จากตัวอย่าง (0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้ว ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	4
---	---	---	--------------

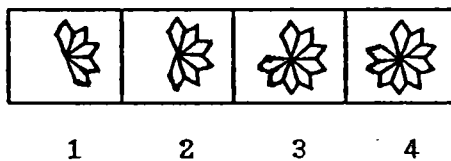
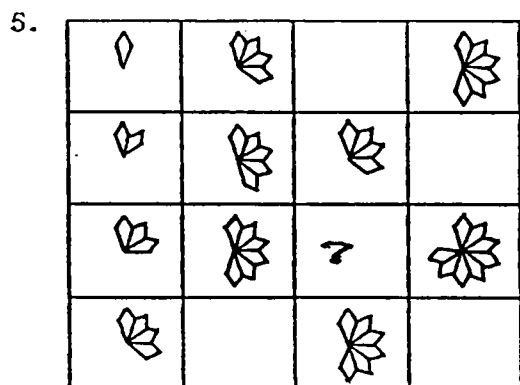
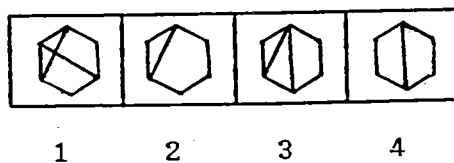
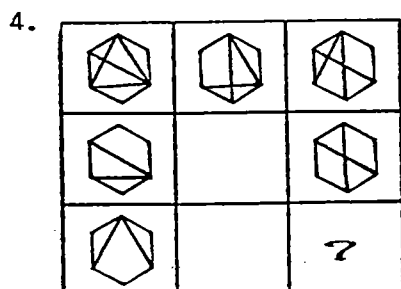
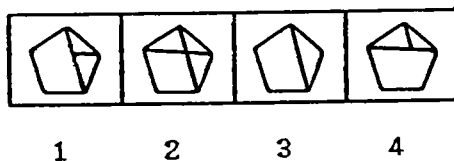
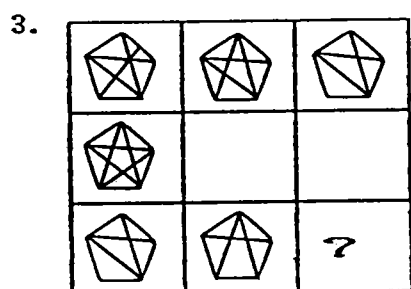
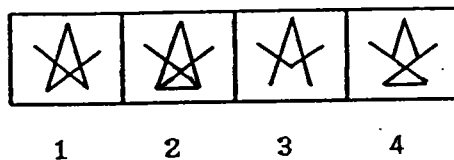
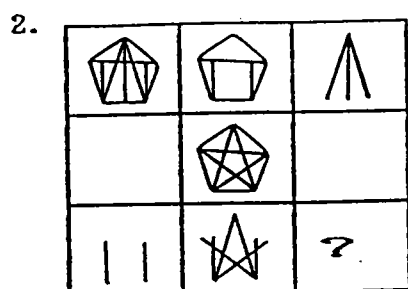
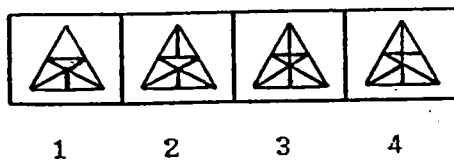
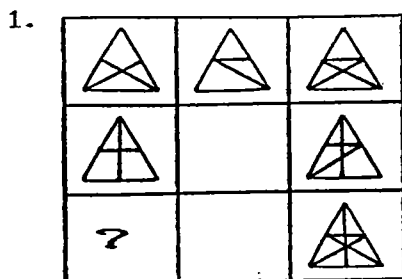
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ทับคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ทับบนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

(0)

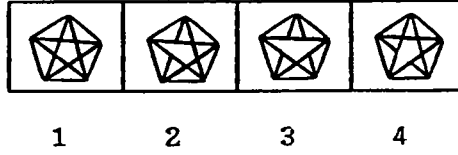
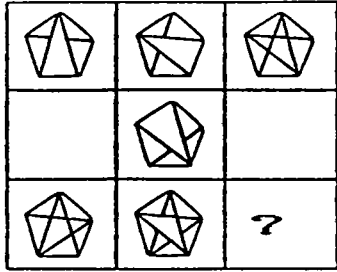
1	2	3	4
---	--------------	---	--------------

5. ถ้าพบว่าข้อสอบข้อใดยาก อย่าเดาคำตอบ หรืออย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

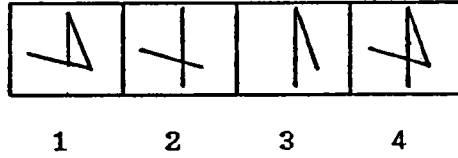
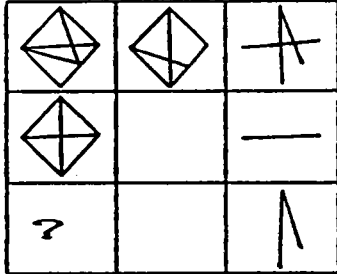
6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ



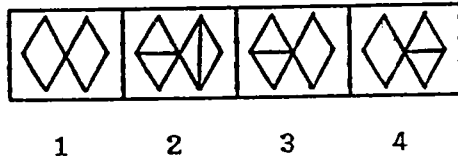
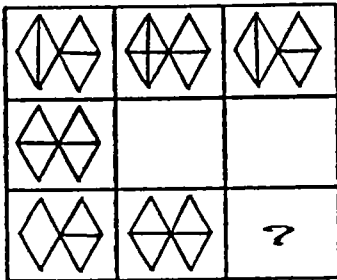
6.



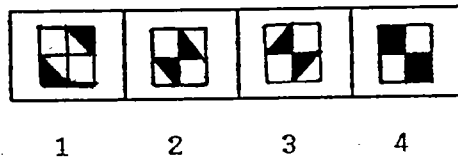
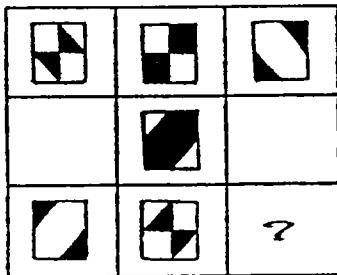
7.



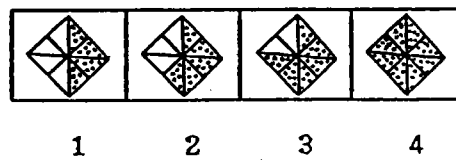
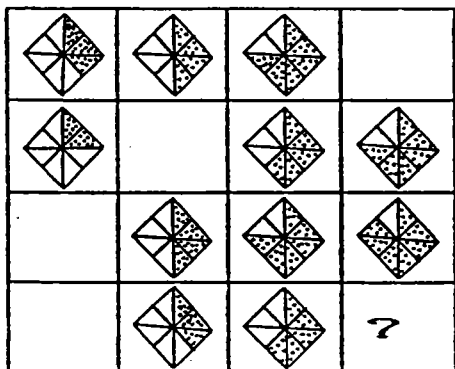
8.



9.



10.



11.

		?

1	2	3	4

12.

?		

1	2	3	4

13.

?		

1	2	3	4

14.

		?

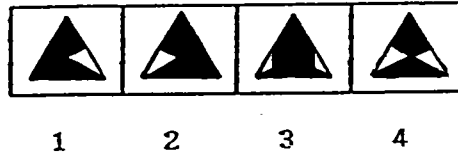
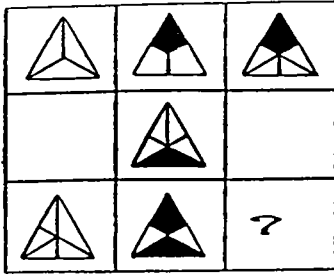
1	2	3	4

15.

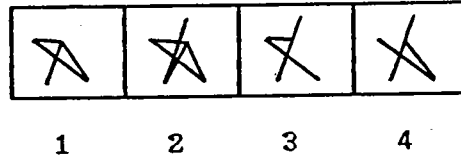
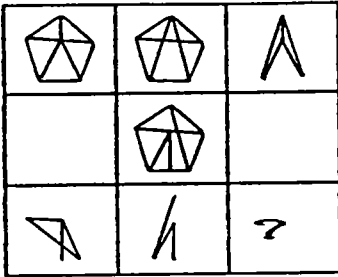
?			

1	2	3	4

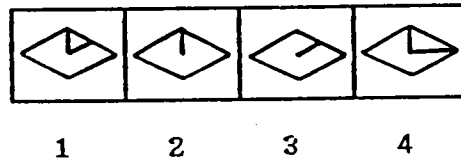
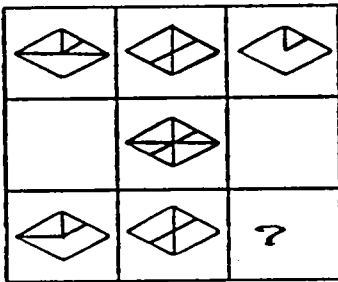
16.



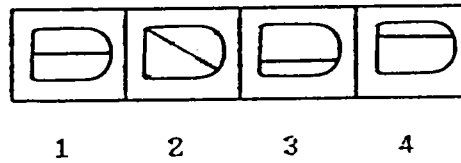
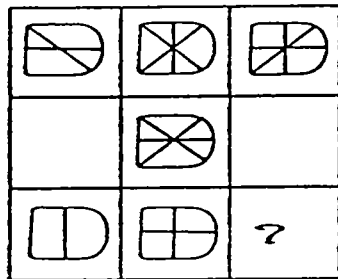
17.



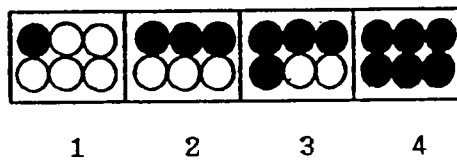
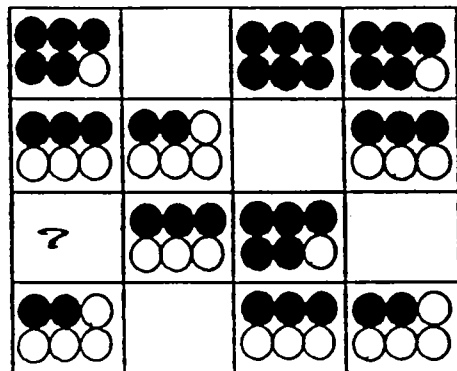
18.



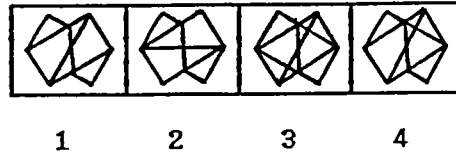
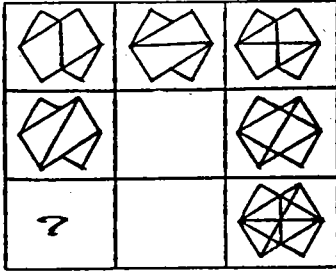
19.



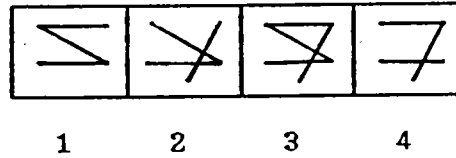
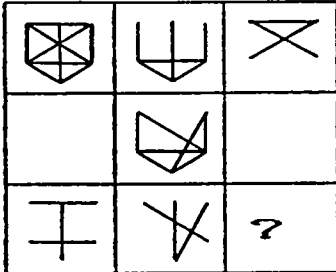
20.



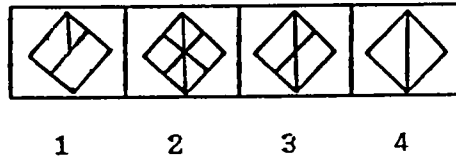
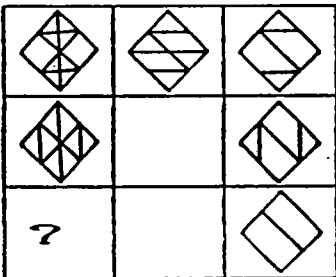
21.



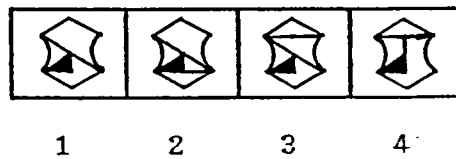
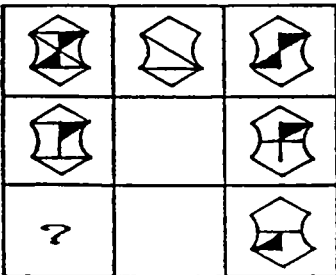
22.



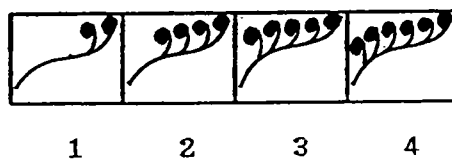
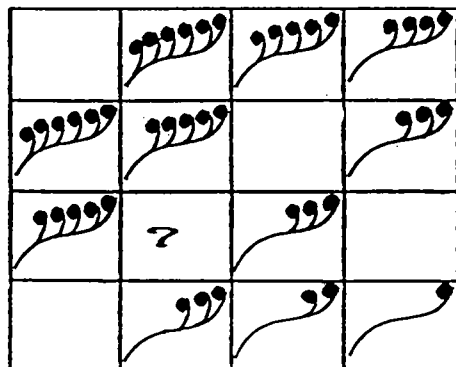
23.

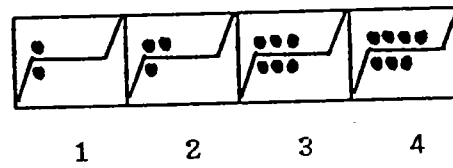
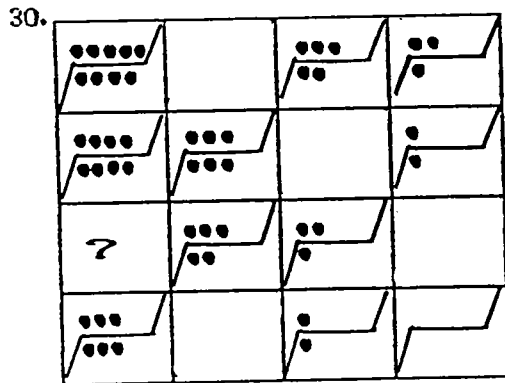
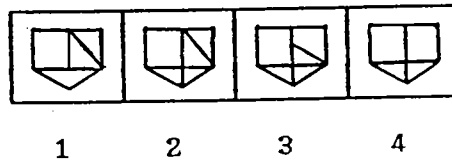
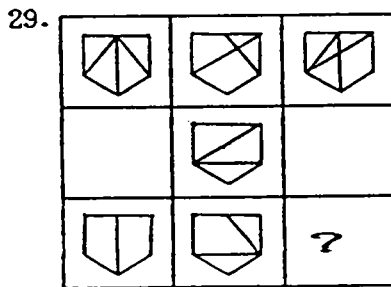
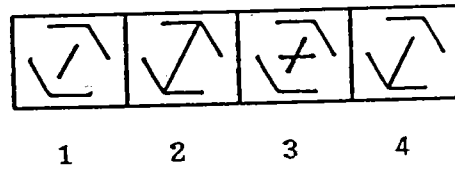
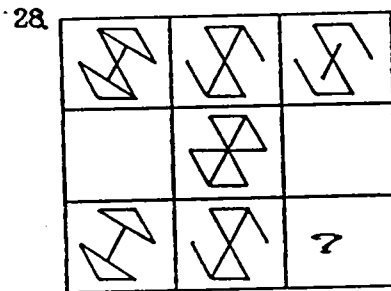
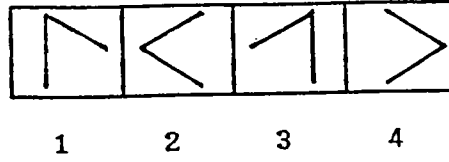
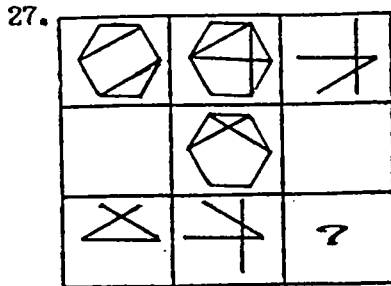
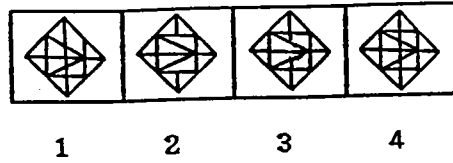
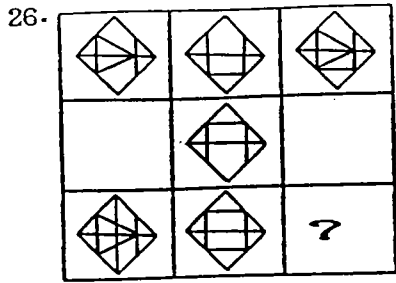


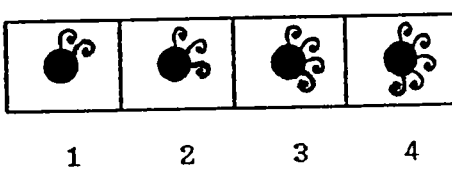
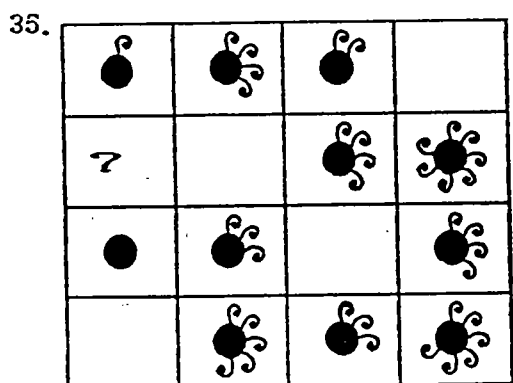
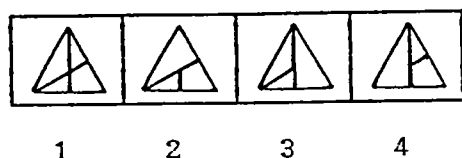
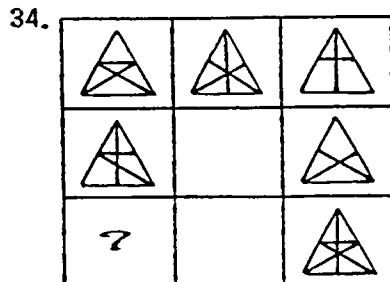
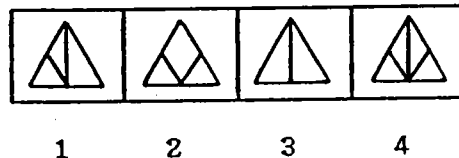
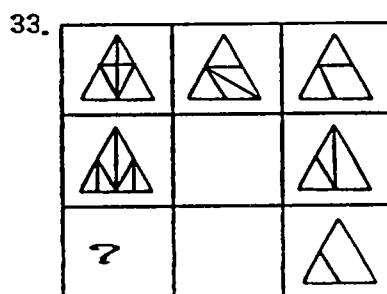
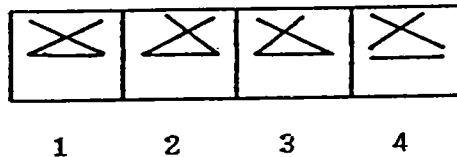
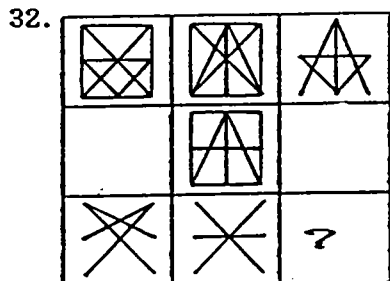
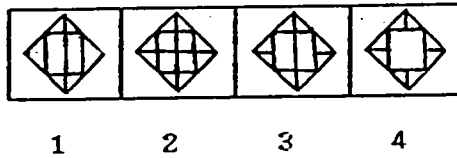
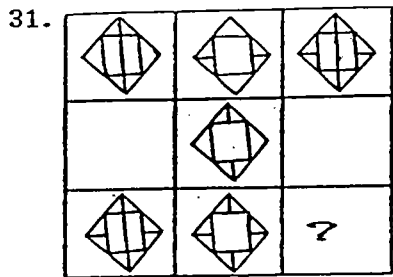
24.



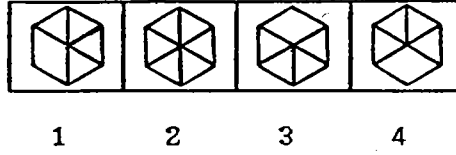
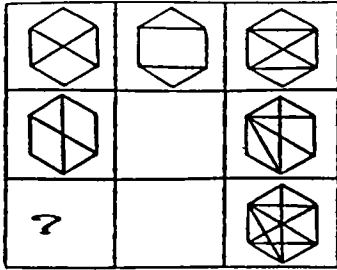
25.



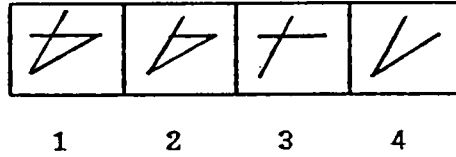
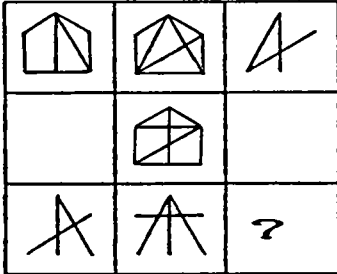




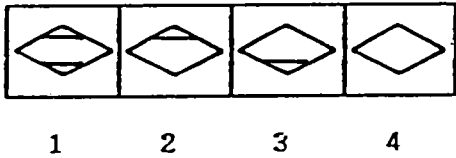
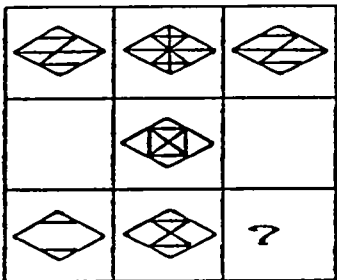
36.



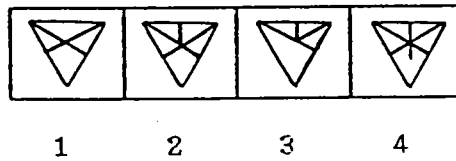
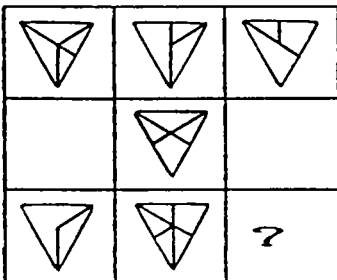
37.



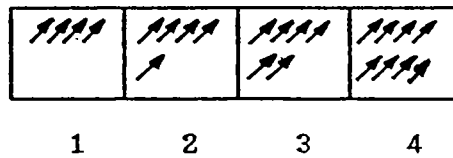
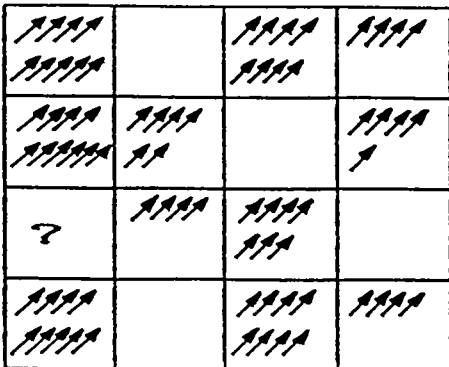
38.



39.



40.



แบบทดสอบอนุกรมมิติ
(ฉบับที่ 5)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวดิ่ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไปในแต่ละคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 5 ที่ให้มาให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

		?

1	2	3	4	5

จากตัวอย่าง (0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวดิ่ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	4	5
---	---	---	--------------	---

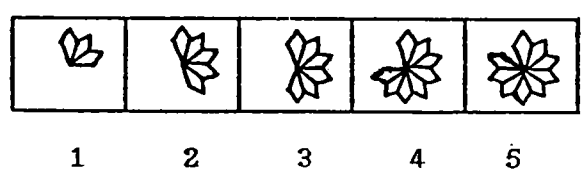
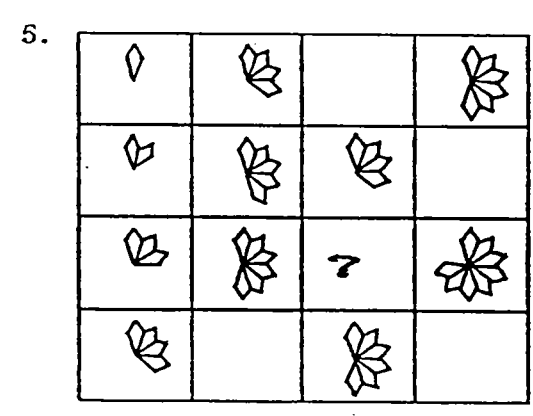
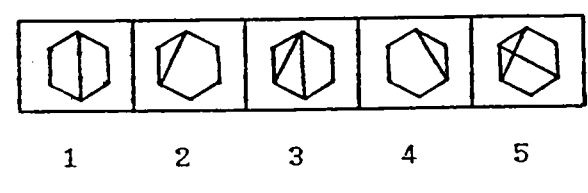
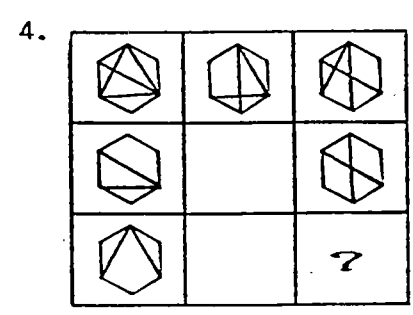
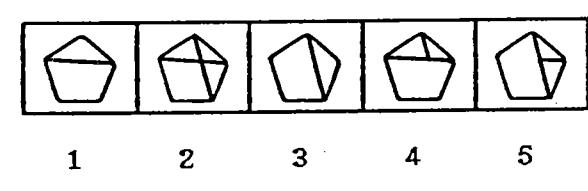
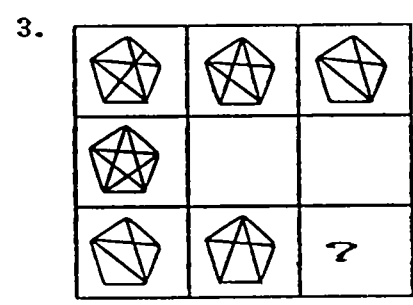
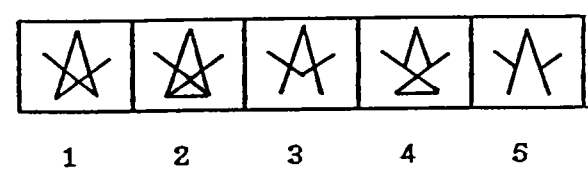
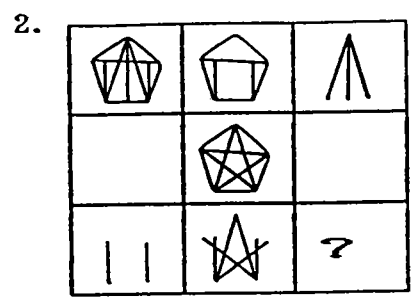
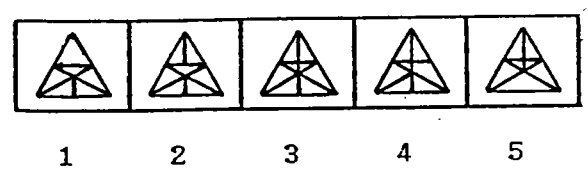
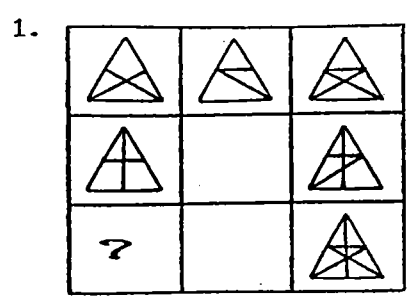
ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย \equiv ที่คำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

(0)

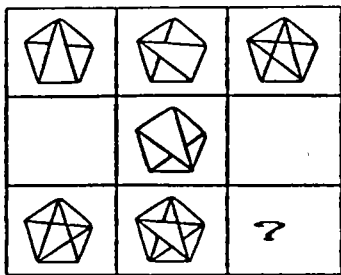
1	4	3	4	5
---	--------------	---	--------------	---

5. ถ้าพบว่ามีข้อสอบข้อใดยาก อย่าเดาคำตอบ หรือ อย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ



6.



1

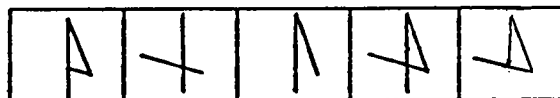
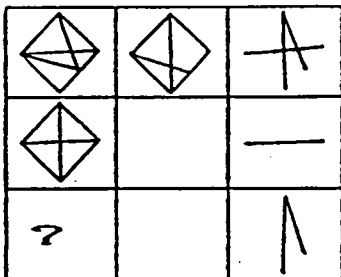
2

3

4

5

7.



1

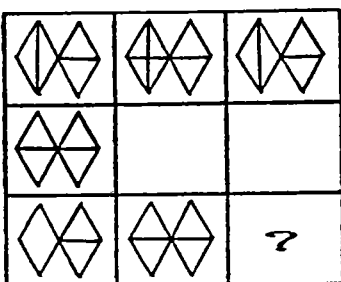
2

3

4

5

8.



1

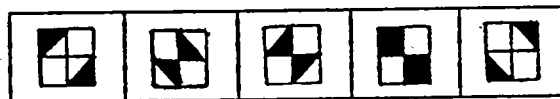
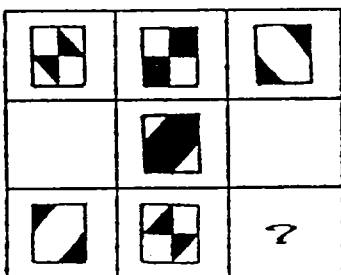
2

3

4

5

9.



1

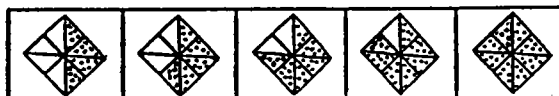
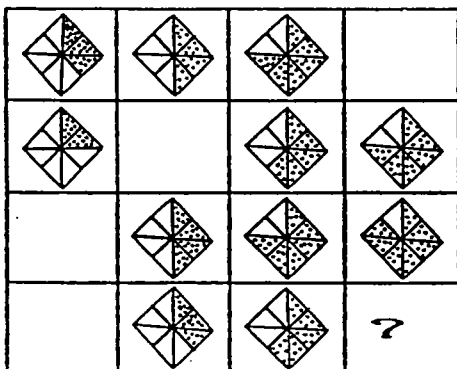
2

3

4

5

10.



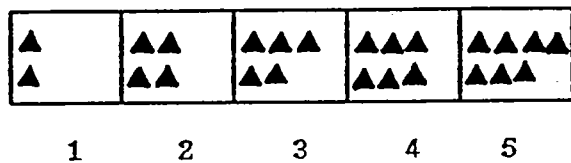
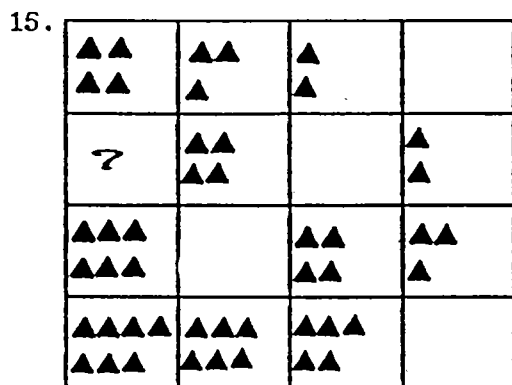
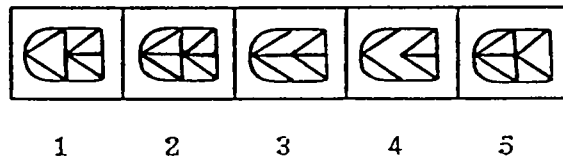
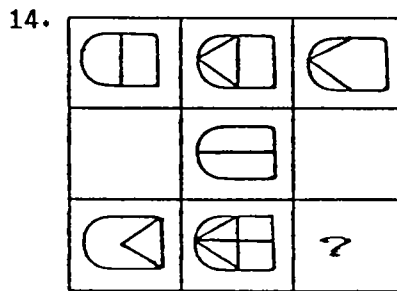
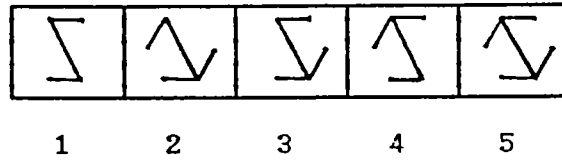
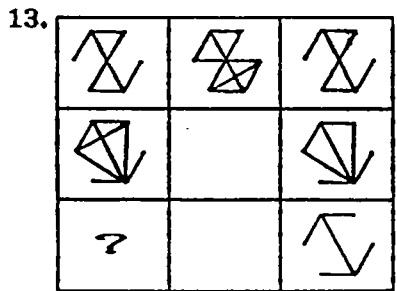
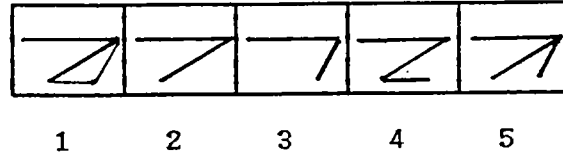
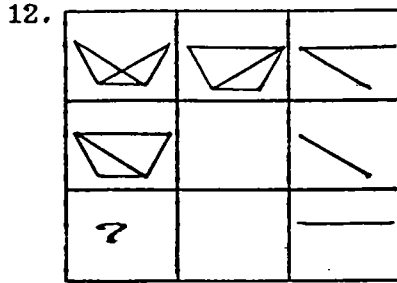
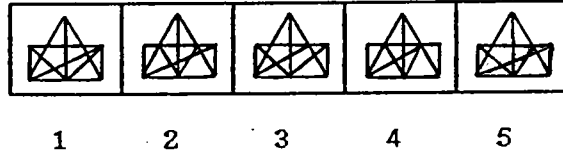
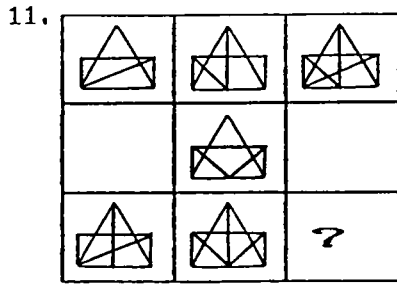
1

2

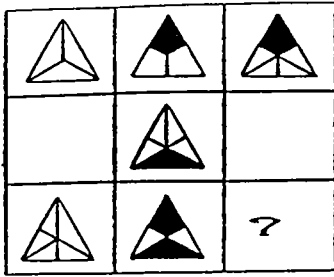
3

4

5

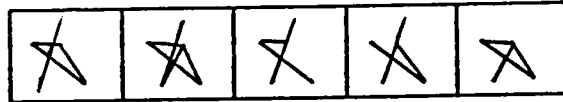
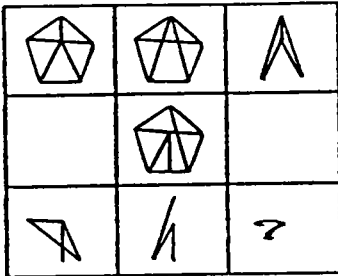


16.



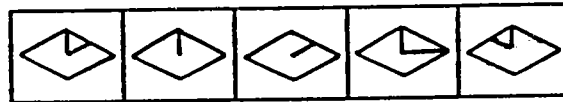
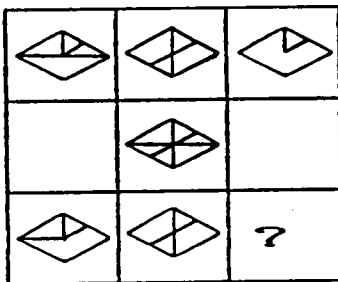
1 2 3 4 5

17.



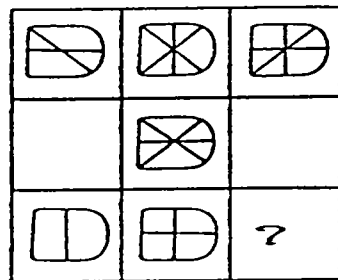
1 2 3 4 5

18.



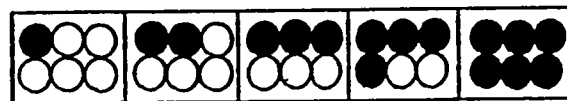
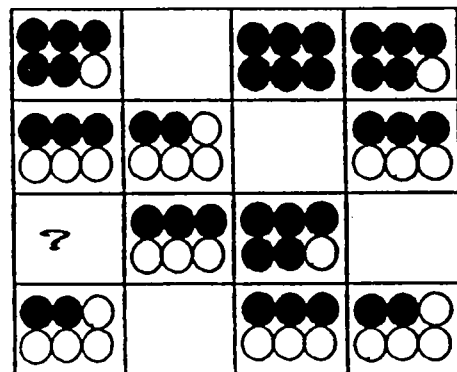
1 2 3 4 5

19.



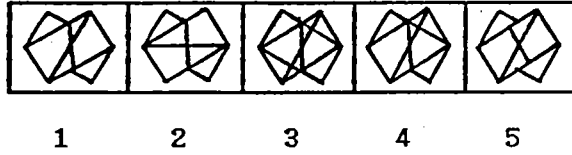
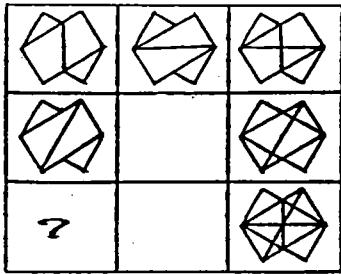
1 2 3 4 5

20.

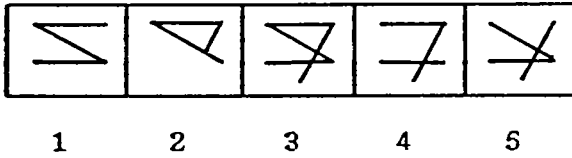
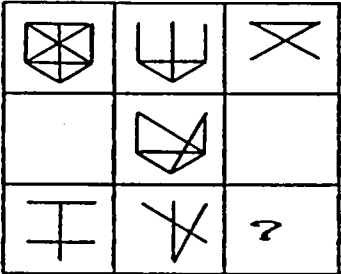


1 2 3 4 5

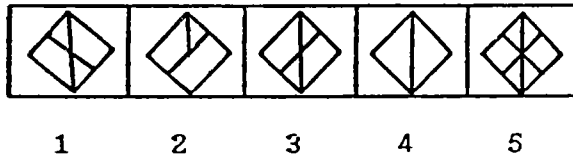
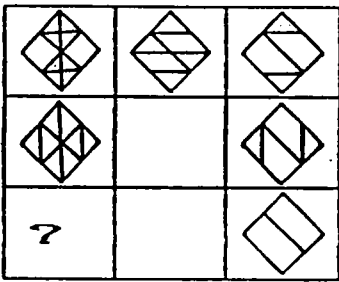
21.



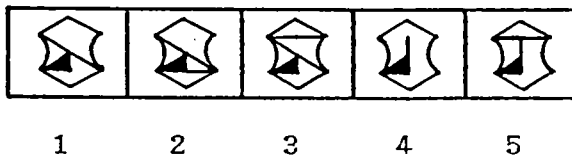
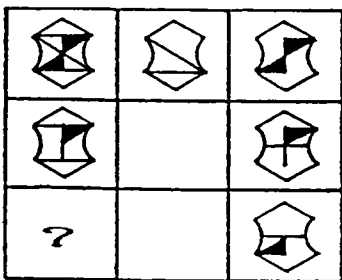
22.



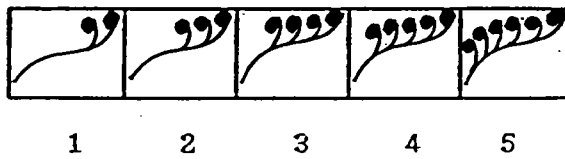
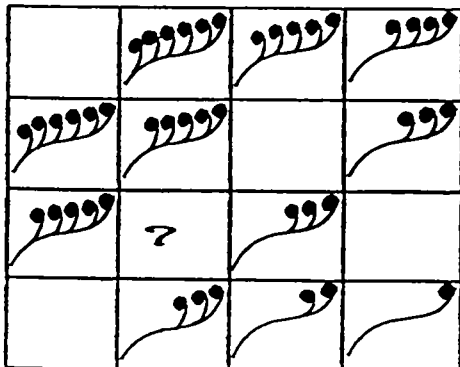
23.

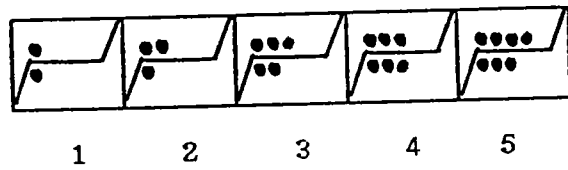
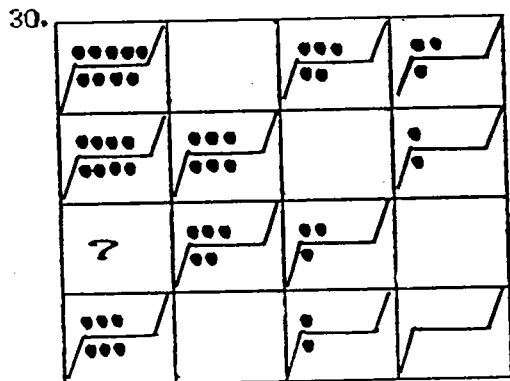
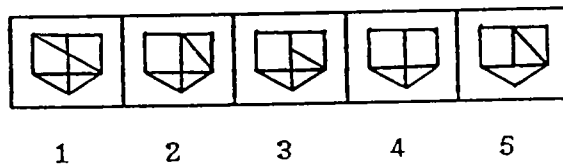
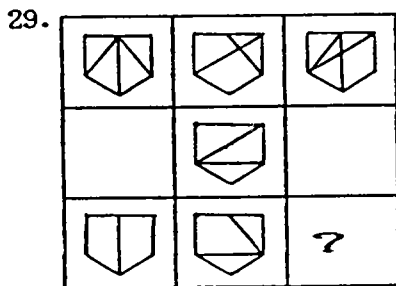
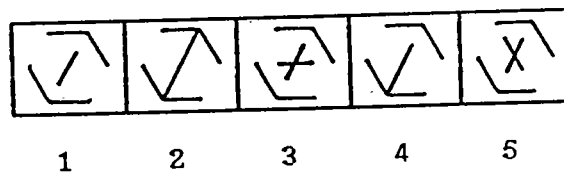
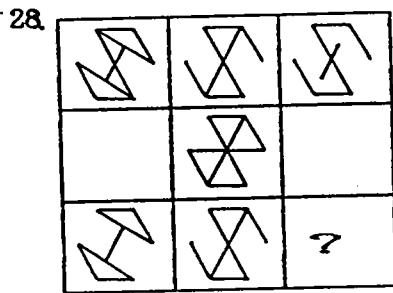
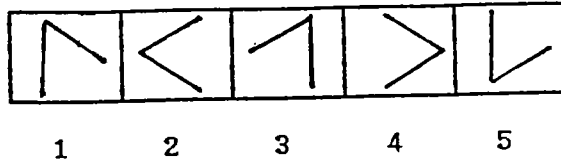
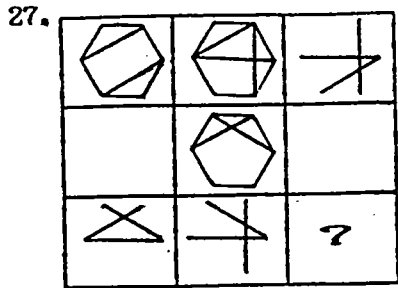
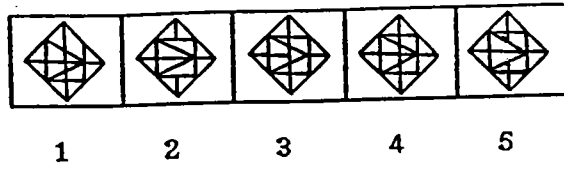
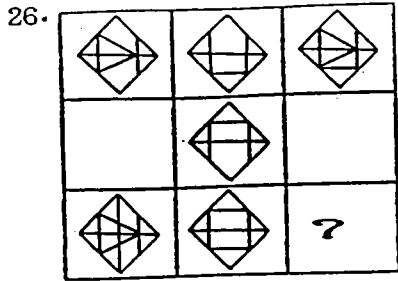


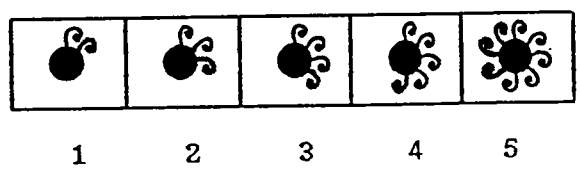
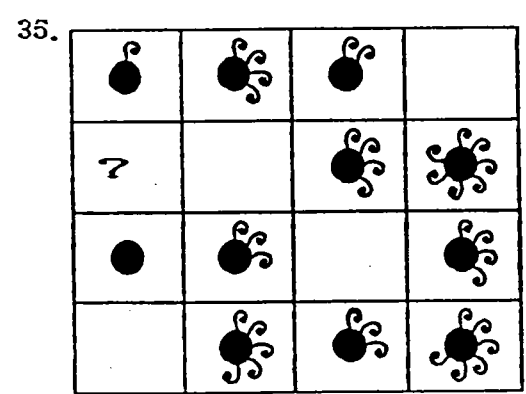
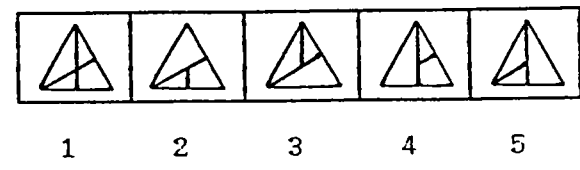
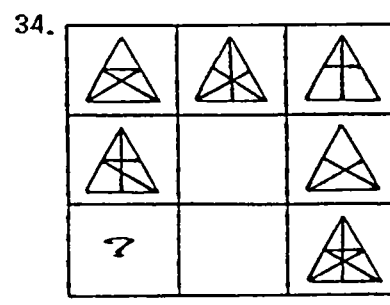
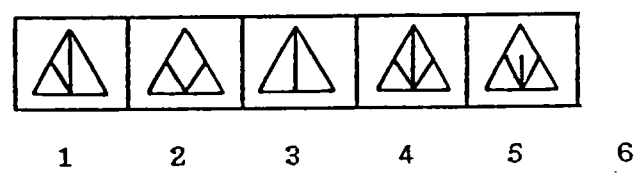
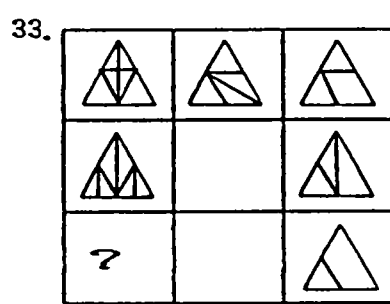
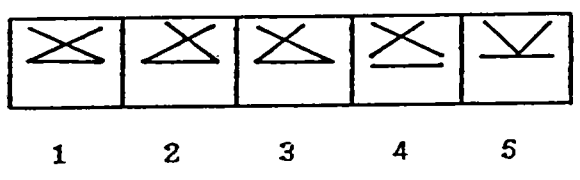
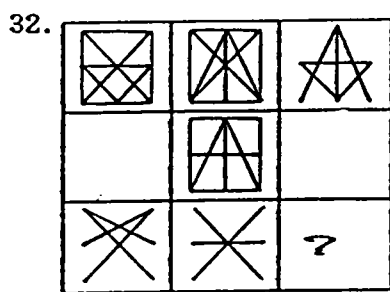
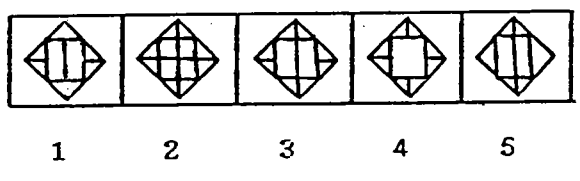
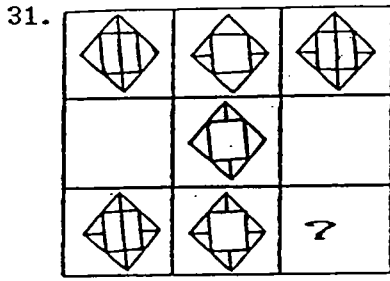
24.



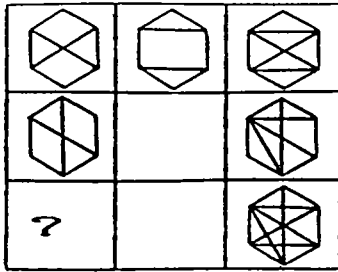
25.





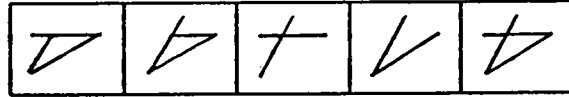
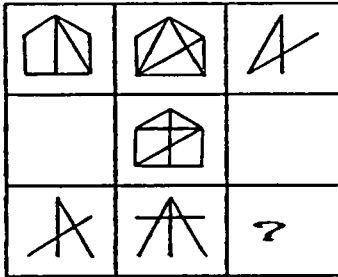


36.



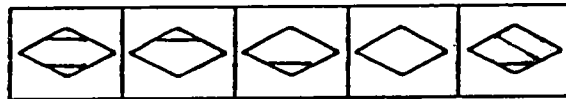
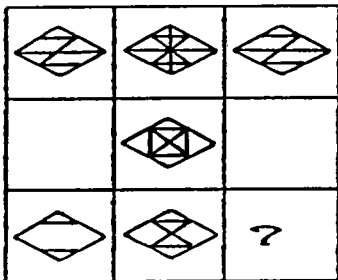
1 2 3 4 5

37.



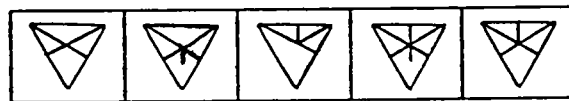
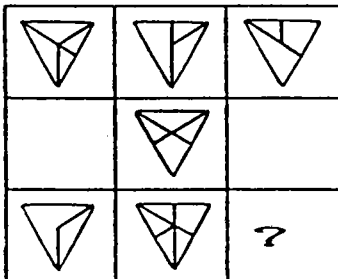
1 2 3 4 5

38.



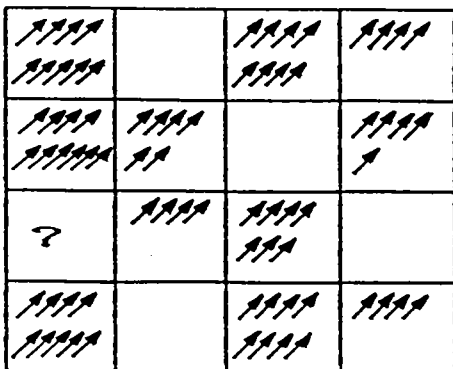
1 2 3 4 5

39.



1 2 3 4 5

40.



1 2 3 4 5

แบบทดสอบอนุกรมมิติ
(ฉบับที่ 6)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ มีข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
2. ก่อนที่จะทำแบบทดสอบฉบับนี้ ให้นักเรียนกรอกรายละเอียดในส่วนบนของกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอน จากนั้นหารูปภาพซึ่งขาดหายไปในตำแหน่งคำถาม (?) โดยพิจารณาว่าควรเลือกรูปภาพใดจากคำตอบ (ตัวเลือก) 1 ถึง 6 ที่นำมาให้สอดคล้องกับชุดของรูปภาพที่กำหนดให้เพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังตัวอย่าง

(0)

		?

1	2	3	4	5	6

จากตัวอย่าง (0) เมื่อพิจารณาระบบความสัมพันธ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติทั้งแนวตั้ง และแนวนอนแล้ว จะเห็นว่า คำตอบ 4 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

4. วิธีการตอบ เมื่อนักเรียนเลือกได้คำตอบ (ตัวเลือก) ใดแล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบ ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

(0)

1	2	3	4	5	6
---	---	---	--------------	---	---

ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ทำเครื่องหมาย = ที่บนคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (x) ที่บนหมายเลขของคำตอบที่ต้องการ เช่น จากตัวอย่าง (0) ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก 4 เป็น 2 ให้ทำดังนี้

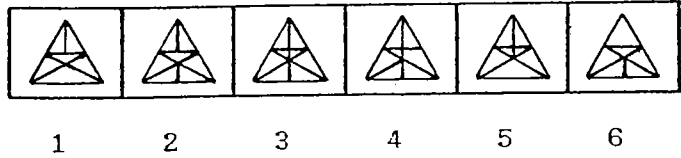
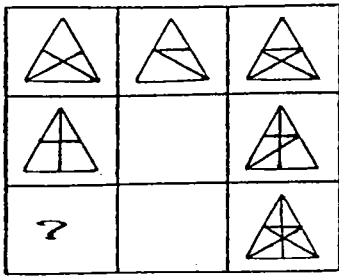
(0)

1	2	3	4	5	6
---	--------------	---	--------------	---	---

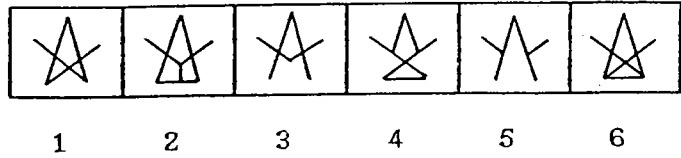
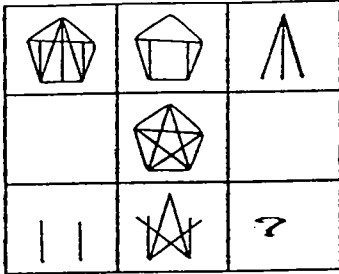
5. ถ้าพบว่ามีข้อสอบข้อใดยาก อย่าเตาคำตอบ หรืออย่าท้อใจ ให้เว้นข้ามไปทำข้อถัดไปก่อน เพราะ อาจจะมีข้อที่ง่าย หรือข้อที่นักเรียนทำได้อยู่ตอนท้าย ๆ ก็ได้ เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยกลับมาทำข้อที่เว้นไว้

6. กรุณาอย่าเขียนสิ่งใด ๆ ลงในแบบทดสอบ

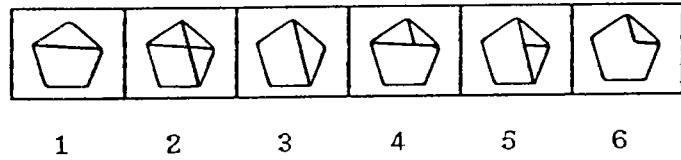
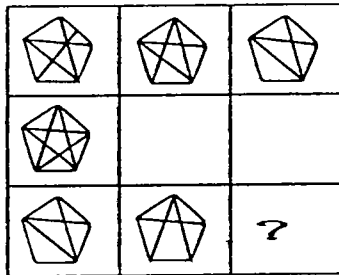
1.



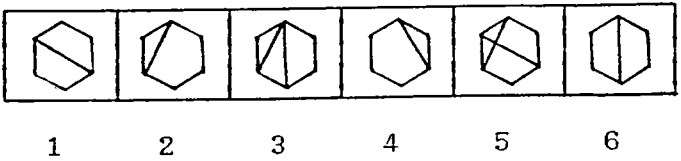
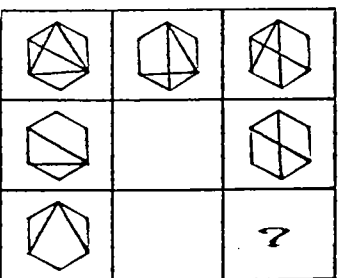
2.



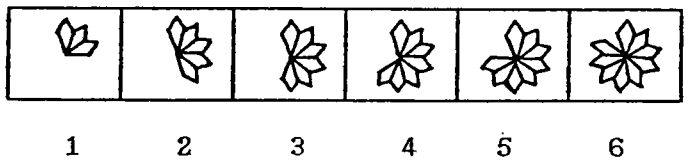
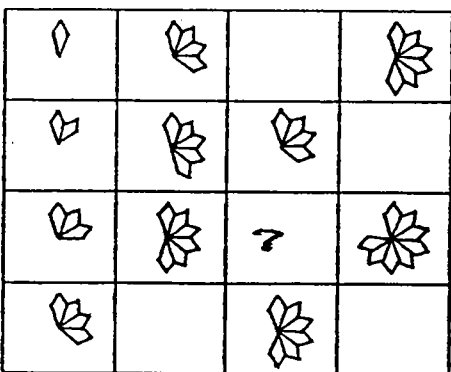
3.



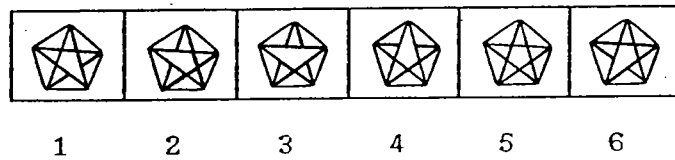
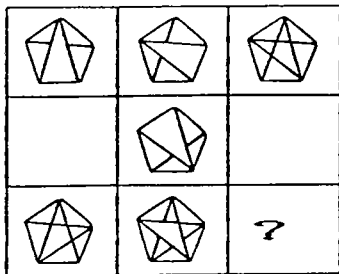
4.



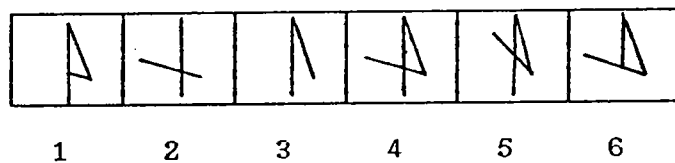
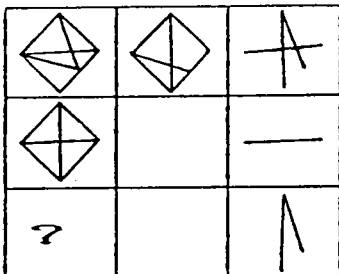
5.



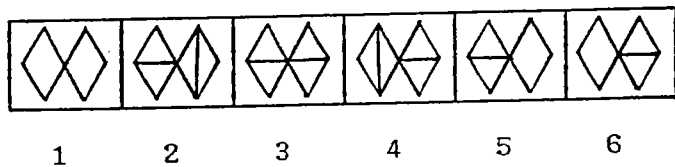
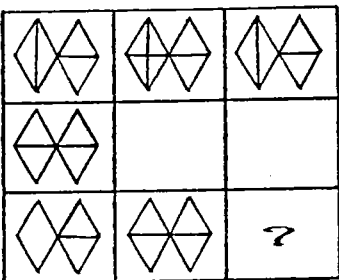
6.



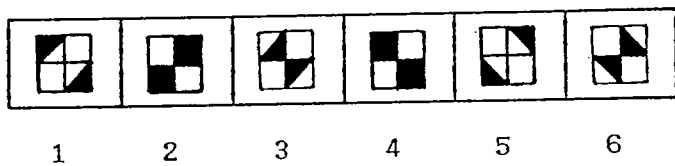
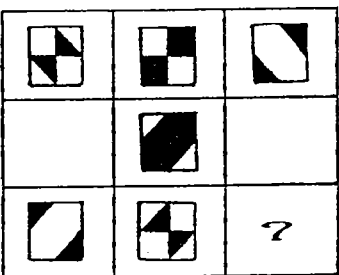
7.



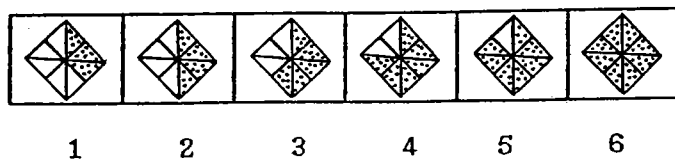
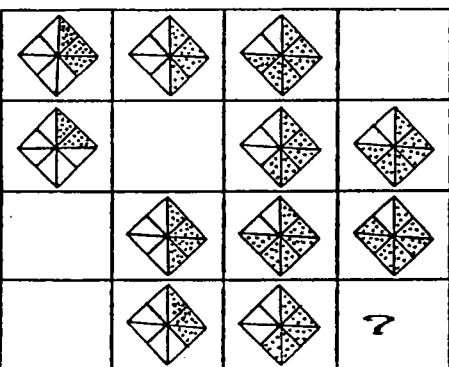
8.



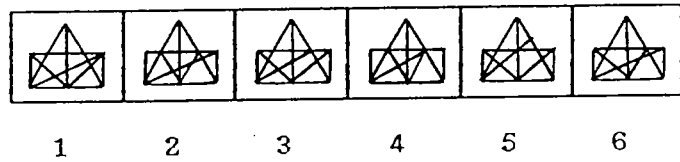
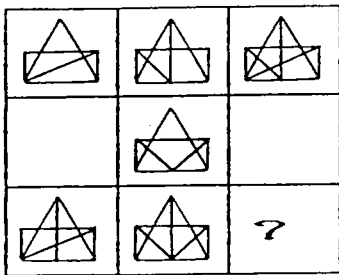
9.



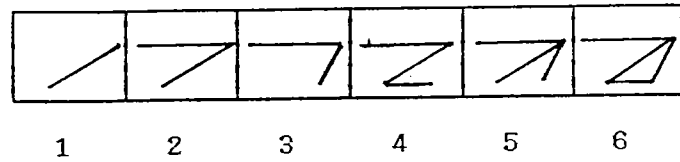
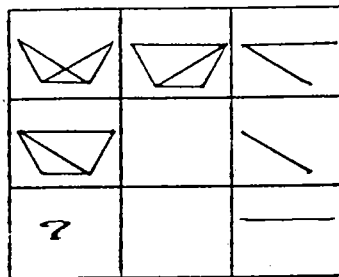
10.



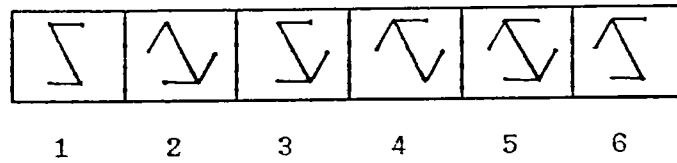
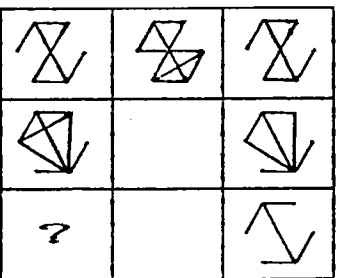
11.



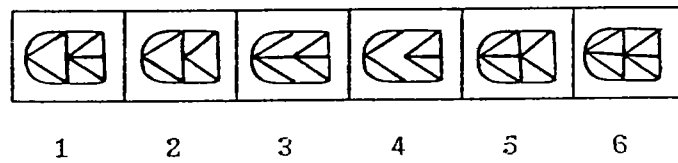
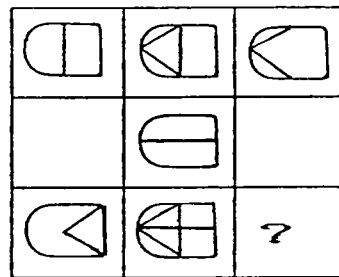
12.



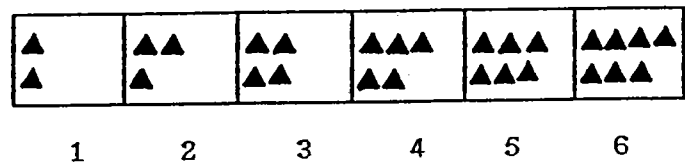
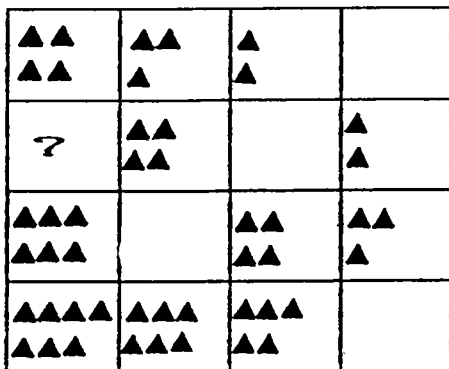
13.

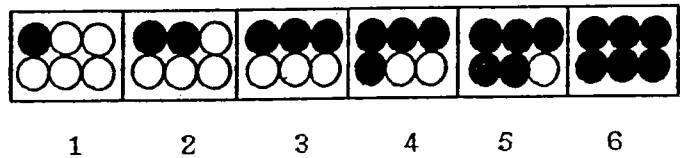
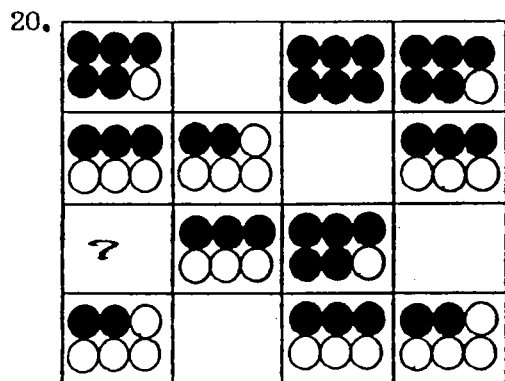
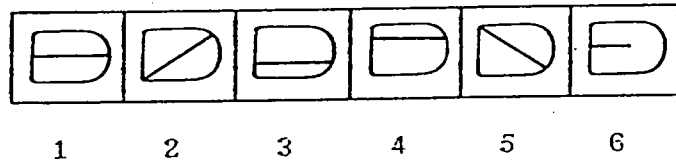
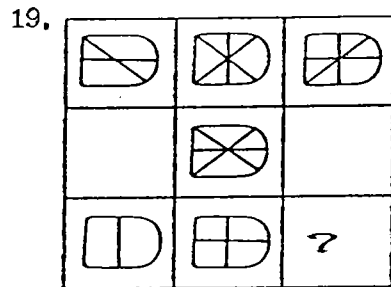
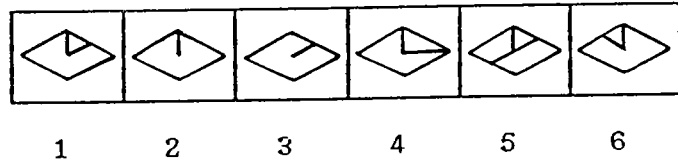
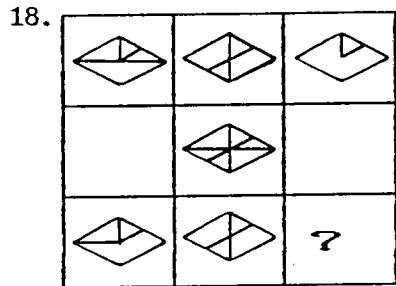
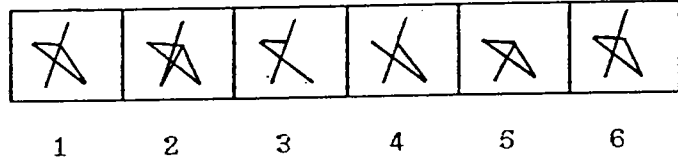
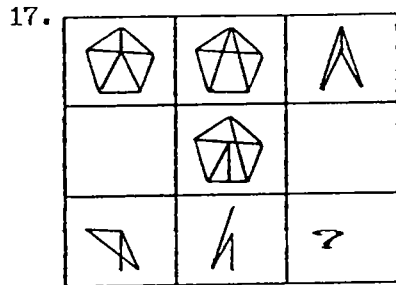
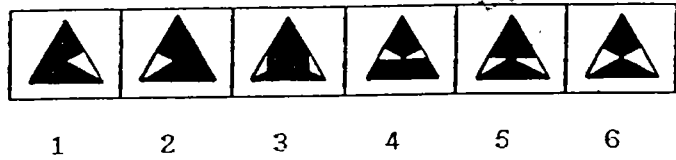
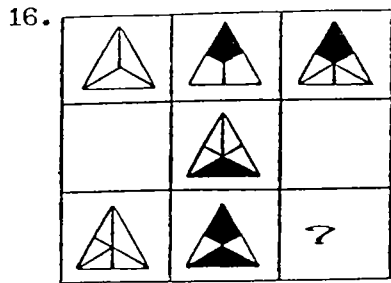


14.

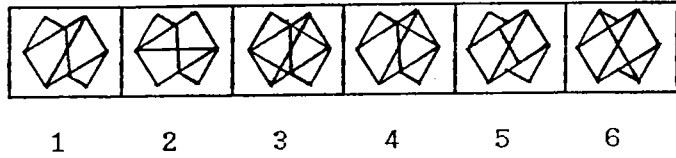
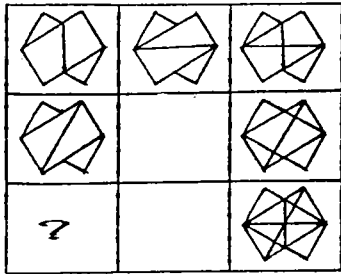


15.

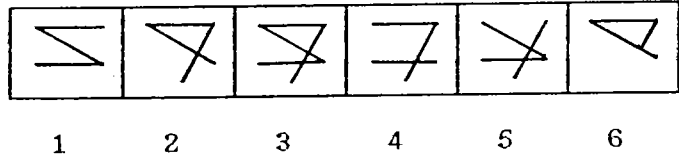
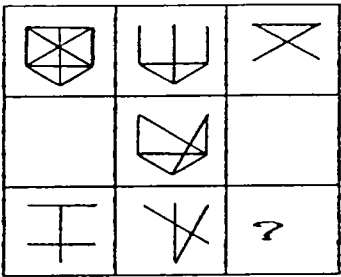




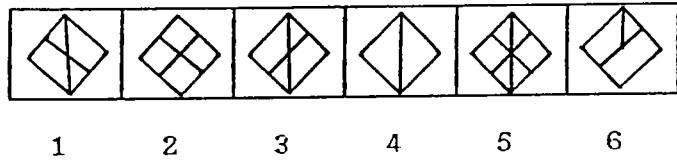
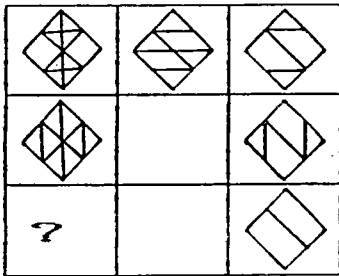
21.



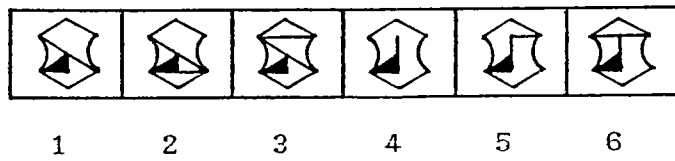
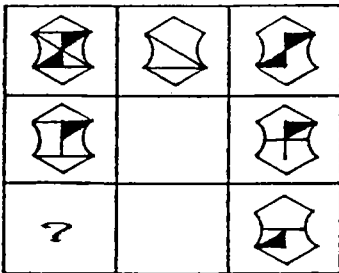
22.



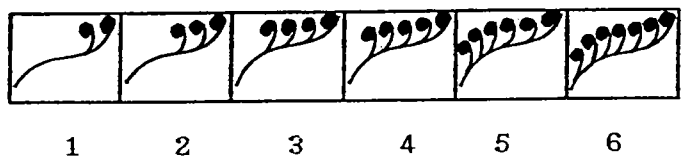
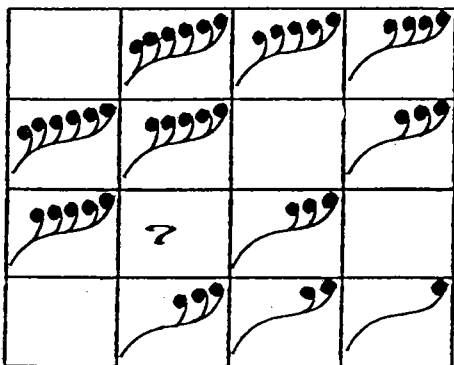
23.

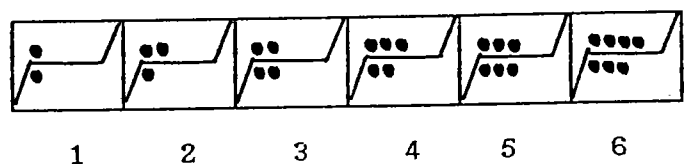
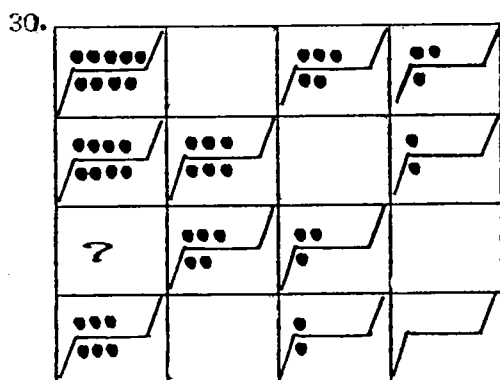
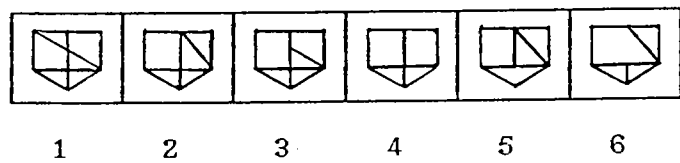
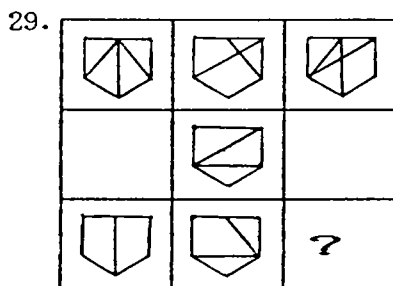
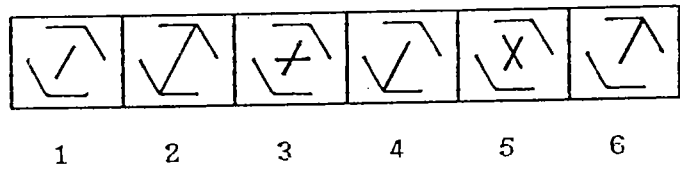
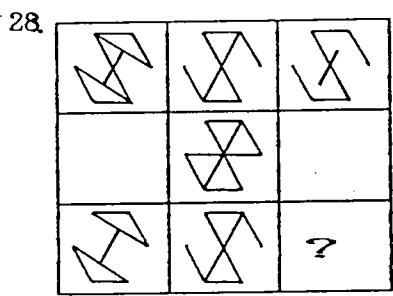
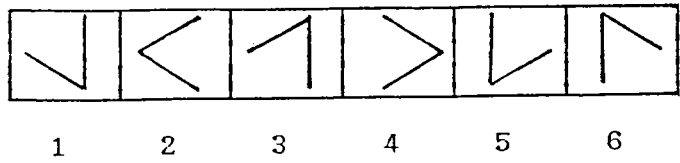
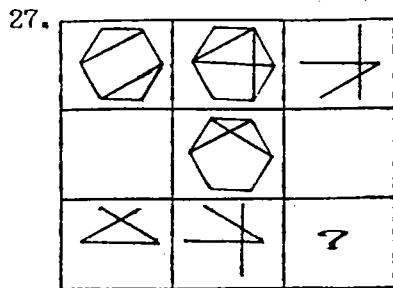
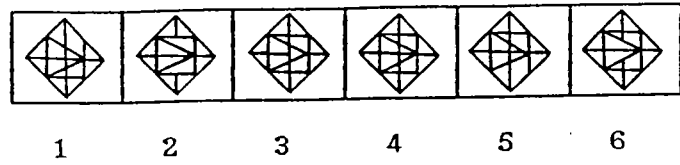
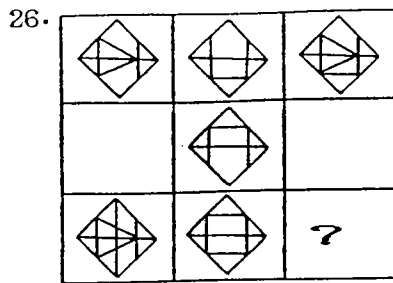


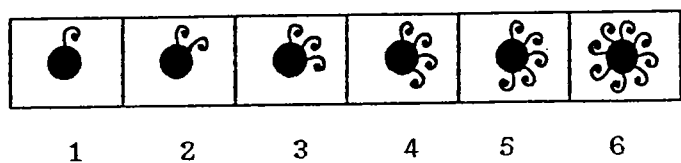
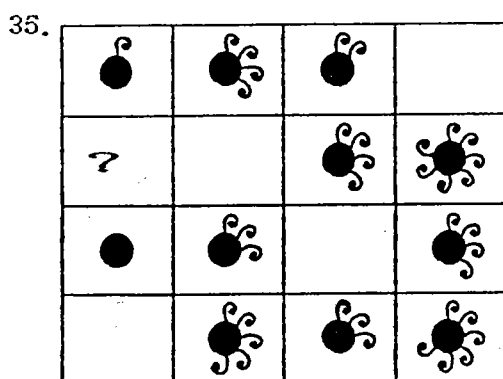
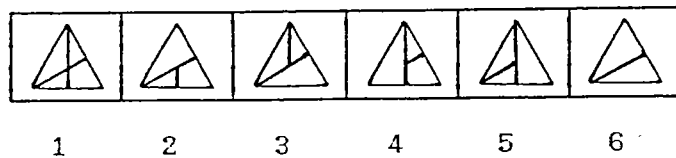
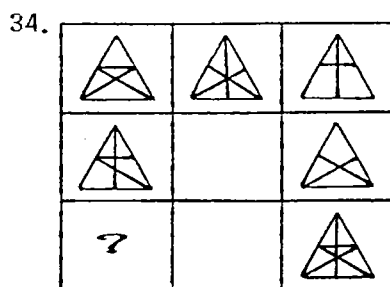
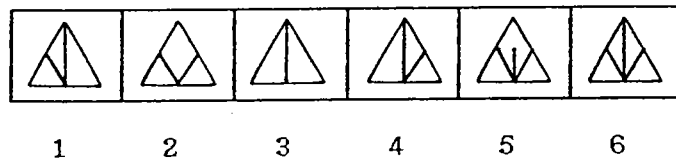
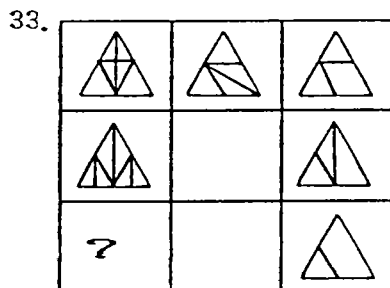
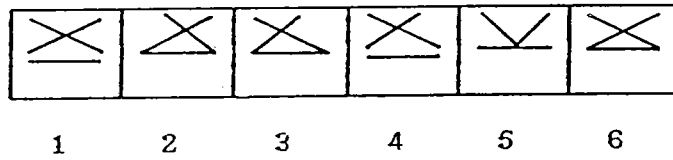
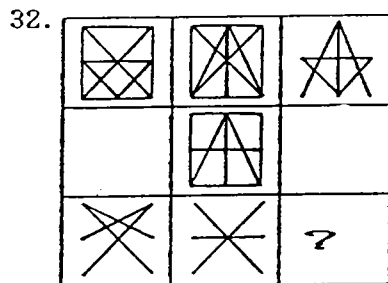
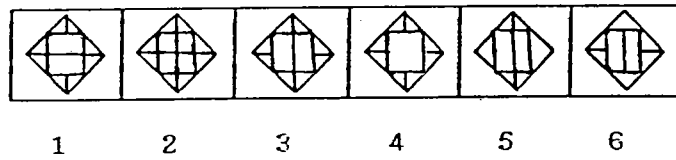
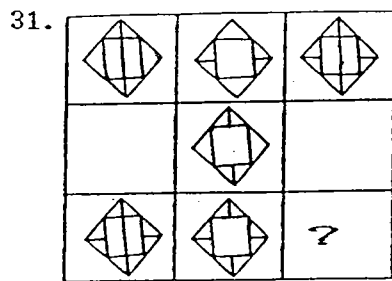
24.



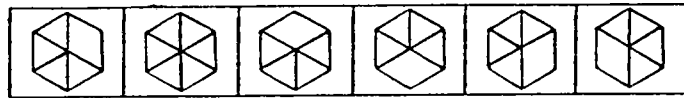
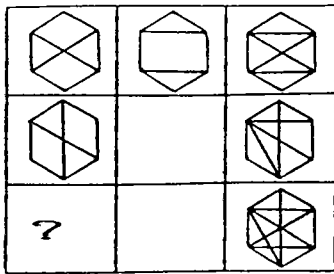
25.





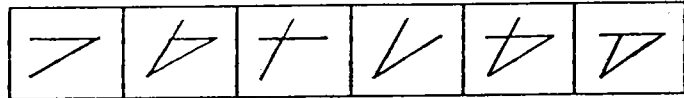
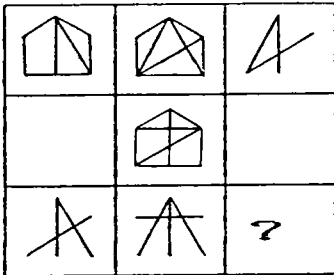


36.



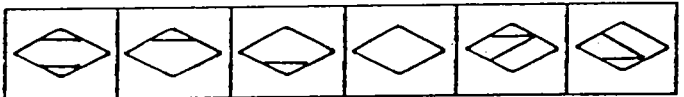
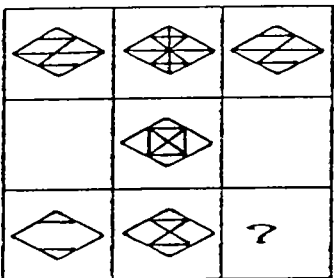
1 2 3 4 5 6

37.



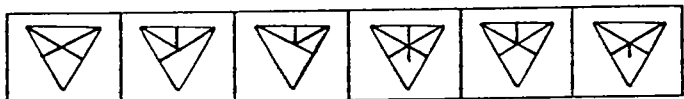
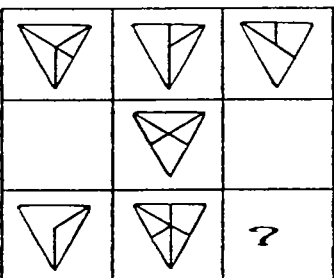
1 2 3 4 5 6

38.



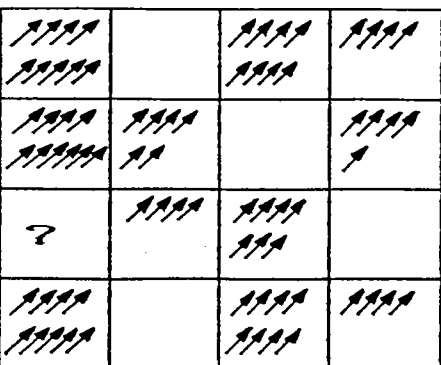
1 2 3 4 5 6

39.



1 2 3 4 5 6

40.



1 2 3 4 5 6

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รศ. อังคณา สายยศ	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ. ล้วน สายยศ	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ. ดร. ส. วาสนา ประवालพฤษ์	ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นายสุชแก้ว คำสอน	นิสิตปริญญาเอก วิชาเอกการวัดและการทดสอบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
นายอนุวัฒน์ คุณแก้ว	นิสิตปริญญาเอก วิชาเอกการวัดและการทดสอบ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวนิสากร ล้อถาวร
เกิดวันที่	29 เมษายน 2507
สถานที่เกิด	อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 372 / 6 ก ตำบลในเือง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 3
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนสตรีชัยภูมิ อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2525	จบมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนท่ามะกาวิทยาคม อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
พ.ศ. 2527	จบประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากวิทยาลัยครูนครปฐม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2529	จบการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2535	จบการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบ
และจำนวนตัวเลือกต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
นิตสาร ล้อถาวร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2535

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบต่างกัน คือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน คือ 4 , 5 และ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 ของโรงเรียนในจังหวัดกาญจนบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา จำนวน 2,148 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มอย่างง่าย

ผลการศึกษพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันมีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก คู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือก มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติไม่แตกต่างกัน สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกันมีผลต่อ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ไม่แตกต่างกัน

A COMPARISON OF THE QUALITIES OF THE MATRICES TESTS WITH
DIFFERENT FORMATS AND NUMBERS OF OPTIONS

AN ABSTRACT

BY

NISAKORN LAWTHAWORN

Presented in partial fulfilment of the requirements for the Master
of Education degree in Educational Measurement

at Srinakharinwirot University

May 1992

The purpose of the study was to compare the qualities of the matrices tests in different formats - the complete and the incomplete - and different numbers of options - four choices, five choices and six choices. The samples of this study selected by means of simple random sampling were 2,148 matayom suksa II students of the academic year 1991 in Kanchanaburi province.

The results of the study revealed that the matrices tests in different formats effect on the difficulty of tests were significantly different at .05.

The matrices tests with different numbers of options effect on the test difficulty were significantly different at .01. The matrices tests were significantly different in pairs at .01 were the complete - four choices and the complete - five choices, the complete - four choices and the complete - six choices, the incomplete - four choices and the incomplete - five choices, the incomplete - four choices and the incomplete - six choices, the incomplete - five choices and the incomplete - six choices . The matrices tests were significantly different in pairs at .05 were the complete - five choices and the complete - six choices.

The interaction between formats and numbers of options effect on the difficulty of the matrices tests were found nonsignificantly different. The matrices tests in different formats and numbers of options effect on the discrimination and the reliability of the tests were found nonsignificantly different.