

153.92

๖/๖๖๖

๗/๗

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน

ปริญญานิพนธ์

ของ

ประสาธ ธรรมรัตน์

13 ส.ค. 2532

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

167397

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบใต้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(รศ.ลวน สายยศ)

..... กรรมการ
(รศ.ชูศรี วงศ์รัตน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ.ลวน สายยศ)

..... กรรมการ
(รศ.ชูศรี วงศ์รัตน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ศศ.จรินทร์ ประสงค์สม)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

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

วันที่.....4.....เดือน.....ตุลาคม..... พ.ศ. 2531.....

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์ ล้วน สายยศ รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์ธนะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรินทร์ ประสงค์สม และ ดร. นิยะดา ศรีจันทร์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่ช่วยติดต่อขอเอกสารจากต่างประเทศจำนวนหนึ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่กรุณาให้ผู้วิจัยนำแบบทดสอบมาตรฐานมาประกอบการทำปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ อาจารย์ใหญ่ คณะอาจารย์ และนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และขอขอบคุณ คุณเมลิวัลย์ บำรุงการ คุณณลินี ณ นคร คุณสุรัตน์ ชวัญบุญจันทร์ ตลอดจนนักวิชิตรุ่น 21 - 23 ทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ประสาธ ธรรมรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	4
ขอบเขตของการศึกษา	4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
ทฤษฎีสององค์ประกอบ	7
ทฤษฎีสติปัญญาของคัท เทลล์	9
เอกสารที่เกี่ยวข้อง	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	23
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	24
ประชากร	24
กลุ่มตัวอย่าง	24
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	26
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	27
รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	29
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	33
ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล	34
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	36

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	39
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	39
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	48
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	48
กลุ่มตัวอย่าง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	48
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	50
อภิปรายผล	51
ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	60

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนคน	25
2	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบ	40
3	ค่าความยากมาตรฐาน อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบ .	41
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบ	43
5	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการคิดต่างกันสี่แบบ	44
6	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการคิดต่างกันสี่แบบ	45
7	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการคิดต่างกันสี่แบบ	46
8	ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการคิดต่างกันสี่แบบ	47
9	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการเพิ่ม	61
10	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการลด	62
11	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการหาตัวรวม	63
12	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบอนุกรมมิติตั้งสี่แบบการบวกเอกลักษณ์	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

- 1 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ : (A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิติ (B) สมมาตรตามแนวนอน (C) สมมาตรตามแนวตั้ง (D) สมมาตรตามแนวทะแยง .. 15
- 2 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน : (A) เหมือนกันธรรมดา (B) เหมือนกันตามแนวตั้ง (C) เหมือนกันตามแนวนอน (D) เหมือนกันแบบต่อเนื่อง .. 15
- 3 ข้อสอบจตุรัสลาติน : (A) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา (B) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา (แปรเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง) (C) จตุรัสลาตินแบบผสม (D) อนุกรมมิติที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกัน (identity) กับจตุรัสลาติน .. 16
- 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร : (A) การรวมตามแนวตั้งและแนวนอน (B) การรวมตามแนวนอน (C) การรวมตามแนวตั้ง (D) การหาตัวรวม (ตามแนวนอน) (E) การรวมรูปทรงที่ต่างกัน 17
- 5 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง : (A) ลำดับขนาด (B) อุปมาอุปไมยภาพ (C) ลำดับการเจริญงอกงาม (D) ลำดับการบวก (E) ลำดับการคูณ (F) การกลับอันกลับ (G) การหมุน (H) การสะท้อนกลับ (I) การเคลื่อน (J,K) การแรงงา 17
- 6 ตัวอย่างอนุกรมมิติแบบถูก, ผิด : (A) อนุกรมมิติแบบถูกที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ตัว และการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (B) อนุกรมมิติแบบผิดที่ประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ตัว และการเปลี่ยนรูป 2 แบบ 20

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ข้อสอบแบบรูปภาพแบบ "อนุกรมมิติ" เป็นรูปแบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายในการทดสอบความสามารถทั่วไป (General ability) และความสามารถด้านเหตุผล แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีชื่อเสียงและมีความสำคัญมากฉบับหนึ่งคือ แบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส ของราเวน (Raven's Progressive Matrices) เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลักการของอนุกรมมิติเพียงอย่างเดียว แต่ใช้ดำเนินการทดสอบในวงกว้าง เช่น ใช้ในการแนะแนว (McCarthy, 1974 : 69 - 76) ใช้ดำเนินการทดสอบในคลินิก (Bortner, 1965 : 491) และใช้ในงานวิจัยลักษณะต่าง ๆ เช่น การนำไปประกอบการวิจัยข้ามกลุ่มวัฒนธรรม (Baraheni, 1974 : 983 - 988) และการวิจัยสติปัญญาการคิดเชิงนามธรรมของคนที่มีเชื้อชาติและระดับชั้นทางสังคมที่แตกต่างกัน (Jensen, 1968 : 1330 - 1337) ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบอนุกรมมิติไม่ก่อให้เกิดการโต้แย้งเปรียบเปรยในเรื่องความจำเพาะของภาษา นอกจากนี้ในการศึกษาตัวแปรที่มีการศึกษากันน้อย เช่น การศึกษากับเด็กตาพิการ ก็มีการปรับข้อสอบอนุกรมมิติขึ้นมาใช้กับคนตาพิการได้อย่างเหมาะสม (Ward and Fitzpatrick, 1973 : 987 citing Rice and Anderson, 1965) และถึงแม้ว่าจะมีเอกสารจำนวนหนึ่งแสดงถึงความไม่ลงรอยกันในประเด็นที่ว่า แท้จริงแล้วแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส ของราเวนวัดสิ่งใด (ความสามารถทั่วไป ความสามารถด้านเหตุผล หรือความสามารถด้านการรับรู้) แต่ในที่สุดก็ยังคงมีผู้นำแบบทดสอบนี้ไปเป็นชุดของแบบทดสอบที่วัดความสามารถในการคิด โดยไม่มีข้อสงสัยหรือข้อใจแต่อย่างใด (Ward and Fitzpatrick, 1973 : 987)

ข้อสอบอนุกรมมิติเกิดขึ้นมาโดยชาวอังกฤษสองคน คือ เอล.เอส.เพนโรส และ เจ.ซี. ราเวน (L.S. Penrose & J.C. Raven) แล้วพิมพ์เป็นแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ

แมทธิว ครอนบาคในปี ค.ศ.1938 (Cronbach. 1970 : 269) เราจะสามารถหาแบบทดสอบนี้ตามทฤษฎีสถิติได้โดยสองตัวประกอบของสเปียร์แมน ที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ของสองที่ใช้วัดความสามารถในการรู้-การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of figural relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับข้อสอบของราเวน (Jacobs and Vandeventer. 1972 : 239) ลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติ เป็นชุดของสิ่งเร้ารูปภาพสองมิติที่วางช่องว่างทางขวาล่างเป็นคำถาม ให้ผู้สอบเลือกตัวเลือกที่พาเข้าไปใส่ในช่องนั้นในสอดคล้องกับชุดสิ่งเร้ารูปภาพนั้น ผู้สอบต้องรู้ถึงความสัมพันธ์ของรูปภาพในแต่ละมิติ แล้ววิเคราะห์ตัวเลือกที่สอดคล้องกับชุดหรือแนว ๆ ที่สัมพันธ์กัน (Thorndike and Hagen. 1977 : 312 - 313) จากลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติ จะเห็นว่า กลุ่บภายในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติมีความยืดหยุ่นสูง และส่งผลให้เกิดความยากที่เป็นไปได้นี้ก็สลับกว้างมาก (Cronbach. 1970 : 269 - 270) ทั้งนี้เพราะหลักเกณฑ์ความสัมพันธ์ ที่ใช้สร้างข้อสอบอนุกรมมิติมีจำนวนมากมาย (Guilford. 1967 : 242) ทำให้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจำนวนหนึ่ง พยายามสร้างกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ของข้อสอบอนุกรมมิติเพื่อจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น จาคอบส์ และ แวนเดเวนเตอร์ (Jacobs and Vandeventer. 1972 : 235 - 248) สร้างกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์เพื่อใช้ประกอบการสอนทักษะทางสติปัญญาในการรู้ - การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ วอร์ด และ ฟิตซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick. 1973 : 987 - 993) พยายามสร้างกฎเกณฑ์ความสัมพันธ์ของข้อสอบอนุกรมมิติให้เป็นสารระบบจำแนก (Taxonomy) เพื่อเป็นประโยชน์ในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติใหม่ ๆ และสำหรับ ฮอร์น และ แฮบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 380) ได้สร้างข้อสอบอนุกรมมิติตามกฎเกณฑ์ที่เขาค้นขึ้น แล้ววิเคราะห์ความยากของข้อสอบด้วยวิธีลิเนียร์ ลอจิสติก เทสต์ โมเดล (Linear logistic test model) เพื่อประโยชน์ในการสร้างธนาคารข้อสอบ ผลปรากฏว่า ค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแบบต่าง ๆ มีค่าแตกต่างกัน แต่ข้อสอบอนุกรมมิติแบบเดียวกันมีค่าใกล้เคียงกัน

ในขณะที่เดียวกันนักจิตวิทยาที่ศึกษากระบวนการคิด (Cognitive Psychologist) ก็นำลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติไปศึกษากระบวนการคิดหาคำตอบของเด็ก เช่น การศึกษาการจัดประเภทและการลำดับอนุกรมมิติของ ซิปเปิล และคณะ ที่ศึกษากับนักเรียนระดับ 1, 3 และ 5 (Sipple and others. 1980 : 166) และการประเมินโครงการสอนความสามารถในการจัดประเภทเชิงพหุคูณ (Multiple - Classification) ตามทฤษฎีของเพียร์เจต์กับนักเรียนอายุ $5\frac{1}{2}$, $6\frac{1}{2}$ และ $7\frac{1}{2}$ ปี (Parker, Sperr and Rieff. 1972 : 188 - 194) นักจิตวิทยากลุ่มนี้เห็นว่า การศึกษาค้นคว้าดังกล่าวจะช่วยให้เข้าใจรูปร่างและเนื้อหาของความสามารถทางสมอง และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความสามารถทางสมองได้ทางทั้ง สโตนและเคย์ (Stone and Day. 1981 : 354 - 362) ได้ศึกษาพัฒนาการของกระบวนการหาคำตอบโดยให้หาอนุกรมมิติของนักเรียนที่ต่างระดับกัน และศึกษาผลของการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบและการเปลี่ยนรูปร่างในอนุกรมมิติที่มีต่อความยากของข้อสอบ ซึ่งนิยามในแง่ของเวลาที่ใช้ตอบ ส่วนไฟร์แมน ซาคาวสกี และ บาเสน (Foorman, Sadowski and Basen. 1985 : 107 - 130) ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกับ สโตนและเคย์ แต่เพิ่มประเด็นในการศึกษาความแตกต่างของการคิด เมื่ออนุกรมมิติมีการเปลี่ยนรูปที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนต่างระดับชั้นกันมีพัฒนาการของกระบวนการหาคำตอบต่างกัน การเพิ่มส่วนประกอบและการเปลี่ยนรูปร่างในอนุกรมมิติส่งผลให้เวลาในการตอบแตกต่างกันและการเปลี่ยนรูปที่ต่างกันพบว่าใช้กระบวนการหาคำตอบที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการวิจัยของไฟร์แมน ซาคาวสกี และ บาเสน และของ ฮอร์นและเฮบบอน ที่พบว่า ค่าความยากของข้อสอบแปรเปลี่ยนไปตามแบบของการเปลี่ยนรูปนั้น ไม่มีการควบคุมโครงสร้างของรูปทรงเรขาคณิตที่สร้างให้คงเดิม และหลักการเปลี่ยนรูปยังอาจแปรเปลี่ยนไปตามแนวหรือสัณฐานใดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองด้าน จึงสรุปแน่ชัดไม่ได้ว่า ค่าความยากของข้อสอบเกิดจากการเปลี่ยนรูปหรือเกิดจากสาเหตุใด หากมีการควบคุมโครงสร้างของรูปทรงและทิศทาง การเปลี่ยนรูปก็จะสามารถทราบผลของการเปลี่ยนรูปที่มีต่อคุณภาพของแบบทดสอบได้เด่นชัดขึ้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงว่า ข้อสอบอนุกรมมิตินับบทบาทอย่างมากในการวัดความสามารถทั่วไป ความสามารถด้านเหตุผล และการศึกษาระบวนการคิด ข้อสอบอนุกรมมิติจึงเป็นข้อสอบที่มีคุณประโยชน์มาก การศึกษาคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติเพื่อการนำไปใช้จึงเป็นสิ่งที่ควรกระทำยิ่ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปหรือแบบการคิดที่ใช้ในการหาคำตอบที่แตกต่างกัน โดยกำหนดให้โครงสร้างของรูปทรงเรขาคณิตมาสร้างเหมือนกัน และทิศทางของการเปลี่ยนรูปหรือแบบการคิดแปรผันไปตามแถวและสัณภูมิเหมือนกัน ต่างกันแต่แบบของการเปลี่ยนรูปหรือแบบการคิดที่ใช้ในการหาคำตอบเท่านั้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
4. เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบรูปแบบของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่าง ๆ ที่เหมาะสม อันเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติใหม่ที่มีคุณภาพ และการศึกษาแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดที่แตกต่างไปจากการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบทดสอบอนุกรมมิติใหม่ที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ มีจำนวนทั้งหมด 5,472 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ มีจำนวนทั้งหมด 448 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ แบบการคิดของแบบทดสอบอนุกรมมิตีสี่แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของแบบทดสอบ คือ ความยาก อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบอนุกรมมิตี หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผลรูปภาพ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ลักษณะของข้อสอบเป็นชุดของสิ่งเร้ารูปภาพในตารางสองมิติ คือ แถวและสัณมุขที่เว้นช่องว่างทางขวาล่างไว้เป็นคำถามให้ผู้รับการทดสอบเลือกตัวเลือกที่กำหนดให้ ให้สอดคล้องกับชุดสิ่งเร้ารูปภาพนั้น

2. แบบการคิด หมายถึง แบบของการคิดหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปภาพในช่องต่าง ๆ ของข้อสอบอนุกรมมิตี ซึ่งผู้รับการทดสอบใช้ในการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในการศึกษาค้างนี้มีแบบการคิดสี่แบบ คือ

2.1 แบบการเพิ่ม หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสัณมุข(แถว)หนึ่ง ผสมเข้ากับภาพในสัณมุข(แถว)สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสัณมุข(แถว)สาม

2.2 แบบการลด หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในสัณมุข(แถว)หนึ่ง ถูกหักออกหรือลบออกด้วยภาพในสัณมุข(แถว)สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสัณมุข(แถว)สาม

2.3 แบบการหาตัวร่วม (intersection) หมายถึง การคิดหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างร่วมกันของภาพในสัณมุข(แถว)หนึ่ง และภาพในสัณมุข(แถว)สอง ได้เป็นภาพในสัณมุข(แถว)สาม

2.4 แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) หมายถึง การศึกษาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาโครงสร้างภายในที่แตกต่างกับของภาพในสคัมภ์(แถว) หนึ่ง และภาพในสคัมภ์(แถว)สอง มารวมกันเป็นภาพในสคัมภ์(แถว)สาม

3. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาเป็นรายข้อ และทั้งฉบับดังต่อไปนี้

3.1 ความยาก (Difficulty) ของข้อสอบ หมายถึง สัดส่วนที่นักเรียนทั้งหมดตอบข้อนั้นถูก คำนวณหาความยากได้โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท แพ็น

3.2 อำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถแจกแจงนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ตามความสามารถได้อย่างดีถ้วน ซึ่งคำนวณหาอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ และเปิดค่าดัชนีอำนาจจำแนกจากตารางสำเร็จของ จุง เท แพ็น

3.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดความรู้ความสามารถของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณหาความเชื่อมั่นโดยวิธี กูเตอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20)

3.4. ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ซึ่งคำนวณได้จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่าง ๆ กับคะแนนจากแบบทดสอบสแตนด์คาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีสติปัญญาหรือเชาวน์ปัญญาที่ศึกษากันในปัจจุบันมีกล่าวถึงหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีองค์ประกอบเดียวของบีเนตและซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน (Charles Spearman) ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน (L.L.Thurstone) ทฤษฎีไฮราคัลของเบิร์ทและเวอร์นอน (Burt and Vernon) ทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับของเจนเซน (Jensen) และทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล (R.B.Cattell) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 27 - 34) แต่ทฤษฎีสติปัญญาที่กล่าวหาตึงถึงข้อสอบอนุกรมมิติไว้มาก คือ ทฤษฎีสององค์ประกอบ และทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล

ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two - factor Theory of intelligence)

ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่นำวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) มาใช้ศึกษาความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา เขาได้เสนอทฤษฎีสติปัญญาสององค์ประกอบไว้ในปี ค.ศ.1904 สำคัญสำคัญของทฤษฎีกล่าวไว้ว่า ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ตัว คือ (ชมพร ยงกิตติกุล, 2524 : 6 - 8)

1. องค์ประกอบทั่วไป (general factor) เรียกว่า "จี" (g) เป็นความสามารถทั่วไปที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางด้านการใช้เหตุผล การทำกิจกรรมทางปัญญาทุกอย่างต้องใช้ความสามารถด้านนี้ กิจกรรมทุกอย่างมีปริมาณ "จี" แตกต่างกัน
2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor) เรียกว่า "เอส" (s) เป็นความสามารถเฉพาะของการทำงานแต่ละอย่าง กิจกรรมใดที่มีลักษณะเฉพาะตัวมากต้องใช้

ความสามารถ "เอส" สูง คนที่มีความสามารถเฉพาะงานใดสูงก็ทำงานนั้นได้ดี และมีโอกาสประสบความสำเร็จสูงด้วย

สเปียร์แมน กล่าวว่า แบบส้อมทุกฉบับที่สัมพันธ์อย่างพหุคูณจากโดเมนความสามารถทางสติปัญญาจะวัดองค์ประกอบทั่วไปร่วมกัน ส่วนองค์ประกอบเฉพาะนั้นเป็นลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบแต่ละชุด ผลการวัดที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละชุดจะมีความสัมพันธ์ในปริมาณที่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ที่ได้เป็นปริมาณขององค์ประกอบทั่วไปที่แบบทดสอบนั้นเมื่ออยู่ร่วมกัน แบบทดสอบต่าง ๆ จึงมีความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของการวัดองค์ประกอบทั่วไป ถ้าทฤษฎีของสเปียร์แมน ถูกต้อง ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทุกชุดควร เป็นไปในทางบวก นอกจากนี้เรายังสามารถจัดอันดับของแบบทดสอบตามปริมาณของประสิทธิภาพการวัดองค์ประกอบทั่วไปได้อีกด้วย สเปียร์แมนเสนอว่า การวัดความสามารถของบุคคลควรวัดองค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ เพราะองค์ประกอบทั่วไปเป็นส่วนสำคัญร่วมอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะจะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลและความสามารถแต่ละอย่าง ฉะนั้นการวัดองค์ประกอบเฉพาะจึงทำได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบทั่วไปควรเป็นแบบทดสอบนามธรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์อย่างรอบคอบและมีเหตุผล สเปียร์แมนเน้นความสามารถดังกล่าวตามหลักการ โนอีเจเนซิส (Noegenesis) ที่เขาตั้งขึ้น หลักการนี้กล่าวถึงการคิดพื้นฐานของมนุษย์ 3 ประการ (พจนาน แสงรุ่งโรจน์ 2521 : 7 - 8) คือ

1. หลักการเข้าใจในประสบการณ์ (Apprehension of Experience) กล่าวว่า บุคคลรับรู้ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่มีอยู่ และกลายเป็นผู้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นทันที
2. หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่อง (Education of Relation) กล่าวว่า สิ่งปรากฏในห้วงความคิด 2 ลักษณะขึ้นไป ทำให้บุคคลทราบความเกี่ยวเนื่องกันของสิ่งเหล่านั้น เช่น เมื่อเราพบแผ่นกระดาษขาว และแผ่นกระดาษสี เราอาจเข้าใจในความแตกต่างของสีที่เกี่ยวเนื่องกันได้ทันที หรือเมื่อเราเห็นคำว่า "แข็ง" และคำว่า "อ่อน" เราอาจพบความเกี่ยวเนื่องในแง่เป็นลักษณะที่ตรงข้ามกัน เป็นต้น

3. หลักการค้นพบความสัมพันธ์ (Education of Correlation) กล่าวว่า ลักษณะใด ๆ ที่ปรากฏพร้อมกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกันทำให้บุคคลทราบลักษณะความสัมพันธ์นั้นได้ เช่น เมื่อเห็นคำถาม "ความอบอุ่น : เตา :: ความแหลม : __" เราสามารถทราบคำตอบว่า "อาวุธ" ได้ทันที

เพื่อความเข้าใจหลักการ โนอี เจเนซีส์ แต่ละข้อ ขอให้พิจารณาโจทย์ปัญหาการอุปมาอุปไมยแบบ ก : ข :: ค : ? เป็นตัวอย่างดังนี้ (Sternberg, 1985 : 5)

นกยูง : ลูกนกยูง :: นายแพทย์ : ?

หลักการเข้าใจในประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการทำเป็นรหัส (encoding) เป็นการมองเห็นและทำความเข้าใจในพจน์ต่าง ๆ ของการอุปมาอุปไมยทั้งหมด

หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่องเกี่ยวข้องกับการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่างคู่แรกของการอุปมาอุปไมย คือ นกยูง : ลูกนกยูง

หลักการค้นพบความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการนำหลักการอ้างอิงนั้นไปสู่เนื้อหาใหม่ (โดเมนใหม่) ในที่นี้เป็นการนำหลักการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่าง นกยูง : ลูกนกยูง มาทำให้เหมาะสมกับ นายแพทย์ : ? คำตอบที่ดีที่สุดในการอุปมาอุปไมยนี้ก็คือ คนไข้

หลักการคิดทั้งสามข้อดังกล่าวสามารถนำไปสร้างเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์ได้หลายแบบ ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้สร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถทั่วไป แบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส ของราเวน ก็สร้างขึ้นตามหลักการนี้เช่นกัน

ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล

ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทิล เป็นการประมวลและสังเคราะห์ทฤษฎีของ สเปียร์แมน และเทอร์สตัน เข้าด้วยกัน (ชุมพร ยงกิติกุล, 2524 : 8 - 9) กล่าวคือ คัทเทิลมีแนวคิดคล้ายกับสเปียร์แมนในแง่ที่เขาให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทั่วไป และคล้ายกับเทอร์สตันใน

ด้านที่เขาเชื่อการใช้วิธีหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธีที่ให้องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน (oblique rotation) ด้วยการใช้วิธีดังกล่าวทำให้พบว่า "จี" เป็นองค์ประกอบลำดับที่สองของโครงสร้างสติปัญญา คัทเทิลได้วิเคราะห์ผลการวัดความสามารถทางสมองหลายอย่างด้วยวิธีการคล้ายคลึงกับกระบวนการที่เทอร์สโตไนซ์ พบว่าความสามารถพื้นฐานทางสมองมีองค์ประกอบ 5 ตัว คือ

1. องค์ประกอบ g_f เป็นความสามารถที่แสดงถึงผลการสืบทอดทางพันธุกรรมของแต่ละคน
2. องค์ประกอบ g_c เป็นความสามารถที่แสดงถึงชนิดของความสามารถต่าง ๆ ที่วัดได้ด้วยแบบทดสอบสติปัญญามาตรฐานส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ ความสามารถด้านนี้เชื่อว่าเป็นสิ่งที่แสดงถึงผลการสะสมความสามารถทางสติปัญญาที่ได้จากประสบการณ์
- ทั้ง g_f และ g_c เป็นการแยกองค์ประกอบทั่วไปทางสติปัญญาตามทฤษฎีของสเปียร์แมนออกเป็นสองส่วนนั่นเอง คัทเทิลได้เน้นย้ำความสำคัญของความสามารถทั้งสองอย่างนี้เรียกว่า เป็นทฤษฎีสติปัญญาฟลูอิด และคริสตัลไลซ์
3. องค์ประกอบ g_v เป็นพลังการรับรู้ทางสายตา (Power of visualization) เป็นความสามารถที่เชื่อว่าสะท้อนบทบาทของการรับรู้ทางสายตาที่มีต่อการแก้ปัญหา
4. องค์ประกอบ g_r (retrieval) เป็นความสามารถในการระลึกสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วจากความจำที่มีอยู่
5. องค์ประกอบ g_s (cognitive Speed) เป็นความสามารถที่กระทำสิ่งต่าง ๆ ได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องการความเร็ว

องค์ประกอบของความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ มีความสัมพันธ์กันและส่งเสริมซึ่งกันและกัน คัทเทิลและคณะ ได้ทดสอบการปรากฏขององค์ประกอบเหล่านี้ และได้สรุปว่า ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาโดยทั่วไปประกอบด้วยความสามารถสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบฟลูอิดและองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ ทั้งสองเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดแก่ความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบฟลูอิดเป็นความสามารถพื้นฐานของการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เป็นอิสระจากการศึกษาและสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้จึงเป็นความสามารถที่ใช้ทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหาและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในงาน

ที่ต้องการการปรับตัวในสถานการณ์ใหม่ องค์ประกอบคริสตัลไลซ์เป็นผลของปฏิสัมพันธ์ (interaction) ของความสามารถฟลูอิดของแต่ละคนกับสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมที่แต่ละคนเป็นสมาชิก ความสามารถจึงประกอบด้วยความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้จากสังคมของตนโดยตรง

สำหรับการวัดองค์ประกอบฟลูอิดและองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ พบว่า องค์ประกอบฟลูอิดมีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบประเภทไม่ใช้ภาษา ที่ต้องใช้ความสามารถทางด้านการหาความสัมพันธ์ของปัญหา เช่น แบบทดสอบพวกอนุกรม การจำแนกพวก และการเปรียบเทียบ ส่วนองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ พบว่า มีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบด้านภาษา คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผลและตัดสินใจ จากข้อมูลที่กำหนดให้ และตัดสินจากประสบการณ์และทักษะทางด้านกลไก (ชุมพร ยงกิติกุล .

2524 : 12)

จากทฤษฎีสติปัญญาของสเปียร์แมน และของกัทเทิล จะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตีมีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบทั่วไปตามทฤษฎีของสเปียร์แมน เพราะลักษณะของข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการ โนอีเจเนซิส ที่เขาค้นขึ้น และในเวลาเดียวกันแบบทดสอบอนุกรมมิตีก็มีคุณสมบัติในการวัดความสามารถฟลูอิดตามทฤษฎีสติปัญญาของกัทเทิลด้วย

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ข้อสอบอนุกรมมิตีในการศึกษาครั้งนี้อาจนิยามว่า เป็นโจทย์ปัญหาที่เสนอในรูปของการให้เหตุผลรูปภาพ เพราะอนุกรมมิตีบางอย่างจะมีลักษณะเป็นอนุกรมมิตีเลขคณิตที่ปรากฏข้อในตำราบางเล่มต่าง ๆ กัน เช่น "อนุกรมสัมพันธ์" (ชวาล เพรตกุล. ม.ป.ป. : 257) "ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น" (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527 : 59) โจทย์ปัญหาดังกล่าวถือว่าเป็นการวัดความสามารถด้านการคิดคำนวณตัวเลข หรือองค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน

ในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้ว ขนาดของอนุกรมมิตีสามารถพิจารณาได้หลายลักษณะ แต่เพื่อความสะดวกมักจะใช้รูปแบบจตุรัสที่ภายในบรรจุช่องต่าง ๆ 4 หรือ 9 ช่อง ช่องที่ว่างไว้เป็น

คำถาม หรือให้ผู้สอบเติมให้อนุกรมมิตินั้นจะอยู่ในช่องมุมขวาล่าง แต่ก็อาจจะให้อยู่ตำแหน่งใดในอนุกรมมิตินั้นก็ได้เช่นกัน และนอกจากนี้ก็อาจจะปิดบังบางส่วนมากกว่า 1 ช่องได้ด้วย จากคอบส์และแวนดิเวนเตอร์ (Jacobs and Vandeventer, 1972 : 235 - 248) เป็นผู้ให้ข้อสังเกตว่า ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ - เข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of figural relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด สามารถแทนได้ด้วยข้อสอบอนุกรมมิตินั้น ซึ่งผู้สอบจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแถวและความสัมพันธ์ระหว่างสัณฐาน จากคอบส์และแวนดิเวนเตอร์ ได้เสนอรูปแบบความสัมพันธ์สำหรับข้อสอบอนุกรมมิติไว้ 12 แบบ คือ

1. แบบเหมือนกัน (Identity) มีลักษณะเป็นการทำซ้ำโดยไม่เปลี่ยนแปลง



2. การแรเงา (Shading) อาจแรเงาทั้งหมด หรือครึ่งหนึ่ง



3. การเคลื่อนในลักษณะหมุน (Movement in a plane) ภาพเคลื่อนไปในแนวราบ



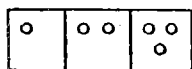
4. การสับเปลี่ยน (Reversal) ส่วนประกอบภายในเปลี่ยนรายละเอียดกัน เช่น ขนาด การแรเงา หรือตำแหน่ง



5. การเพิ่ม (Addition) ภาพในสัณฐาน(แถว)หนึ่ง ผสมเข้ากับภาพในสัณฐาน(แถว)สอง ได้เป็นภาพในสัณฐาน(แถว)สาม



6. ลำดับจำนวน (Number series) เป็นลำดับตัวเลข จำนวน หรือรูปทรงเรขาคณิต
ในแต่ละช่อง



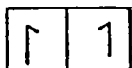
7. รูปทรง (Shape) เปลี่ยนแปลงทั้งหมด หรือเปลี่ยนอย่างเป็นระบบ เช่น
จากภาพที่บเป็นภาพค



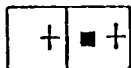
8. ขนาด (Size) เปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วน เช่นเดียวกับการย่อ, ขยาย



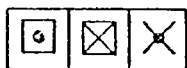
9. พลิกภาพ (Flip - over) ภาพพลิกในลักษณะ จากซ้าย-ขวา, บน-ล่าง



10. การเพิ่มส่วนประกอบ (Added element) เพิ่มส่วนประกอบใหม่เข้าไป หรือ
เอาภาพเก่าออก



11. การบวกเอกลักษณ์ (Unique addition) เป็นการบวกส่วนประกอบที่เป็น
เอกลักษณ์ของตนเอง หรือส่วนประกอบที่แตกต่างกัน



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

○	△	□
□	○	△
△	□	○

จากอบสและแวนดิเวนเตอร์ ให้ข้อเสนออีกว่า รูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 12 แบบนี้ยังสามารถนำมารวมเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ได้อีก เช่น การรวมความสัมพันธ์แบบรูปทรงกับการเรียง จากอบสและแวนดิเวนเตอร์ ได้ตรวจสอบแบบทดสอบโปรแกรมเชฟแมทริซ ชุด B, C, D และ E จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบ ลอร์จธอร์นไคค อินเทลลิเจนซ์ เทสต์ (Lorge - Thordike Intelligence Tests) ระดับ 3 ตอนที่ 3 (เป็นแบบทดสอบอุปมาอุปไมยรูปภาพ) จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีข้อสอบที่ใช้รูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดจากการรวมรูปแบบความสัมพันธ์ที่เขาเสนอดัง 20 และ 14 ข้อ ตามลำดับ

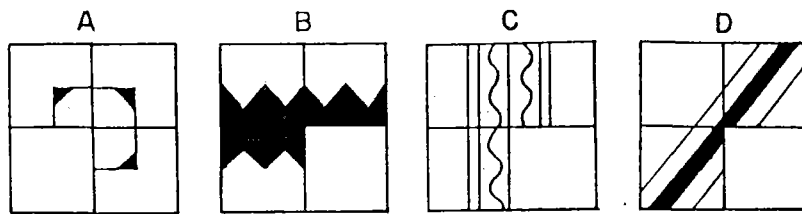
วอร์ดและฟิตซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick. 1973 : 187 - 191) กล่าวถึงแบบต่าง ๆ ของข้อสอบอนุกรมมิติว่า โดยหลักเบื้องต้นแล้วโครงสร้างอนุกรมมิติรูปจตุรัสอาจมีลักษณะที่สมมาตร หรือไม่สมมาตรก็ได้ดังนี้

ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตร

ประกอบด้วยข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแต่ ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) และข้อสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาติน

1. ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแต่ มีลักษณะที่มองเห็นภาพรวมทั้งอนุกรมสมบูรณ์ตลอด (Closure or Gestalt completion) เช่น ข้อสอบอนุกรมมิติชุดง่าย ๆ ในแบบทดสอบโปรแกรมเชฟแมทริซ (ชุด A) ซึ่งอาจจะแสดงให้เห็นเป็นภาพสมมาตรทั้งอนุกรมมิติ หรือ

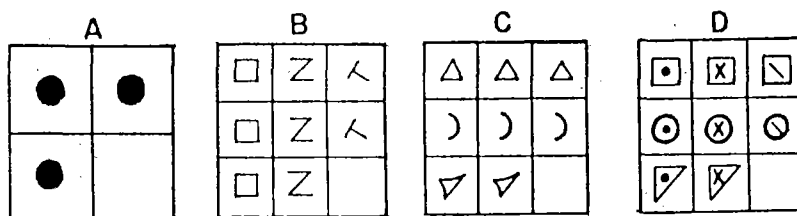
อาจเป็นการสมมาตรตามแนวนอน หรือแนวทะแยงของอนุกรมมิติ ข้อที่ซับซ้อนมากขึ้นของลักษณะนี้ อาจเป็นการรวมรูปทรงที่สมมาตรในทิศทางที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ : (A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิติ

(B) สมมาตรตามแนวนอน (C) สมมาตรตามแนวตั้ง (D) สมมาตรตามแนวทะแยง

2. ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identiry) อาจเป็นการสมมาตรที่สมบูรณ์ (A) แต่โดยปกติแล้วจะเป็นการสมมาตรเพียงบางส่วนเท่านั้น อาจมีรูปทรงที่เหมือนกันตามแถวหรือ สลคม (B และ C) ข้อที่ซับซ้อนกว่านี้อาจใช้แบบแผนที่เหมือนกันสองอย่างเคลื่อนไปตามแถว และสลคม (D) จากจุดนี้เราจะเห็นว่า ความยากของข้อสอบอนุกรมมิติอาจเพิ่มขึ้นโดยการ เพิ่มคุณสมบัติ หรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นของรูปทรง ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน : (A) เหมือนกันธรรมดา

(B) เหมือนกันตามแนวตั้ง (C) เหมือนกันตามแนวนอน (D) เหมือนกันแบบต่อเนื่อง

3. ข้อสอบอนุกรมมิติที่คล้ายคลึงกัน เป็นแบบที่มีความสมมาตรกันของลำดับในช่องต่าง ๆ ที่แปรเปลี่ยน หรือมีความสมดุลเป็นระบบ ข้อสอบลักษณะนี้พบว่า ผู้สอบจำนวนมากใช้วิธีการตอบ

โดยการพิจารณาภาพตามแนวทะแยงของช่องในข้อสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 3 ข้อ A ในกรณีเช่นนี้สามารถทำข้อสอบให้ดีขึ้นได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่างดังในข้อ B และจะทำให้ยากขึ้นไปอีกได้โดยการนำลักษณะภายในของจตุรัสละตินสองอันมาสานเข้าด้วยกัน ดังข้อ C อย่างไรก็ตามการรวมจตุรัสละตินมากกว่าสองอันเข้าด้วยกันนั้นมีความยุ่งยาก มีวิธีการอื่นที่ทำได้คือการรวมอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) กับอนุกรมมิติจตุรัสละตินเข้าด้วยกัน ดังข้อ D ซึ่งข้อสอบอนุกรมมิติของเราเวเนบางข้อก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้

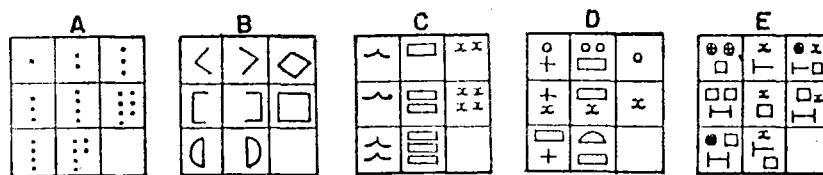
A			B			C			D		
⊗	○	↖	◐	▷	-C	⊖	△	+	△	▽	○
↖	⊗	○	▷	-C	◐	+	⊖	△	○	△	▽
○	↖		-C		▷	△	+		▽	○	

ภาพประกอบ 3 ข้อสอบจตุรัสละติน : (A) จตุรัสละตินแบบธรรมดา (B) จตุรัสละตินแบบธรรมดา (แปรเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่าง) (C) จตุรัสละตินแบบผสม (D) อนุกรมมิติที่ผสมระหว่างแบบเหมือนกัน (identity) กับ จตุรัสละติน

ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร

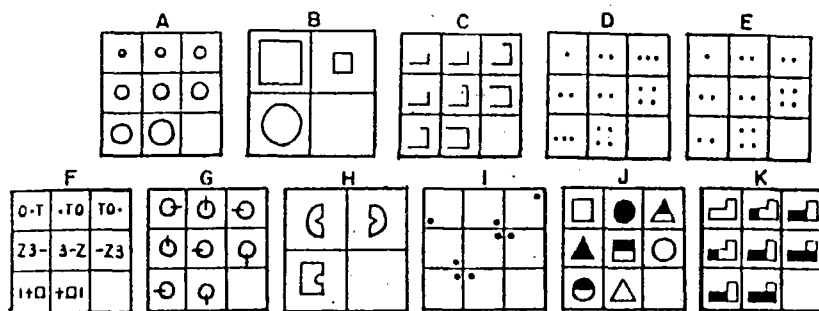
ข้อสอบอนุกรมมิติแบบนี้สร้างขึ้นโดยการประกอบสิ่งที่อยู่ภายในช่องเข้าด้วยกันด้วยวิธีการต่าง ๆ ใดมากมาย ดังแสดงในภาพประกอบ 4 ข้อ A แสดงการรวมสิ่งที่อยู่ภายในช่องตามแนวตั้งและแนวเอน นั่นคือ สิ่งที่อยู่ภายในช่องที่ 1 และ 2 รวมกันเป็นช่องที่ 3 (ตามแนวเอน) เช่นเดียวกันกับช่องที่ 1 และ 4 รวมเป็นช่องที่ 7 (ตามแนวตั้ง) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ กระบวนการนี้อาจคล้ายกับการแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ จากช่อง 3 แยกออกเป็นช่องที่ 2 และ 1 ; ช่องที่ 7 แยกออกเป็นช่องที่ 4 และ 1 อย่างไรก็ตาม การรวมกันนั้นอาจทำได้เพียงตามแนวเอน (B) หรือตามแนวตั้ง (C) เท่านั้น ข้อสอบอนุกรมมิติลักษณะนี้มีความคล้ายคลึงกับข้อสอบอนุกรมมิติแบบเหมือนกัน (identity) ที่กล่าวมาแล้ว การทำสิ่งที่อยู่ภายในช่องให้

เป็นรูปร่างที่น่าสนใจ อาจพิจารณาจากข้อ D ที่ให้คำตอบซึ่งอาจเป็นส่วนประกอบร่วมกัน หรือเหมือนกันตามแนวนอน ข้อนี้สามารถพิจารณาเหมือนกับการอินเตอร์เซกของเซต (intersection of set) ข้อที่ใช้สิ่งกับการรวมเซต (set union) คือ ข้อ E ซึ่งจะเป็นข้อที่มีความยากมากที่สุด



ภาพประกอบ 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร : (A) การรวมตามแนวตั้งและแนวนอน
(B) การรวมตามแนวนอน (C) การรวมตามแนวตั้ง (D) การนำตัวรวม (ตามแนวนอน)
(E) การรวมรูปร่างที่ต่างกัน

การตรวจเฉลยและการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร อาจใช้เทคนิคโดยการนำรูปร่างที่แตกต่าง ๆ กันของการจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง กรณีเช่นนี้สามารถเลือกขนาด จำนวน รูปร่าง และตำแหน่งของคุณสมบัติในช่อง ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง : (A) ลำดับขนาด (B) รูปมาอุปไมยภาพ
(C) ลำดับการเจริญงอกงาม (D) ลำดับการบวก (E) ลำดับการคูณ (F) การกลับ
อันดับ (G) การหมุน (H) การสะท้อนกลับ (I) การเคลื่อน (J,K) การแรเงา

ข้อ A เป็นการเปลี่ยนแปลงขนาดทั้งตามแนวตั้งและแนวนอน ข้อ B เป็นอนุกรมมิติที่มี 4 ช่อง ผลของการเปลี่ยนแปลงขนาดในข้อนี้คล้ายกับโจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยรูปภาพ ส่วนข้อ C คล้ายกับการเพิ่มขนาดแต่ที่ถูกต้องแล้วควรกล่าวว่าเป็นการแสดงถึงลำดับการเจริญงอกงามมากกว่า ข้อ D และ E เป็นข้อสอบอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นจากหลักการบวก และการคูณ

ข้อสอบอนุกรมมิติที่ต้องอาศัยการค้นหาคำตอบที่ยู่ยากขึ้นนั้นจะมีการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติภายในข้อ เช่น การกลับอันดับอย่างข้อ F การหมุนในข้อ G และการสะท้อนกลับในข้อ H ข้อ I เป็นการเคลื่อนตัวที่อาจจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับการสะท้อนกลับได้ นอกจากนี้อาจใช้การเรียงในการสร้างได้อีกหลายลักษณะดังข้อ J และ K

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

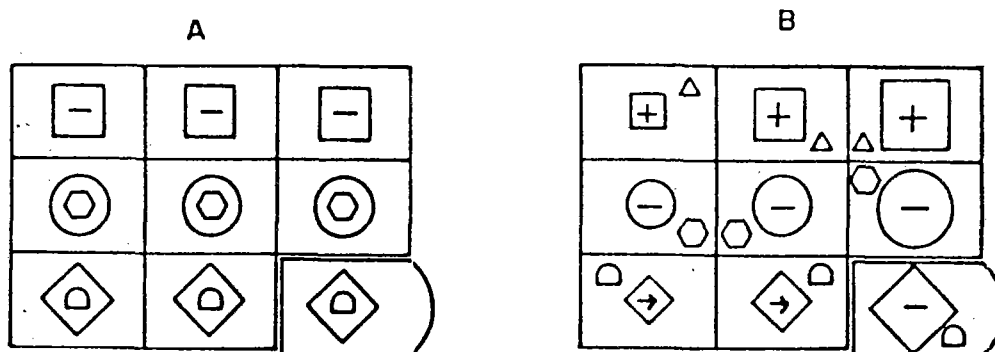
ในงานวิจัยของ ฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 380) ที่แนวทางการสร้างข้อสอบและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ เพื่อสร้างเป็นธนาคารข้อสอบนั้น เขาได้ร่วมกันสร้างกฎเกณฑ์ในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติขึ้นมา 11 แบบ แล้วสร้างข้อสอบตามกฎเกณฑ์ดังกล่าวได้ 616 ข้อ จัดเป็นชุดแบบทดสอบย่อย 35 ฉบับ ฉบับละ 24 ข้อ เพื่อความแน่นอนในการเปรียบเทียบค่าสถิติของข้อสอบ ในแต่ละฉบับจะมีข้อสอบ 12 ข้อ ที่เชื่อมโยงความเกี่ยวข้องกันกับแบบทดสอบชุดอื่น ส่วนอีก 12 ข้อ ที่เหลือเป็นข้อสอบประจำชุด นำแบบทดสอบไปทดสอบกับทหารใหม่ของกองทัพบกเยอรมัน จำนวน 7,400 คน เฉลี่ยแล้วข้อสอบแต่ละฉบับมีผู้สอบประมาณ 211 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยวิธี ลิเนียร์ ลอจิสติก เทสต์ โมเดล (Linear logistic test model) ผลการวิเคราะห์หาความเป็นเอกพันธ์กัน พบว่า ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่มีความเป็นเอกพันธ์กัน มีจำนวน 134 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 21.1 มีสาเหตุมาจากความไม่ชัดเจนของข้อสอบร้อยละ 5.5 ของข้อสอบทั้งหมด ความซับซ้อนของลายเส้นมากเกินไป ร้อยละ 0.8 สร้างข้อสอบผิดในข้อที่มีการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกันร้อยละ 0.8 เป็นข้อสอบที่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีร้อยละ 2.2 เกิดปัญหาภาพรวมเน้นแยกเป็นส่วน ๆ

ร้อยละ 6.1 และข้อบกพร่องอื่น ๆ ในการสร้างข้อสอบร้อยละ 10.0 ข้อสอบอนุกรมมิตินี้มีความเป็นเอกพันธ์กันที่เหลือน้อยกว่าหนึ่ง นำมาประมาณค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบปรากฏว่า ข้อสอบอนุกรมมิติบางแบบมีค่าความยากเป็นที่น่าพอใจมาก กล่าวคือ ค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแบบหนึ่ง ๆ จับกลุ่มกันอย่างหนาแน่น มีเพียงแบบการหาตัวรวม (intersection) เท่านั้นที่มีค่าความยากกระจายห่างกันมากกว่าสองหน่วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อสอบในชุดนี้ถูกคัดทิ้งไปเหลือเพียง 27 ข้อ ในขณะที่ชุดอื่นมีจำนวนข้อสูงถึง 60 ข้อ แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ข้อสอบอนุกรมมิติแบบเดียวกันมีค่าความยากใกล้เคียงกัน ที่แตกต่างกันบ้างนั้นอาจเป็นผลจากความแตกต่างของโครงสร้างรูปทรงที่นำมาสร้างข้อสอบ และการเปลี่ยนแปลงรูปไปตามแถวบ้าง ตามสัณฐานบ้าง หรือเปลี่ยนไปตามแถวและสัณฐานทั้งสองอย่างพร้อมกัน ส่วนข้อสอบอนุกรมมิติต่างแบบกันก็มีค่าเฉลี่ยของความยากแตกต่างกัน

งานวิจัยที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นงานวิจัยของนักจิตวิทยากลุ่มที่ศึกษากระบวนการคิด นักจิตวิทยากลุ่มนี้เน้นความยากของข้อสอบอยู่ในแง่ของเวลาที่ใช้ในการตอบ (Mulhollan, Pellegino and Glaser, 1980 : 266) ข้อที่ใช้เวลาในการตอบมากกว่า แสดงว่า เป็นข้อที่มีความยากมาก ในทำนองเดียวกันข้อที่ใช้เวลาในการตอบสั้นกว่า ก็แสดงว่า เป็นข้อที่มีความยากน้อยกว่า

สโตนและเดย์ (Stone and Day, 1981 : 359 - 362) ศึกษาพัฒนาการของกระบวนการการหาคำตอบโจทย์ปัญหาอนุกรมมิตินี้ของนักเรียนหญิงระดับ 5 และ 8 และนักศึกษามัธยม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 3×3 แบบถูกและแบบผิด สร้างขึ้นจากรูปทรง 9 แบบ และการเปลี่ยนรูป 4 แบบ ในแต่ละช่องของอนุกรมมิตินี้ยังมีจำนวนรูปทรงที่แตกต่างกันเป็น 1 รูปทรง 2 รูปทรง และ 3 รูปทรง ขณะเดียวกันจำนวนการเปลี่ยนรูปก็มีการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (ไม่เปลี่ยนรูป) 1 แบบ และ 2 แบบ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 อนุกรมมิติข้อหนึ่ง ๆ จะเกิดจากการจับคู่ระหว่างจำนวนรูปทรงกับจำนวนการเปลี่ยนรูปแบบหนึ่งข้อหนึ่ง ดังนั้นจะได้ข้อสอบอนุกรมมิติ 9 แบบ (รูปทรง $\times$ การเปลี่ยนรูป

= 3×3) และในแต่ละแบบจะมี 12 ข้อ เป็นอนุกรมมิติแบบถูกและผิด อย่างละ 6 ข้อ รวมทั้งหมด 108 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจะต้องพิจารณาว่า ช่องว่างกลางของอนุกรมมิติทำให้อนุกรมมิติข้อนั้นถูกหรือผิด แล้วกดปุ่มตอบ "ถูก" หรือ "ผิด" โดยเร็วที่สุด เครื่องจับเวลาจะบันทึกเวลาในการตอบ และถือว่าเวลาในการตอบเป็นดัชนีหนึ่งชี้ถึงความแตกต่าง



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างอนุกรมมิติแบบถูก, ผิด : (A) อนุกรมมิติแบบถูกที่ประกอบด้วย ส่วนประกอบ 2 ตัว และการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (B) อนุกรมมิติแบบผิดที่ประกอบด้วย ส่วนประกอบ 3 ตัว และการเปลี่ยนรูป 2 แบบ

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

ทางด้านการสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นกับส่วนประกอบ ระดับชั้นกับการเปลี่ยนรูป และส่วนประกอบกับการเปลี่ยนรูป พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ตัวแปรแต่ละตัวดังกล่าวรวมกันส่งผลให้เวลาในการตอบเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน แต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น ส่วนประกอบ และการเปลี่ยนรูป กลับพบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

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

นอกจากนี้ โฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเสน ได้ทำการศึกษาต่อเนื่องกับการศึกษาที่ผ่านมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามสองข้อคือ (1) วิธีการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเปลี่ยนรูปแบบ การเพิ่ม การขยาย และการหมุนเป็นวง แตกต่างกันหรือไม่? และ (2) ในอนุกรมมิติแบบผิ วิธีการคิดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนรูป และ/หรือการเปลี่ยนส่วนประกอบหรือไม่ การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนระดับ 5 จำนวน 30 คน อนุกรมมิติที่ใช้เป็นอนุกรมมิติ

แบบฝึกหัดที่มีการเปลี่ยนรูป 1 แบบ กับมีส่วนประกอบ 1, 2 และ 3 ตัว ผลการศึกษพบว่า ชนิดหรือแบบของการเปลี่ยนรูป ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันในอนุกรมมิติที่ส่วนประกอบเพียงตัวเดียว กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายได้เร็วกว่าแบบการเพิ่มและแบบการหมุนเป็นวง และในอนุกรมมิติที่ส่วนประกอบมากกว่าหนึ่งตัว การตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบขยายไม่เรียงแต่จะใช้เวลาเร็วกว่าเท่านั้น การตอบยังมีความแม่นยำมากกว่าอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปแบบเคลื่อนเป็นวงอีกด้วย นอกจากนี้แล้วประเภทของความผิดพลาดและจำนวนส่วนประกอบยังส่งผลรวมกับการเปลี่ยนรูปในการกำหนดวิธีการหาคำตอบ

จากการวิจัยของโฟร์แมน ซาคาวสกี และบาเลน ทั้งสองเรื่องพอสรุปได้ว่า นักเรียนที่อยู่ในวัยเรื้อระดับชั้นต่างกัน จะมีความแม่นยำและเวลาในการตอบแตกต่างกัน เพราะขีดความสามารถในการใช้วิธีการคิดหาคำตอบของเด็กต่างวัยแตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบต่าง ๆ ประเภทของข้อผิดพลาด และจำนวนส่วนประกอบ ต่างก็ส่งผลให้วิธีการคิดหาคำตอบแตกต่างกัน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติในประเทศไทยนั้น ชุมพร ยงกิตติกุล (2524 : 141 - 152) ได้นำแบบทดสอบโปรแกรมส์พี แมทริซีส์ มาใช้วัดความสามารถทางสมองของเด็กไทยอยู่ในช่วง 12 - 18 ปี ในด้านคุณภาพของแบบทดสอบพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) อยู่ในระดับสูง คือ มีค่าระหว่าง .90 - .93 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดอยู่ในช่วง 2.57 - 2.71 ความยากของแบบทดสอบชุด A มีค่าระหว่าง .91 - .94 ชุด B มีค่าระหว่าง .76 - .86 ชุด C มีค่าระหว่าง .64 - .73 ชุด D มีค่าระหว่าง .63 - .72 ชุด E มีค่าระหว่าง .35 - .50 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความยากพบว่า ค่าความยากมีแนวโน้มลดลง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้น ส่วนค่าอำนาจจำแนกพบว่า ชุด A มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าชุดอื่น ๆ คือ มีค่าระหว่าง .20 - .32 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบชุด A มีความยากอยู่ในช่วง .91 - .94 ซึ่งเป็นชุดที่ง่าย คนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง ค่าอำนาจจำแนกจึงต่ำ ส่วนอีกชุดหนึ่งพบว่า มีค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกันมาก

วรนุช สิริภาพ (2524 : 61 - 69) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 ฉบับ คือ สรุปลักษณะ จัดประเภท อุปมาอุปไมย เรียงลำดับตัวอักษร เรียงลำดับตัวเลข และเรียงลำดับภาพหรืออนุกรมมิติ และทำการทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 643 คน ผลของการศึกษารายงานเฉพาะแบบทดสอบ อนุกรมมิติได้ดังนี้ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .32 - .74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 - .81 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ .8858 และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ค่าความเที่ยงตรง .7982 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงสูงสุด แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุดในการวัดความถนัด ด้านเหตุผล

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะเห็นว่า งานวิจัยต่างประเทศทำการวิจัยลักษณะของ ข้อสอบอนุกรมมิติกันมาก ดังจะเห็นได้จากการศึกษาถึงรูปแบบต่าง ๆ ของข้อสอบอนุกรมมิติ การศึกษาผลของการเพิ่มส่วนประกอบ การเพิ่มการเปลี่ยนรูป และรวมถึงผลของการเปลี่ยนรูป ที่ต่างกัน ส่งผลต่อการคิดแก้ปัญหาอย่างไร แต่ก็เป็นที่น่าสังเกตว่า งานวิจัยดังกล่าวไม่รัดกุม ในเรื่องของตัวแปรโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ ผลการวิจัยจึงออกมาใน หลายลักษณะ สำหรับงานวิจัยภายในประเทศมีแต่งานวิจัยที่นำลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติมาใช้ วัดความสามารถทางสมองของคนไทยเท่านั้น ยังไม่มีการศึกษาถึงลักษณะของแบบทดสอบอย่าง-จริงจัง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพยายามศึกษาลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติในแง่รูปแบบของการ เปลี่ยนรูป หรือแบบของการคิด และได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความยากแตกต่างกัน
2. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีอำนาจจำแนกแตกต่างกัน
3. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน
4. แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความเที่ยงตรงแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 29 โรงเรียน มีห้องเรียน 139 ห้อง จำนวนนักเรียน 5,472 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 448 คน ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ประเมินขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ด้วยความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = .05$) เมื่อเทียบจากตารางขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ควรเลือกจากประชากร พบว่า ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างต่ำสุด จำนวน 373 คน (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 260 อ้างอิงมาจาก Yamane. 1967)

ขั้นที่ 2 แบ่งโรงเรียนออกเป็นสามขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีโรงเรียนขนาดใหญ่ 6 โรงเรียน ห้องเรียน 44 ห้อง จำนวนนักเรียน 1,827 คน โรงเรียนขนาดกลางมี 12 โรงเรียน ห้องเรียน 64 ห้อง จำนวนนักเรียน 2,429 คน และโรงเรียนขนาดเล็กมี 11 โรงเรียน ห้องเรียน 31 ห้อง จำนวนนักเรียน 1,216 คน

ขั้นที่ 3 สุ่มห้องเรียน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนขนาดใหญ่ได้ 4 ห้องเรียน
จำนวนนักเรียน 168 คน จากโรงเรียนขนาดกลางได้ 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 198 คน
และจากโรงเรียนขนาดเล็กได้ 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 82 คน / ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน จำนวนห้องเรียน และจำนวนคน

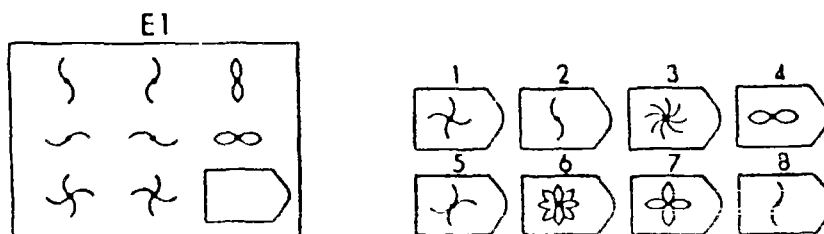
โรงเรียน	จำนวนห้อง	จำนวนคน
ขนาดใหญ่		
1. กมลไสย	2	76
2. อุนกุลนารี	1	48
3. ยางตลาดวิทยาคาร	1	44
ขนาดกลาง		
4. ลำปาววิทยาคม	2	78
5. เมืองกาฬสินธุ์	1	36
6. ห้วยผึ้งพิทยา	2	84
ขนาดเล็ก		
7. โคกศรีเมือง	1	40
8. เนินยางประชาสามัคคี	1	42
รวม	11	448

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ (Standard Progressive Matrices) เป็นแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ ของราเวลที่ปรับปรุงใหม่ในปี ค.ศ.1956 ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบอนุกรมมิติ 60 ข้อ ที่แบ่งออกเป็น 5 ชุด คือ ชุด A, B, C, D และ E แต่ละชุดมี 12 ข้อ และจัดลำดับข้อตามความยาก นอกจากนี้ยังจัดลำดับความยากตามลำดับของชุดด้วย ข้อสอบอนุกรมมิติแต่ละข้อมีส่วนของอนุกรมที่ขาดหายไป ผู้รับการทดสอบต้องเลือกตอบตัวเลือกที่เหมาะสม 1 ตัวเลือก จากตัวเลือกที่กำหนดให้ (เช่น ชุด A, B มี 6 ตัวเลือก ชุด C, D และ E มี 8 ตัวเลือก) มาเติมส่วนที่ขาดหายไปให้อนุกรมมิติสมบูรณ์ ข้อที่ตอบถูกต้อง 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดได้ 0 คะแนน คุณภาพของแบบทดสอบประเมินจากกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษ อายุระหว่าง 6 - 65 ปี พบว่า ความเชื่อมั่นแบบทดสอบซ้ำ (Test - retest) มีค่าอยู่ในช่วง .83 - .93 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบประมาณจากการหาค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบวัดคำศัพท์ของมิลลิล (The Mill Hill Vocabulary Scale) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองที่ใช้ภาษา มีค่าอยู่ระหว่าง .44 - .60 (Raven. 1960 : 16) อนาคซี กล่าวเพิ่มเติมว่า สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบนี้กับแบบทดสอบภาษา และแบบทดสอบภาคปฏิบัติวัดความสามารถทางสมองฉบับอื่น ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง .40 - .75 และจากการวิเคราะห์ประกอบหลายครั้งชี้ให้เห็นว่า แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ มีน้ำหนักองค์ประกอบสูง ในองค์ประกอบรวมที่แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองต่าง ๆ วัดได้ (Anastasi. 1982 : 291) ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ มาเป็นแบบทดสอบฉบับเกณฑ์ ในการหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบอนุกรมมิติ ที่มีแบบการคิดต่าง ๆ ทั้งสี่ฉบับ

ตัวอย่างข้อสอบ



2. แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการคิดต่าง ๆ สิ่งใด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ

2.1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม จำนวน 30 ข้อ

2.2 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม จำนวน 30 ข้อ

2.4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์ จำนวน 30 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของข้อสอบอนุกรมมิติ

2. สร้างโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตที่สามารถคิดหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปภายในช่องต่าง ๆ ของข้อสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ กล่าวคือ เป็นโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตที่สามารถนำมานวนกเข้าด้วยกันได้ นำมาหักออกหรือลบออกจากกันได้ หาตัวรวมของโครงสร้างได้ และหาโครงสร้างที่แตกต่างกันได้

3. นำโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตในข้อ 2 มาสร้างเป็นข้อสอบอนุกรมมิติแบบการคิดต่าง ๆ ทั้งสี่แบบ โดยยึดนิยามของแบบการคิดแต่ละแบบเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติแบบการคิดนั้น ๆ ดังนั้นโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตหนึ่ง สร้างข้อสอบอนุกรมมิติได้สี่ข้อ

4. การสร้างตัวเลือก ทำเนิการโดยนำผลลัพธ์ของข้อสอบอนุกรมมิตินี้มาโครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตเดียวกัน แต่ต่างแบบการคิดกันสั้แบบมาเป็นตัวเลือก และสร้างตัวลวงหนึ่งตัว รวมเป็นหาตัวเลือก

5. ทำเนิการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติตามข้อ 2, 3 และ 4 ให้ได้ข้อสอบจำนวน 240 ข้อ

6. แยกข้อสอบอนุกรมมิตีออกเป็นสี่ฉบับ ตามแบบการคิด ได้แก่แบบทดสอบอนุกรมมิตีสี่ฉบับ ฉบับละ 60 ข้อ และกำหนดให้ฉบับ ก, ข, ค และ ง แทนฉบับของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ ตามลำดับ

7. นำแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้สี่ฉบับ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, จำนวน 10 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 410 คน โดยทำเนิการเป็นลำดับขั้นดังนี้

7.1 ทดลองหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทดสอบ ทำเนิการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสหสัชนั้ศึกษา จำนวน 40 คน โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยการสุ่มกลุ่มละ 10 คน เท่ากัน จากนั้นสุ่มฉบับของแบบทดสอบให้แต่ละกลุ่ม ดังนั้นแบบทดสอบอนุกรมมิติต่อฉบับ (ก, ข, ค หรือ ง) มีผู้สอบ 10 คน

อธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ ตามคำอธิบายคำแนะนำของแบบทดสอบให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำ และเริ่มจับเวลาที่ใช้สอบโดยทุกกลุ่มเริ่มทำพร้อมกัน แล้วบันทึกเวลาที่นักเรียนทำเสร็จเป็นคนที่ 8 (80% ของผู้เข้าสอบ) ในกลุ่มต่าง ๆ และถือเอาเวลาดังกล่าวเป็นเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ เวลาที่ใช้สอบแต่ละฉบับเป็นดังนี้

ฉบับ ก.	เวลาที่ใช้สอบ	27 นาที
ฉบับ ข.	เวลาที่ใช้สอบ	33 นาที
ฉบับ ค.	เวลาที่ใช้สอบ	32 นาที
ฉบับ ง.	เวลาที่ใช้สอบ	35 นาที

จากเวลาที่ใช้สอบของแบบทดสอบแต่ละฉบับ หาเวลาเฉลี่ยได้เท่ากับ 31.75 ดังนั้นจึงกำหนดเวลาที่ใช้ทำการสอบครั้งนี้ เท่ากับ 30 นาที

7.2 คำใบ้การทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนบัวขาว 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 139 คน โรงเรียนสหสัชน์ศึกษา 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 187 คน และโรงเรียนดงมูลวิทยา 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 84 คน ซึ่งเป็นโรงเรียน ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ตามลำดับ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดสอบดังนี้

7.2.1 สุ่มนักเรียนในห้องเรียนออกเป็นสี่กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อทราบว่านักเรียนคนไหนทำแบบทดสอบฉบับใด นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แบบทดสอบฉบับที่ต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มเดียวกันได้แบบทดสอบฉบับที่เหมือนกัน

7.2.2 สุ่มแบบทดสอบให้แก่ นักเรียนกลุ่มต่าง ๆ ทำการสอบ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

7.3 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิด หรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

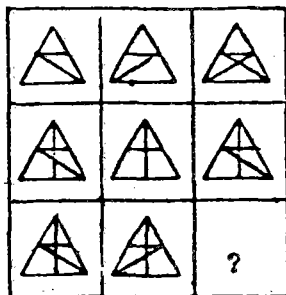
8. นำผลที่ได้ในข้อ 7.3 ไปวิเคราะห์หาค่าความยาก และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% และใช้ค่าจากตารางสำเร็จของ จุง เท เฟน เพื่อคัดเลือก ข้อที่มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากความยากตั้งแต่ 0.15 ถึง 0.85 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะถือว่าข้อนั้นใช้ได้

9. คัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปศึกษาค้นคว้า ในการคัดเลือกข้อสอบเพื่อนำไปศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้ยึดหลักว่า ข้อสอบที่ใช้ได้นั้นเป็นข้อสอบที่แต่ละข้อในแบบทดสอบแต่ละฉบับสร้างมาจาก โครงสร้างรูปทรงเรขาคณิตเดียวกัน และมีค่าความยาก อำนาจจำแนก อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คัดเลือกไว้ฉบับหนึ่ง ๆ จำนวน 30 ข้อ

รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

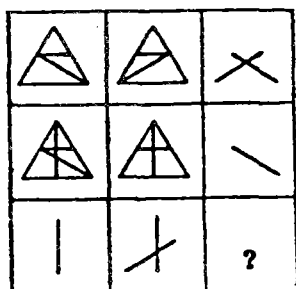
ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ใช้โครงสร้างรูปทรงเรขาคณิต : 

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม



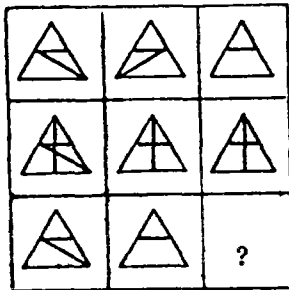
แบบการคิดของข้อนี้ คือ การนำภาพในสัณฐาน(แถว)หนึ่ง ผสมกับภาพในสัณฐาน(แถว)สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสัณฐาน(แถว)สาม ดังนั้นคำตอบข้อนี้คือ ข้อ ข.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการลด



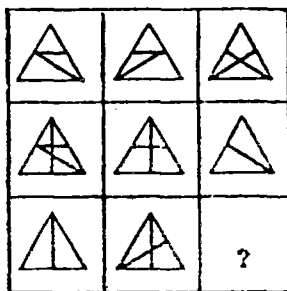
แบบการคิดของข้อนี้ คือ การนำภาพในสัณฐาน(แถว)หนึ่ง มาหักออก หรือลบออกจากภาพในสัณฐาน(แถว)สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในสัณฐาน(แถว)สาม ดังนั้นคำตอบของข้อนี้คือ ข้อ ก.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม



แบบการคิดของข้อนี้ คือ การหาโครงสร้างร่วมกันของภาพในสัณมุ(แถว)หนึ่ง และภาพในสัณมุ(แถว)สอง ได้เป็นภาพในสัณมุ(แถว)สาม ดังนั้นคำตอบของข้อนี้คือ ข้อ ค.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์

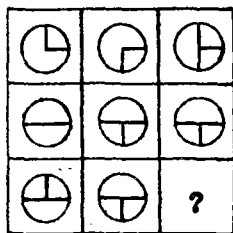


แบบการคิดของข้อนี้ คือ การหาโครงสร้างภายในที่แตกต่างกันของภาพในสัณมุ(แถว)หนึ่ง และภาพในสัณมุ(แถว)สอง มารวมกันเป็นภาพในสัณมุ(แถว)สาม ดังนั้นคำตอบของข้อนี้คือ ข้อ จ.

ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ใช้โครงสร้างรูปทรงเรขาคณิต :

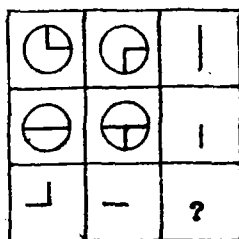


ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม



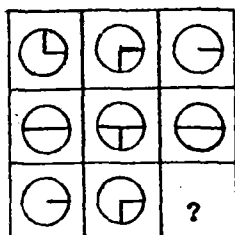
- ก. ข. ค. ง. จ.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการลด



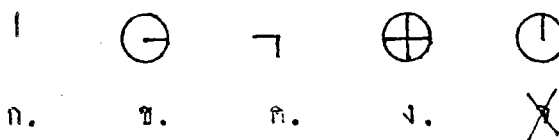
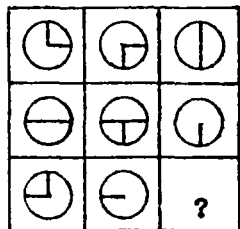
- ก. ข. ค. ง. จ.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม



- ก. ข. ค. ง. จ.

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์



ตัวเลือกที่ กากบาท (X) คือตัวเลือกที่เป็นตัวถูก

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการคิดต่าง ๆ ทั้งสี่ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ทำการสอบ
2. ที่แจ้งให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
3. ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส
4. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยดำเนินการสอบดังนี้

4.1 สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อให้ทราบว่านักเรียนคนใดทำแบบทดสอบฉบับใด นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แบบทดสอบที่ต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มเดียวกันได้รับแบบทดสอบฉบับที่เหมือนกัน

4.2 ก่อนดำเนินการสอบ ที่แจ้งให้นักเรียนทราบวัตถุประสงค์ของการสอบ และขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริงอีกครั้งหนึ่ง

4.3 สุ่มแบบทดสอบอนุกรมมิตินัยแบบการคิดต่าง ๆ ให้แต่ละกลุ่มทำการสอบด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

5. เมื่อดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างตามข้อ 4 ครบทุกโรงเรียนแล้ว จัดกลุ่มที่ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันเข้ากลุ่มเดียวกัน

สำหรับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทดสอบแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรแกรมซีพี แพรชีส์ และแบบทดสอบอนุกรมมิตินัยที่มีแบบการคิดต่าง ๆ เท่ากับ 30 และ 15 นาทีตามลำดับ โดยเวลาที่กำหนดนี้เป็นสัดส่วนกับจำนวนข้อ ตามเวลาที่ได้จากการทดลองหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทดสอบตอนการสร้างเครื่องมือ

6. ตรวจให้คะแนน โดยใช้เกณฑ์ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบเลย หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

7. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนทดลองเครื่องมือ (Try - out) มีขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้
 - 1.2 วิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จของ จุง เท เชน
2. การวิเคราะห์ข้อมูลตอนวิจัย มีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบแต่ละฉบับตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตั้งไว้
 - 2.2 หาค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)
 - 2.3 หาค่าความยากมาตรฐาน (Δ) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ และใช้ค่าจากตารางสำเร็จของ จุง เท เชน

2.4 หาค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร กูเดอร์ ริชาร์ดสัน

สูตร 20 ($KR - 20$)

2.6 หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร

คำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบฉบับหนึ่ง กับคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมวิธานฉบับ

2.7 ทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ดังนี้

2.7.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยตามสมมติฐาน

ข้อ 1 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Classification)

ซึ่งถ้าพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว ทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของตุ๊ก

(Tukey's HSD test) การวิเคราะห์ในขั้นนี้มีแบบแผนการวิเคราะห์ดังนี้

แบบแผนการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อ 1

แบบการเพิ่ม	แบบการลด	แบบการหาตัวรวม	แบบการบวกเอกลักษณ์
$n = 30$	$n = 30$	$n = 30$	$n = 30$

2.7.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกตามสมมติฐานข้อ 2

โดยแปลงค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของฟิชเชอร์

(Fisher's Z transformation) หาค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐาน (Z) ของแบบทดสอบ

แต่ละฉบับไปทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{Z}$) เป็นรายคู่ ด้วยวิธีทดสอบ

ความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (z)

2.7.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ตามส่วนใต้ฐานข้อ 3 และข้อ 4 โดยแปลงค่าความเชื่อมั่นและค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นคะแนนมาตรฐานตามสูตรของไซเชอร์ แล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐานเป็นรายคู่ด้วยวิธีทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หากค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) สัมประสิทธิ์ของการกระจาย (CV) และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (S.E.)

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และใช้ตารางสำเร็จของ จุง เท แทน

3. หาค่าความยากเฉลี่ยทั้งฉบับ โดยการหาค่าเฉลี่ยของค่าความยากมาตรฐานทั้งนี้ (โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สันธะเวชญ์, 2527 : 272)

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

เมื่อ $\bar{\Delta}$ แทน ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยของแบบทดสอบ
 $\sum \Delta$ แทน ผลรวมของความยากมาตรฐานของข้อสอบแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนข้อของข้อสอบทั้งฉบับ

4. หาค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบทดสอบ ค่าในการเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 เปลี่ยนค่าอำนาจจำแนกที่ได้จากการเปิดตารางสำเร็จของ จุง เท แทนให้เป็น Fisher's Z โดยใช้ตารางแปลงค่า r เป็นค่า Fisher's Z

4.2 หาค่า Fisher's Z เฉลี่ย โดยใช้สูตรการหาค่า Fisher's Z เฉลี่ย (ลวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2522 : 228)

$$\bar{Z} = \frac{\sum (n_i - 3) z_i}{\sum (n_i - 3)}$$

เมื่อ $\bar{Z}$ แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) เฉลี่ย

z_i แทน คะแนนมาตรฐาน (Fisher's Z) ของข้อที่ i

n_i แทน จำนวนคนที่ตอบข้อที่ i

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

โดยใช้ตาราง Fisher's Z

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ด้วยวิธี กูเตอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2528 : 108)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

6. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของข้อสอบ

แต่ละฉบับ โดยคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ (Standard Progressive Matrices) กับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่าง ๆ สี่ฉบับที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (Ferguson, 1981 : 113)

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

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

X แทน คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบฉบับแรก

Y แทน คะแนนผลการสอบจากแบบทดสอบฉบับความเที่ยงตรง

7. ทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย ($\bar{\Delta}$) โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Classification) แล้วทดสอบความแตกต่างรายคู่โดยวิธีของตุ๊กกี (Tukey's HSD Test) (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 107)

8. ทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (z) (Guilford. 1973 : 166)

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

เมื่อ z_{r1}, z_{r2} แทน คะแนนมาตรฐานที่แปลงจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ Fisher's Z tranformation

N_1, N_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความเข้าใจตรงกันในการแปลผลข้อมูลของการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์
และอักษรย่อต่าง ๆ ไว้ดังนี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
CV	แทน	สัมประสิทธิ์ของการกระจาย
Δ	แทน	ค่าความขาคมาตรฐานของข้อสอบ
S.E.	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (degrees of freedom)
SS	แทน	ผลรวมของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน (Mean Square)
F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F - Distribution
Z	แทน	คะแนนมาตรฐานที่แปลงมาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีของ Fisher's Z Transformation

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นลำดับ
ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่ฉบับ

จากการนำแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่ฉบับไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำคะแนน
จากการสอบมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน และสัมประสิทธิ์
ของการกระจายของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่ฉบับ ได้ค่าสถิติพื้นฐานดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่ฉบับ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	n	N	$\bar{X}$	S.D.	S^2	CV.
แบบการเพิ่ม	30	112	20.7143	7.0880	50.2398	34.2179
แบบการลด	30	112	7.3661	3.6596	13.3928	49.6816
แบบการหาตัวรวม	30	112	10.0804	5.9479	35.3775	59.0046
แบบการบวกเอกลักษณ์	30	112	9.6964	4.5274	20.4971	46.6916

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบซึ่งมีข้อสอบฉบับละ 30 ข้อ
เท่ากัน และทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างฉบับละ 112 คนนั้น มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง
7.3661 ถึง 20.7143 แบบทดสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด
ส่วนแบบทดสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม ค่าความเบี่ยงเบน
มาตรฐานของแบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ มีค่าอยู่ระหว่าง 3.6596 ถึง 7.0880 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์

ของการกระจายของแบบทดสอบทั้งสองแบบนั้น แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มเป็นแบบทดสอบที่มีการกระจายน้อยที่สุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวร่วมเป็นแบบทดสอบที่มีการกระจายมากที่สุด

2. คุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสองแบบ

ผู้วิจัยวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบต่างกันต่าง ๆ คือ ค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสองแบบ ได้คุณภาพทั้งแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าความยากมาตรฐาน อำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น และ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสองแบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	ความยากมาตรฐาน	อำนาจจำแนก	ความเที่ยงตรง	ความเชื่อมั่น	SE _{meas}
แบบการเพิ่ม	10.43	.72	.5413	.9083	2.1463
แบบการลด	15.81	.39	.5216	.6460	2.1773
แบบการหาตัวร่วม	14.53	.50	.5274	.8430	2.3567
แบบการบวกเอกลักษณ์	14.81	.40	.5394	.7261	2.3694

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีค่าต่ำสุด ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดมีค่าความยากมาตรฐานสูงสุด แต่สำหรับค่าอำนาจจำแนกนั้น แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดมีค่าอำนาจจำแนกต่ำสุด และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีค่าอำนาจจำแนกสูงสุด ทางด้านความเที่ยงตรงของ

แบบทดสอบพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างใกล้เคียงกัน กล่าวคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบมีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .5216 ถึง .5413 ความเชื่อมั่นต่ำสุดและสูงสุดของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดและแบบการเพิ่มมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .6460 และ .9083 ตามลำดับ และ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบมีค่าอยู่ระหว่าง 2.1463 ถึง 2.3614 ซึ่งแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดน้อยที่สุด แบบทดสอบที่มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดมากที่สุดคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความยากแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ทดสอบความยากของค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One - Way Classification) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิตินัย
ทางสัณย

แหล่งของตัวแปร	df	SS	MS	F
ระหว่างแบบทดสอบ	3	507.3616	169.1205	**
ภายในกลุ่ม	116	197.4554	1.7022	
รวม	119	704.817		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินัยที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบคือแบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวรวม และแบบการบวกเอกลักษณ์ อย่างน้อย 1 คู่ มีความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เพื่อให้ทราบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิตินัยแบบการคิดแบบใดแตกต่างกันบ้าง จึงทำการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีของคูกี (Tukey's HSD test) ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
ที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิติ	แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวรวม แบบการบวกเอกลักษณ์				
	ค่า Δ เฉลี่ย	10.43	15.81	14.53	14.81
แบบการเพิ่ม	10.43	-	5.38 ^{**}	4.1 ^{**}	4.38 ^{**}
แบบการลด	15.81		-	1.28 ^{**}	1.00 [*]
แบบการหาตัวรวม	14.53			-	0.28
แบบการบวกเอกลักษณ์	14.81				-

$$\text{HSD}_{.05} = 0.8765$$

$$\text{HSD}_{.01} = 1.0719$$

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบที่มีค่าความยากมาตรฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ แบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวรวม แบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าความยากมาตรฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์ ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมกับแบบการบวกเอกลักษณ์นี้ มีค่าความยากมาตรฐานแตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีอำนาจจำแนกแตกต่างกัน ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดทั้งสี่แบบเป็นรายคู่ โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิต	ค่า Z	แบบการเพิ่ม	แบบการลด	แบบการหาตัวรวม	แบบการบวกเอกลักษณ์
	ค่า Z	.910	.417	.548	.419
แบบการเพิ่ม	.910	-	3.6345**	2.6724**	5.6248**
แบบการลด	.417		-	0.9671	0.0148
แบบการหาตัวรวม	.548			-	0.9523
แบบการบวกเอกลักษณ์	.419				-

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการเพิ่มแตกต่างกับค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการลด แบบการหาตัวรวม และแบบการบวกเอกลักษณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการคิดคู่อื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 การทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ที่ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดทั้งสี่แบบเป็นรายคู่ โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนมาตรฐาน (Z) ปรากฏผลดังในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิต	ค่า Z	แบบการเพิ่ม	แบบการลด	แบบการหาตัวรวม	แบบการบวกเอกลักษณ์
		1.528	.775	1.221	.929
แบบการเพิ่ม	1.528	-	5.5590**	2.2664*	4.4221**
แบบการลด	.775		-	3.2926**	1.1369*
แบบการหาตัวรวม	1.221			-	2.1557
แบบการบวกเอกลักษณ์	.929				-

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่า มีแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสามคู่ ที่ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ได้แก่ แบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม ส่วนคู่ของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีสองคู่ด้วยกันคือ แบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวรวม และแบบการหาตัวรวมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิตแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์นั้น พบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4 การทดสอบสมมติฐานข้อ 4 ที่ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีความเที่ยงตรงแตกต่างกัน ผู้วิจัยทำการทดสอบสมมติฐานนี้ เช่นเดียวกับการทดสอบสมมติฐานข้อ 3 ซึ่งปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบ

แบบทดสอบอนุกรมมิต		แบบการเพิ่ม	แบบการลด	แบบการหาตัวร่วม	แบบการบวกเอกลักษณ์
	ค่า Z	.604	.577	.590	.604
แบบการเพิ่ม	.604	—	0.1943	0.1034	0.0000
แบบการลด	.577		—	0.0960	0.1993
แบบการหาตัวร่วม	.590			—	0.1034
แบบการบวกเอกลักษณ์	.604				—

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบนี้ มีความเที่ยงตรงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ แบบทดสอบอนุกรมมิตที่มีแบบการคิดต่างกันสี่แบบนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเท่าเทียมกัน

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน
4. เพื่อเปรียบเทียบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ได้จำนวนห้องเรียน 11 ห้องเรียน และจำนวนนักเรียน 448 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริกซ์ (Standard Progressive Matrices)

แบบทดสอบฉบับนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ให้นำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยข้อสอบอนุกรมมิติ 60 ข้อ ที่แบ่งออกเป็น 5 ชุด คือ ชุด A, B, C, D และ E แต่ละชุดมี 12 ข้อ เท่ากัน แบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.83 - 0.93 และความเที่ยงตรงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40 - 0.73

2. แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีแบบการคิดต่าง ๆ สิ่งนี้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คือ
 - 2.1 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม จำนวน 30 ข้อ
 - 2.2 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการลด จำนวน 30 ข้อ
 - 2.3 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการหาตัวรวม จำนวน 30 ข้อ
 - 2.4 แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการบวกเอกลักษณ์ จำนวน 30 ข้อ

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส และแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการคิดต่าง ๆ ทั้งสี่แบบ ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ถูกเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ทำการสอบ
2. ชี้แจงให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการสอบและขอความร่วมมือในการสอบ เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง
3. ทำการทดสอบนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทุกคน ด้วยแบบทดสอบสแตนด์การ์ด โปรเกรสซีฟ แมทริชีส
4. นำแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้ทั้งสี่แบบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการสอบดังนี้
 - 4.1 สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เพื่อให้ทราบว่านักเรียนคนไหนทำแบบทดสอบฉบับใด นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แบบทดสอบที่ต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มเดียวกันได้รับแบบทดสอบฉบับที่เหมือนกัน
 - 4.2 สุ่มแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการคิดต่าง ๆ ให้แต่ละกลุ่มทำการสอบ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
5. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสถิติและทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ
2. หาคูณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ
3. ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาพบว่าสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ เมื่อพิจารณาารวมทั้งหมดพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีความยากมากที่สุดถึงน้อยที่สุดตามลำดับคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดแบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการหาตัวร่วม และแบบการเพิ่ม และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวร่วม แบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวร่วม มีความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดยากกว่าแบบการเพิ่ม แบบการหาตัวร่วมยากกว่าแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ยากกว่าแบบการเพิ่ม และแบบการลดยากกว่าแบบการหาตัวร่วม นอกจากนี้ยังพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดยากกว่าแบบการบวกเอกลักษณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ มีความยากไม่แตกต่างกัน

2. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ เมื่อพิจารณาารวมทั้งหมดพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงที่สุดถึงต่ำสุด คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มแบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีค่าอำนาจจำแนกแตกต่างกับแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ 0.01 โดยที่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสามแบบดังกล่าว ส่วนค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม แบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการหาตัวรวมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ เมื่อพิจารณารวมทั้งหมดพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงสุดถึงต่ำสุดคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการหาตัวรวม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเป็นรายคู่พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม และแบบการหาตัวรวมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์

4. ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบ เมื่อพิจารณารวมทั้งหมดพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีความเที่ยงตรงสูงสุดถึงต่ำสุด คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการหาตัวรวม และแบบการลด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของความเที่ยงตรงเป็นรายคู่ พบว่า ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบมีความเที่ยงตรงเท่าเทียมกัน

อภิปรายผล

ผลของการศึกษาค้นคว้าสามารถแยกอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีค่า

ความยากแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มและแบบการลด แบบการเพิ่มและแบบการหาตัวรวม แบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีเพียงแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมกับการบวกเอกลักษณ์เดียวที่มีความยากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงกล่าวได้ว่า ผลการศึกษาระดับนี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของโฟร์แมน ซาดาวสกี และบาเซน (Foorman, Sadowski and Basen. 1985 : 109 - 130) ที่พบว่า เวลาที่ใช้ในการแก้ไขโจทย์หาอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปหรือแบบการคิดหาคำตอบที่แตกต่างกันนั้นแตกต่างกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกันมีความยากแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบจะเห็นว่า แบบทดสอบที่มีความยากมากที่สุดถึงยากน้อยที่สุดตามลำดับคือ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด แบบการบวกเอกลักษณ์ แบบการหาตัวรวม และแบบการเพิ่ม เหตุที่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีความยากน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะการคิดหาคำตอบของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มเป็นการพิจารณาในลักษณะที่นำโครงสร้างของภาพในแถว(สมมุติ)มารวมเข้าด้วยกัน หรือเพิ่มเข้าไปโดยตรง ซึ่งต่างกับการคิดหาคำตอบแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณาในลักษณะที่ซับซ้อนกว่า กล่าวคือ การคิดหาคำตอบแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลดต้องพิจารณาโครงสร้างรูปทรงที่เหมือนกันและต่างกันเพื่อนำโครงสร้างที่เหมือนกันแยกออกจากกัน ส่วนการคิดหาคำตอบแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการบวกเอกลักษณ์ก็ต้องพิจารณาโครงสร้างภายในรูปทรงที่เหมือนกันและต่างกันเพื่อนำโครงสร้างภายในที่ต่างกันมารวมเข้าด้วยกัน และสำหรับการคิดหาคำตอบแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวมก็เป็น การพิจารณาในลักษณะที่หาโครงสร้างรูปทรงที่มีอยู่ร่วมกัน ลักษณะการคิดหาคำตอบที่ซับซ้อนต่างกัน ดังกล่าว จึงส่งผลให้ความยากของแบบทดสอบแตกต่างกัน ความซับซ้อนของโจทย์ให้อีกลักษณะหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความยากของข้อสอบคือ ความซับซ้อนที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบของโจทย์ปัญหา (Mulhollan, Pellegino and Glaser. 1980 : 252 - 284) ซึ่งการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาทำให้ค่าความยากสูงขึ้นได้ แต่การทำให้ข้อสอบมีความยาก

เพิ่มขึ้น ตัววิจัยเห็นว่า เป็นการเพิ่มความยากโดยการเพิ่มงานให้กับผู้รับการทดสอบทำมากขึ้นเท่านั้น คล้ายกับการเพิ่มความยากของข้อสอบที่ให้จำนวนเลข 2 หลัก เป็นให้จำนวนเลขมากกว่า 2 หลัก ความยากของข้อสอบย่อมแตกต่างกัน สเติร์นเบิร์ก (Sternberg, 1982 : 237) ได้เสนอแนะถึงการเพิ่มความยากของข้อสอบไว้ว่า ควรให้ความสนใจความยากของข้อสอบที่เกิดจากลักษณะของการให้เหตุผลมากกว่าการเพิ่มความซับซ้อนของเจตนาต่าง ๆ เพราะความยากที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากความซับซ้อนของเจตนาต่าง ๆ ของข้อสอบนั้นเป็นประโยชน์น้อยมากในการวัดความสามารถด้านเหตุผล

2. จากสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีแบบการคิดต่างกัน จะมีอำนาจจำแนกแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า มีแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มีแบบการคิดต่างกับบางคู่เท่านั้นที่มีอำนาจจำแนกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งได้แก่ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวรวม และแบบการเพิ่มกับแบบการบวกเอกลักษณ์ โดยที่แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มมีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าทั้งหมด ส่วนความแตกต่างของค่าอำนาจจำแนกระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการลด แบบการหาตัวรวม และแบบการบวกเอกลักษณ์ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสี่แบบนี้ มีแบบการเพิ่มแบบเดียวที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าแบบอื่น ๆ ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติอีกสามแบบคือ แบบการลด แบบการหาตัวรวม และแบบการบวกเอกลักษณ์ มีค่าอำนาจจำแนกเท่า ๆ กัน เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจพิจารณาได้จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบและระดับความยากของข้อสอบ เพราะถ้าแบบทดสอบที่ยากหรือง่ายเกินไปก็จะทำให้อำนาจการจำแนกตกอยู่ได้ (อนันต์ ศรีโสภณ, 2525 : 191) ซึ่งจากการพิจารณาพบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มไม่ถึง 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงว่า มีความยากปานกลาง ส่วนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการหาตัวรวม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลด มีค่าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มถึง 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมากกว่า 2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามลำดับ แสดงว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งสามแบบนี้มีความยากมาก

จึงส่งผลให้อำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งสามแบบดังกล่าวมีค่าอำนาจจำแนกแตกต่างกันแบบทดสอบ
อนุกรมมิตินั้นเพิ่ม

3. จากสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นมีแบบการคิดต่างกันจะมีความ-
เชื่อมั่นต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นแบบการเพิ่มกับแบบการลด แบบการเพิ่ม
กับแบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลดกับแบบการหาตัวร่วม มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นแบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวร่วม และ
แบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
0.05 ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นแบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณ์ พบว่า มีความเชื่อมั่น
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นมีแบบการคิดทั้งสี่แบบ
มีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาแบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นที่มีความเชื่อมั่นสูงสุดถึงต่ำสุด คือ
แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นแบบการเพิ่ม แบบการหาตัวร่วม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการลด
ตามลำดับ พบว่า เป็นลำดับเดียวกันกับแบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นที่ค่าความเที่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด
ถึงต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกรอนแลนด์ (Gronlund, 1976 : 119) ที่ว่า
ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบขึ้นอยู่กับความแปรปรวนระหว่างคะแนนผลการสอบ ถ้าความแปรปรวน
ระหว่างคะแนนผลการสอบมีน้อยย่อมได้ค่าความเชื่อมั่นต่ำกว่าคะแนนผลการสอบที่มีความแปรปรวนมาก

4. จากสมมติฐานที่กำหนดไว้ว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นมีแบบการคิดต่างกันจะมี
ความเที่ยงตรงแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นมีแบบการคิดต่าง ๆ ทั้ง
สี่แบบ มีความเที่ยงตรงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เหตุที่ความเที่ยงตรงไม่แตกต่างกันนี้
อาจเนื่องมาจากโครงสร้างต่าง ๆ ของแบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นสี่แบบมีความใกล้เคียงกัน นับตั้งแต่
รูปทรงที่ใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหา ทิศทางการเปลี่ยนรูปเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และลักษณะ
ด้านการคิดหาเหตุผลเช่นกัน แตกต่างกันที่เหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบ ลักษณะโครงสร้างที่ใกล้เคียง
ดังกล่าวอาจทำให้คุณลักษณะที่แบบทดสอบวัดได้มีความใกล้เคียงกันหรือไม่แตกต่างกัน นั่นคือ
แบบทดสอบอนุกรมมิตินั้นมีแบบการคิดต่าง ๆ ทั้งสี่แบบมีความเที่ยงตรงในการวัดไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. การนำแบบทดสอบไปใช้ แบบทดสอบอนุกรมมิติบางแบบควรขยายเวลาในการทดสอบออกไปอีก เช่น แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ การนำไปใช้ในอีกลักษณะหนึ่ง คือ การผสมระหว่างแบบการคิดต่าง ๆ เข้าเป็นฉบับเดียวกัน ควรตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับก่อนนำไปทดสอบจริง

2. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น เช่น การเว้นช่องที่เก็บคำตอบ ถ้าเว้นช่องอื่น ๆ เป็นคำตอบแทนช่องขวาลางของอนุกรมมิติแล้วจะส่งผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบอย่างไร โดยเฉพาะการเว้นที่ช่องกึ่งกลางของอนุกรมมิติแบบ 3×3 ผู้วิจัยมีความเห็นว่า จะทำให้ผู้รับการทดสอบต้องใช้วิจารณญาณที่สูงกว่าการเว้นช่องคำตอบทางขวาลางของอนุกรมมิติ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- โกวิท ประวาลพุกษ์ และสมศักดิ์ สันธุระเวช. การประเมินในชั้นเรียน. วัฒนาพานิช, 2527.
- ชุมพร ยงภิตติกุล. การนำแบบทดสอบข้ามกลุ่มวัฒนธรรมมาใช้วัดความสามารถทางสมอง โดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น. ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.
- ชวาล แพริตกุล. เทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ. กิ่งจันทร์การพิมพ์, ม.ป.ป.
- พจมาน แสงรุ่งโรจน์. การใช้แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมอง โดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติวิทยาทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. วัฒนาพานิช, 2522.
- _____. หลักการวิจัยทางการศึกษา. ศึกษาพร, 2528.
- _____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. วัฒนาพานิช, 2527.
- วรุณ สิริภาพ. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้วยเหตุผล. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- อนันต์ ศรีโสภา. ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ. ไทยวัฒนาพานิช, 2525.
- Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5th ed. New York : Macmillan Publishing Co, Inc., 1982.
- Baraheni, M. Naghi "Raven's Progressive Matrices as Applied to Iranian Children," Educational and Psychological Measurement. 34(4) : 983 - 988 ; 1974.
- Bortner, M. "Standard Progressive Matrices," in The Sixth mental measurments yearbook. edited by O.K. Buros. p. 489 - 491. Highland Park : Gryphon, 1965.

- Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3rd ed.
New York : Harper, 1970.
- 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
Differences in Strategies and Effects of Matrix Characteristics,"
Journal of Experimental Child Psychology. 39 : 107 - 130 ; 1985.
- Gronlund, N.E. Measurement and Evaluation in Teaching. New York :
Holt, Rinehart and Winston, 1976.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education.
5th ed. Tokyo : McGraw Hill, 1973.
- _____. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw Hill,
1967.
- Hornke, Lutz F. and Michael W. Habon, "Rule Based Item Bank Construction
and Evaluation Within the Linear Logistic Framework" Applied
Psychological Measurement. 10 : 369 - 380 ; December, 1986.
- Jacobs, Paul I. and Mary Vandeventer. "Evaluating the Teaching of
Intelligence," Educational and Psychological Measurement.
32 : 235 - 248 ; 1972.
- Jensen, A.R. "Patterns of mental ability and socioeconomic status,"
Proceedings National Academy of Science. 60 : 1330 - 1337 ;
1968.
- McCarthy, Maureen. "The Standard Progressive Matrices : A Pilot Study
in a Nigerian Technical Collage," West African Journal of
Education. 18(1) : 69 - 76 ; 1974.
- Mulhollan, Timothy H., James W. Pellegrino, and Robert Glaser.
"Components of Geometric Analogy Solution," Cognitive
Psychology. 12 : 252 - 284 ; 1980.
- Parker, Ronald K., Shelby J. Sperr, and Margery L. Rieff. "Multiple
Classification : A Training Approach," Developmental Psychology.
7(2) : 188 - 194 ; 1972.
- Raven, J.C. Guide to the Standard Progressive Matrices : Set A, B, C,
D and E. London : Lewis, 1960.

Sipple, Thomas S. and others. "A Study of Classifying and Seriating Matrices," Resources in Education. 15(01) : 166 ; 1980.

Sternberg, Robert J. Beyond IQ. New York : Cambridge University Press, 1985.

_____. "Reasoning, problem solving, and intelligence." in Handbook of human intelligence. edited by Robert J. Sternberg. p. 225 - 307. New York : Cambridge University Press, 1982.

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

Thorndike, Robert L. and Elizabeth P. Hagen. Measurement and Evaluation in Psychology and Education. 4th ed. New Delhi : Premodh Kapur at Raj Bandhu Industrial Company, 1977.

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

ภาคผนวก ก.

ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมวิธาน

ตาราง 10 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
แบบการลศ

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.52	.50	12.8	16	.10	.40	18.1
2	.30	.43	15.1	17	.19	.59	16.5
3	.31	.20	14.9	18	.13	.47	17.5
4	.46	.53	13.4	19	.13	.25	17.5
5	.12	.21	17.8	20	.25	.42	15.7
6	.05*	.39	19.7	21	.12	.21	17.8
7	.19	.30	16.5	22	.14*	.66	17.3
8	.36	.53	14.4	23	.13	.63	17.5
9	.52	.50	12.8	24	.16	.22	17.0
10	.48	.50	13.2	25	.33	.37	14.8
11	.31	.45	14.9	26	.36	.36	14.5
12	.20	.43	16.3	27	.18	.27	16.7
13	.13	.25	17.5	28	.36	.43	14.4
14	.36	.36	14.5	29	.33	.15	14.7
15	.25	.34	15.6	30	.31	.20	14.9

ตาราง 11 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
แบบการหาตัวรวม

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.25	.42	15.7	16	.48	.59	13.2
2	.33	.48	14.7	17	.41	.44	13.9
3	.33	.55	14.8	18	.36	.53	14.4
4	.48	.43	13.2	19	.41	.51	13.9
5	.29	.58	15.2	20	.27	.45	15.5
6	.34	.40	14.6	21	.54	.53	12.6
7	.25	.42	15.7	22	.29	.31	15.2
8	.16	.34	17.0	23	.28	.71	15.4
9	.56	.50	12.4	24	.35	.51	14.6
10	.33	.37	14.8	25	.34	.57	14.6
11	.44	.50	13.6	26	.39	.36	14.1
12	.29	.58	15.2	27	.32	.62	14.9
13	.42	.41	13.8	28	.40	.58	14.0
14	.34	.57	14.6	29	.39	.42	14.1
15	.30	.60	15.1	30	.29	.58	15.2

ตาราง 12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
แบบการบวกเอกลักษณ์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.35	.11	14.6	16	.29	.58	15.2
2	.27	.37	15.5	17	.18	.57	16.7
3	.40	.37	14.0	18	.21	.46	16.2
4	.26	.53	15.6	19	.45	.31	13.5
5	.27	.25	15.5	20	.33	.55	14.8
6	.18	.40	16.6	21	.22	.64	16.1
7	.29	.40	15.2	22	.21	.24	16.2
8	.39	.48	14.1	23	.40	.58	14.0
9	.68	.11	11.1	24	.28	.28	15.3
10	.48	.10	13.2	25	.53	.20	12.7
11	.38	.39	14.3	26	.48	.17	13.2
12	.29	.50	15.2	27	.34	.40	14.6
13	.17*	.69	16.9	28	.31	.20	14.9
14	.31	.34	15.0	29	.36	.43	14.4
15	.44	.50	13.6	30	.22	.37	16.0

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกันไปแบบ

ฉบับ ก แบบการเพิ่ม

ฉบับ ข แบบการลด

ฉบับ ค แบบการหาตัวรวม

ฉบับ ง แบบการบวกเอกลักษณ์

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะไ้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อ จะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด คีที่สุก หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใด ก็ให้ชี้กากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้น ในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว (สกมภ์) หนึ่ง กับภาพในแถว (สกมภ์) สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว (สกมภ์) สาม เมื่อนักเรียน พบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (๐)

สกมภ์

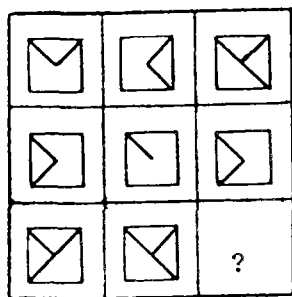
ข้อ (๐)

	1	2	3
1			
2			
3			?

 ก.
  ข.
  ค.
  ง.
  จ.

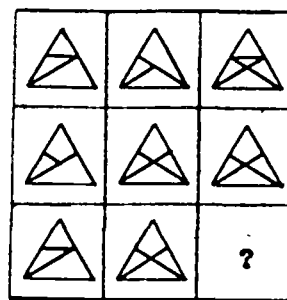
จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ข. นักเรียน จะสังเกตเห็นว่า นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพใดทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวกิ่ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทาง จะช่วยให้นักเรียน พบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1.

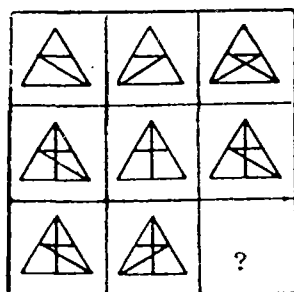


67

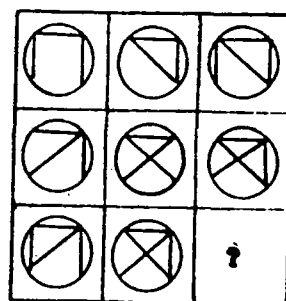
4.



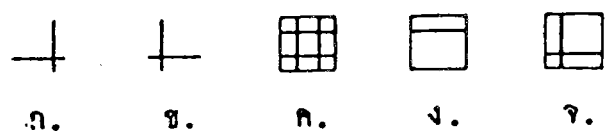
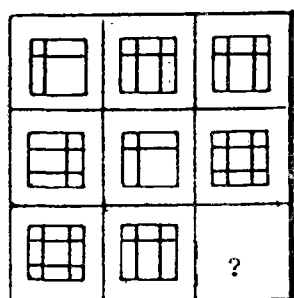
2.



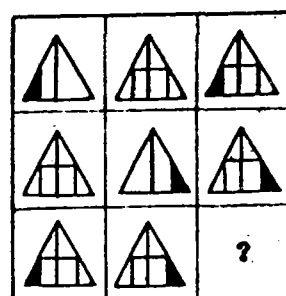
5.



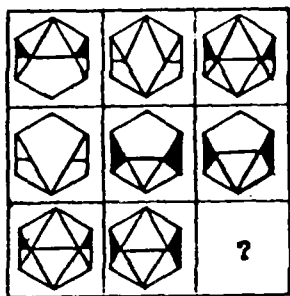
3.



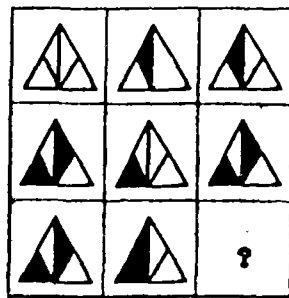
6.



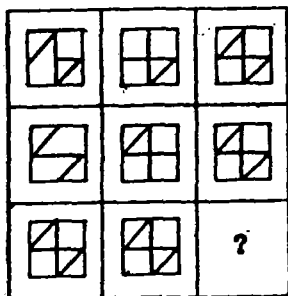
7.



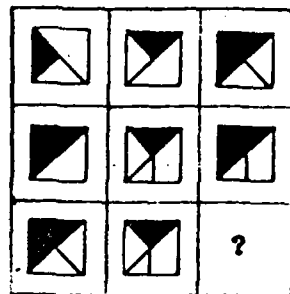
10.



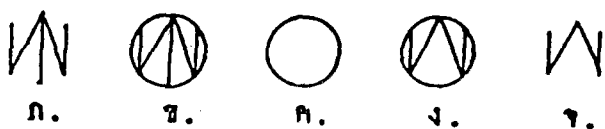
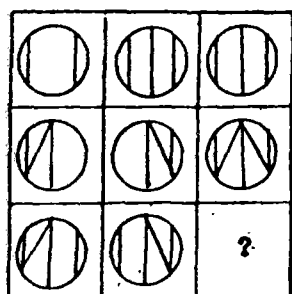
8.



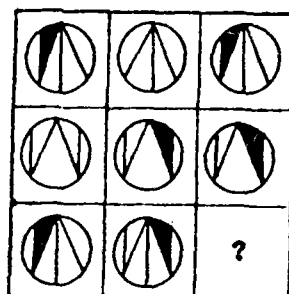
11.



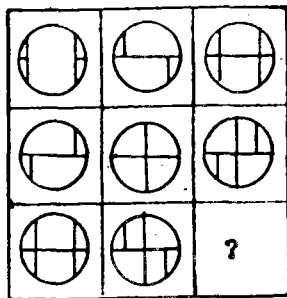
9.



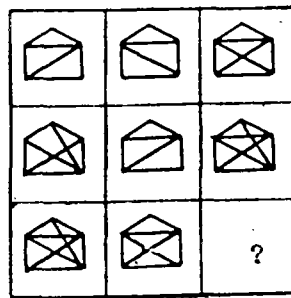
12.



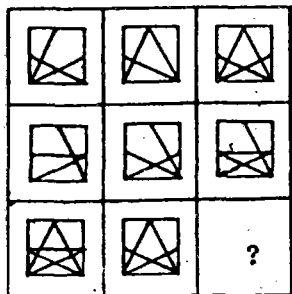
13.



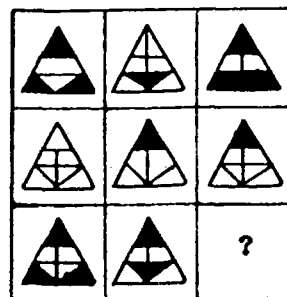
16.



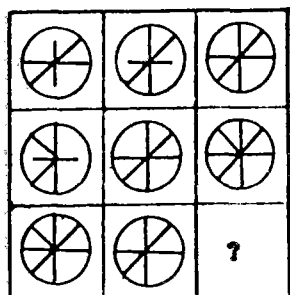
14.



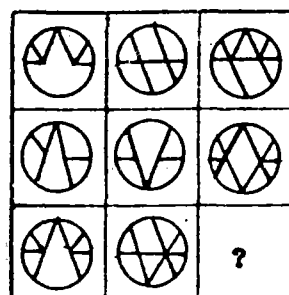
17.



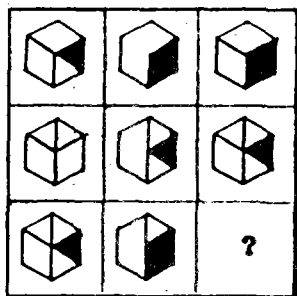
15.



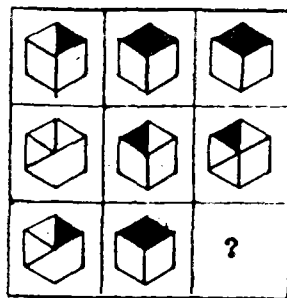
18.



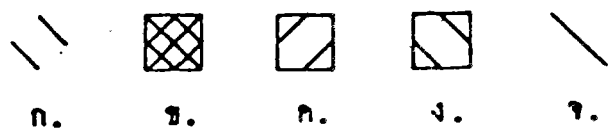
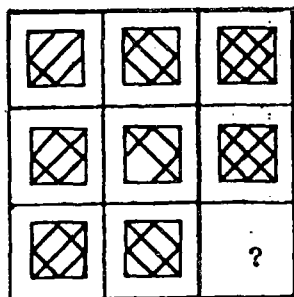
19.



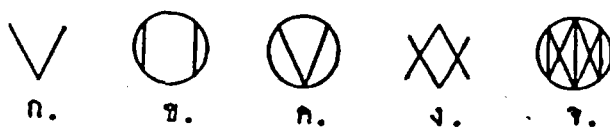
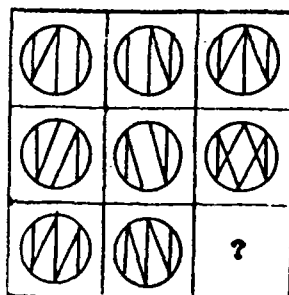
22.



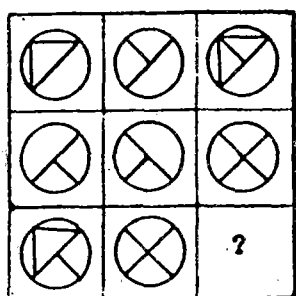
20.



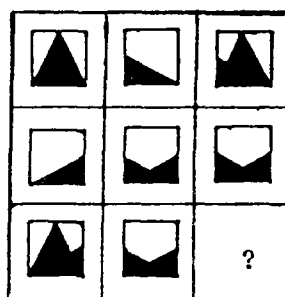
23.



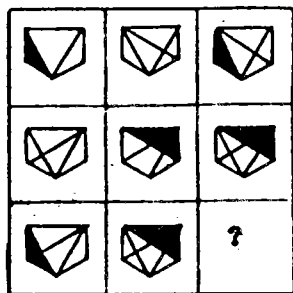
21.



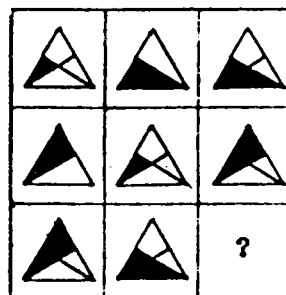
24.



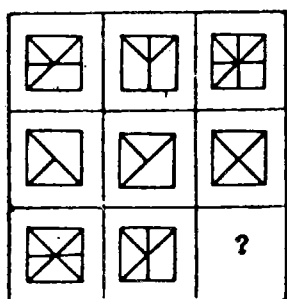
25.



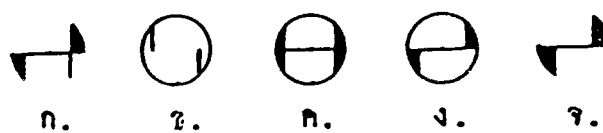
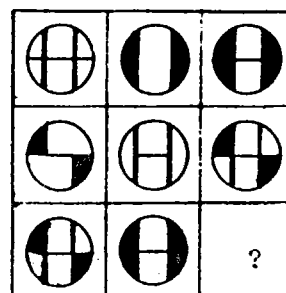
28.



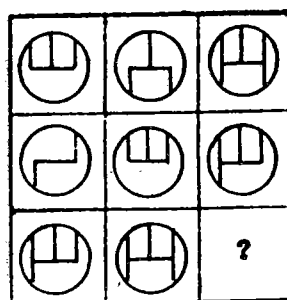
26.



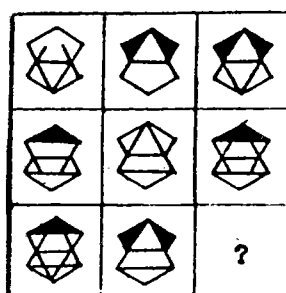
29.



27.



30.



คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อ จะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใด ก็ให้ขีดกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้น ในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว (สกมภ์) หนึ่ง กับภาพในแถว (สกมภ์) สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว (สกมภ์) สาม เมื่อนักเรียน พบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (๐)

สกมภ์

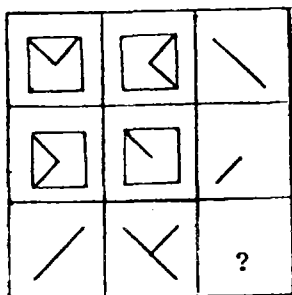
ข้อ (๐)

	1	2	3
1			
2			
3			?

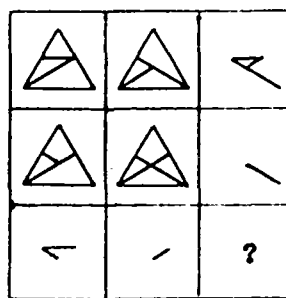
 ก.
  ข.
  ค.
  ง.
  จ.

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ข. นักเรียน จะสังเกตเห็นว่า นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพใดทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวนิ่ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทาง จะช่วยให้นักเรียน พบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

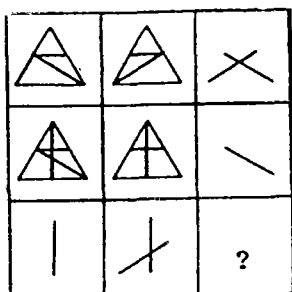
1.



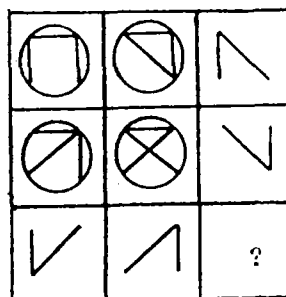
4.



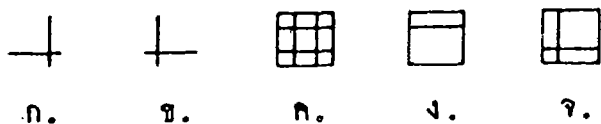
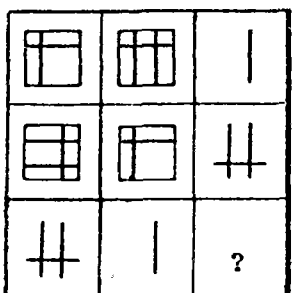
2.



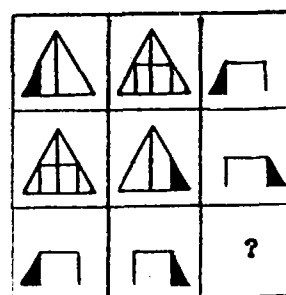
5.



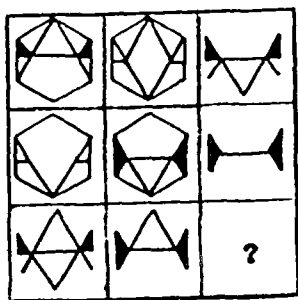
3.



6.



7.



A.



B.



C.

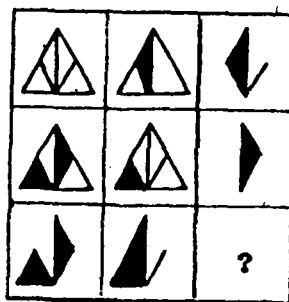


D.



E.

10.



A.



B.



C.

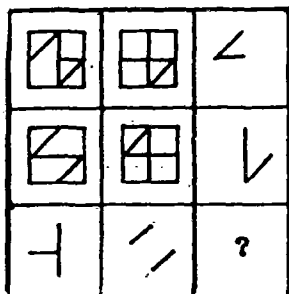


D.



E.

8.



A.



B.



C.

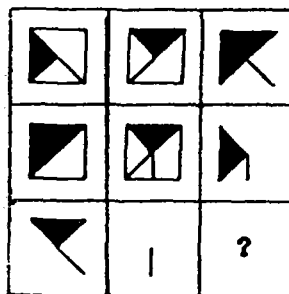


D.



E.

11.



A.



B.



C.

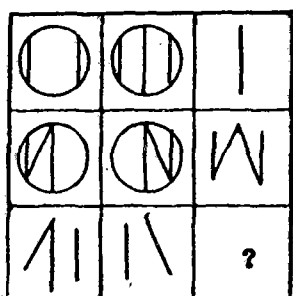


D.



E.

9.



A.



B.



C.

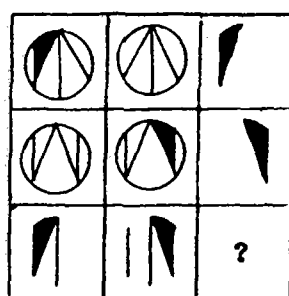


D.



E.

12.



A.



B.



C.

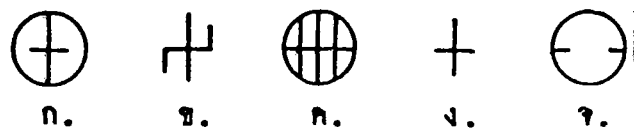
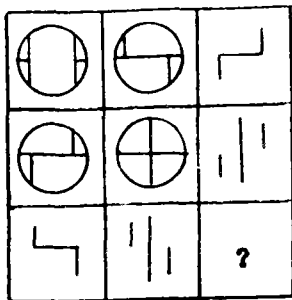


D.

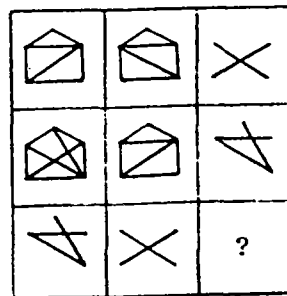


E.

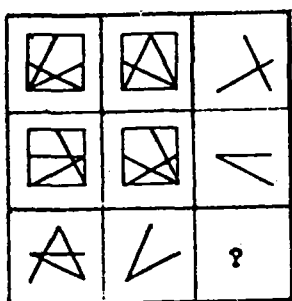
13.



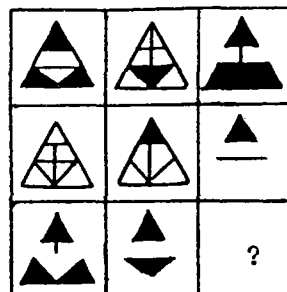
16.



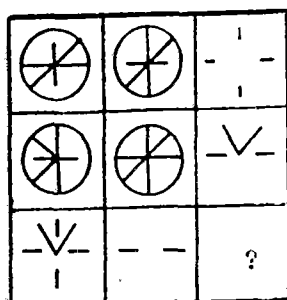
14.



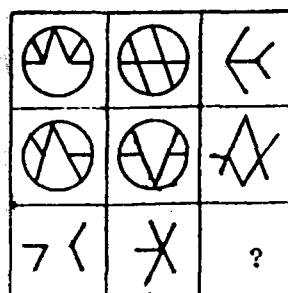
17.



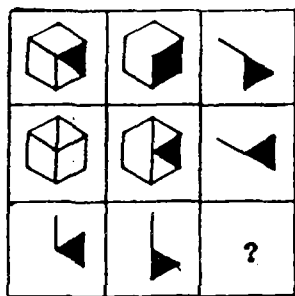
15.



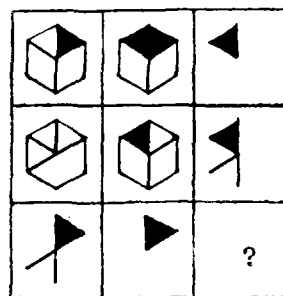
18.



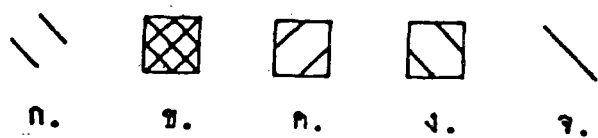
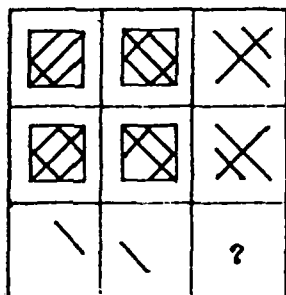
19.



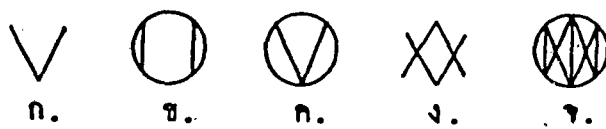
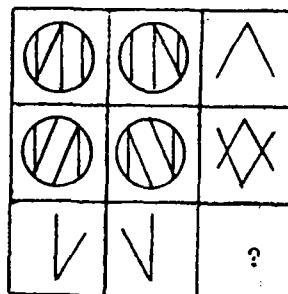
22.



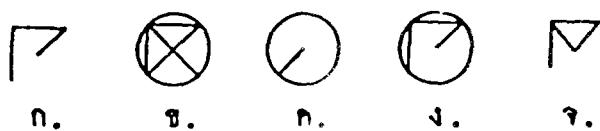
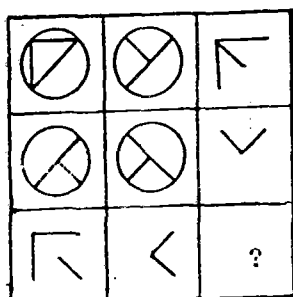
20.



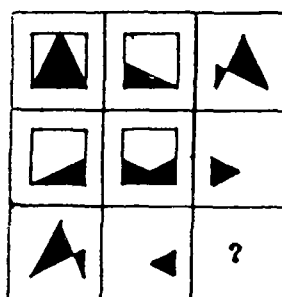
23.



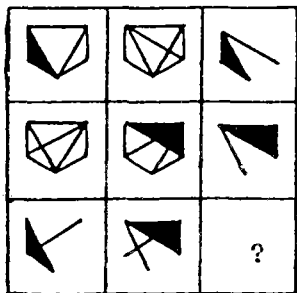
21.



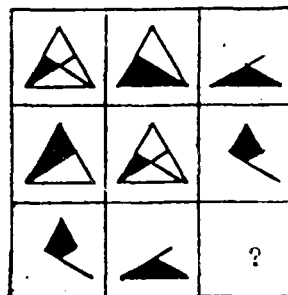
24.



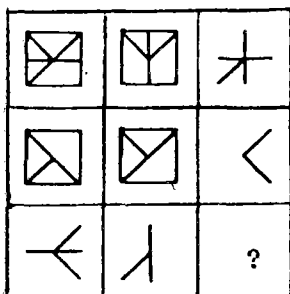
25.



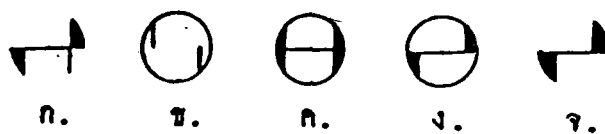
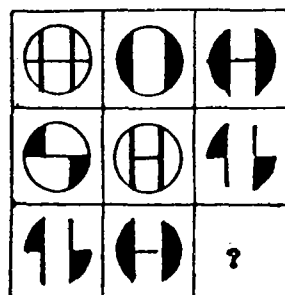
28.



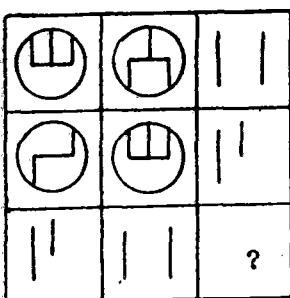
26.



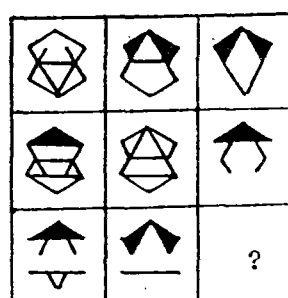
29.



27.



30.



คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะไ้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อ จะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ก็ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใด ก็ให้ขีดกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้น ในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว (สกมภ์) หนึ่ง กับภาพในแถว (สกมภ์) สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว (สกมภ์) สาม เมื่อนักเรียน พบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

สกมภ์

ข้อ (0)

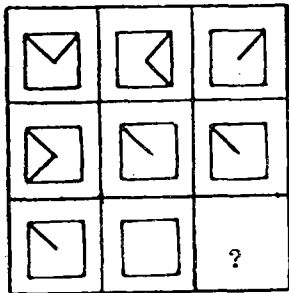
	1	2	3
1			
2			
3			?

แถว

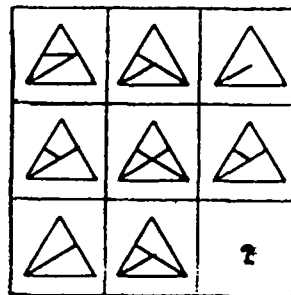
 ก.
 ข.
 ค.
 ง.
 จ.

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ข. นักเรียน จะสังเกตเห็นว่า นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพใดทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวตั้ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทาง จะช่วยให้นักเรียน พบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

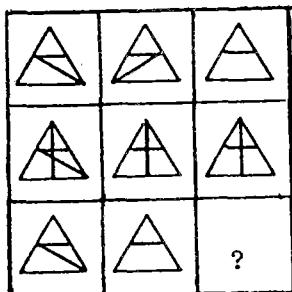
1.



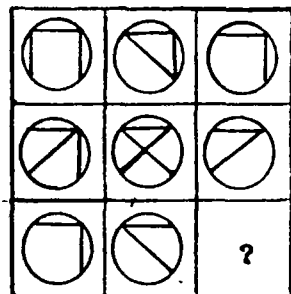
4.



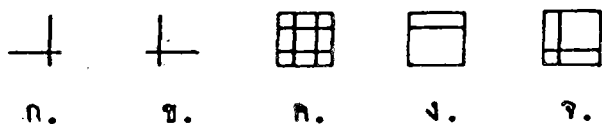
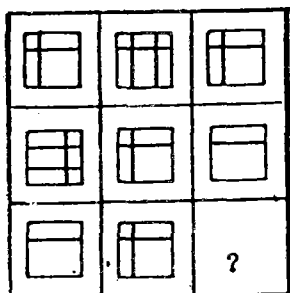
2.



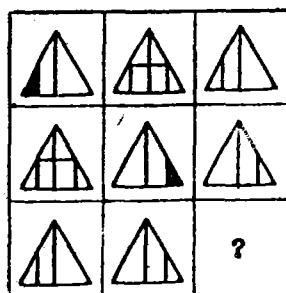
5.



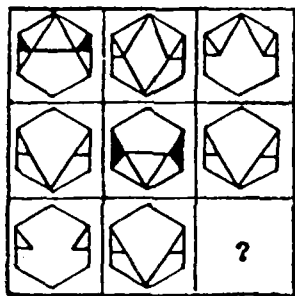
3.



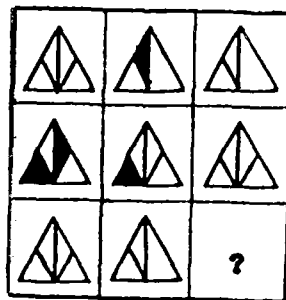
6.



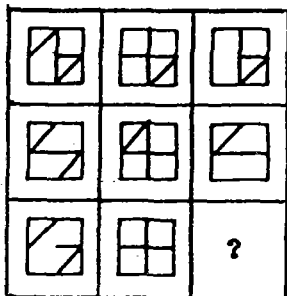
7.



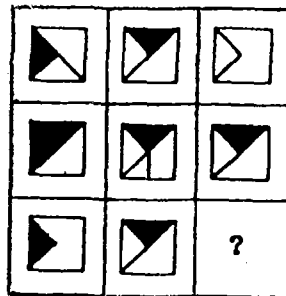
10.



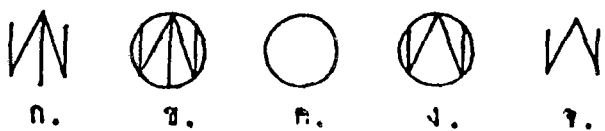
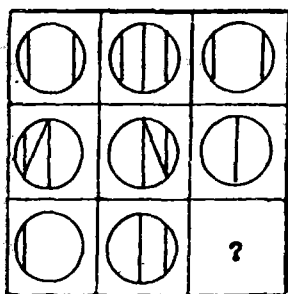
8.



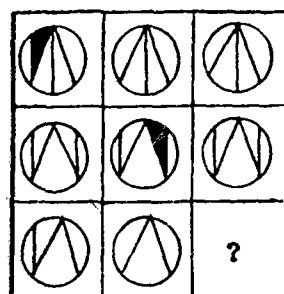
11.



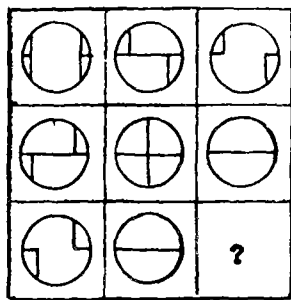
9.



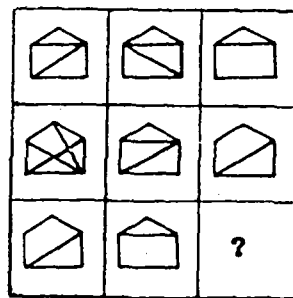
12.



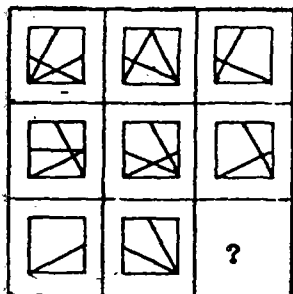
13.



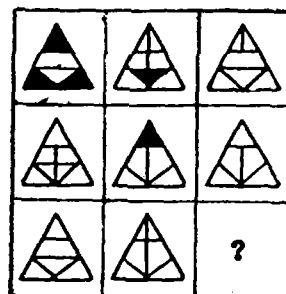
16.



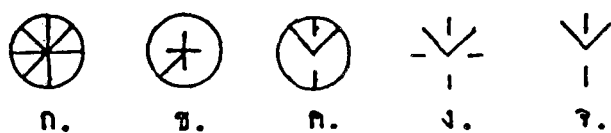
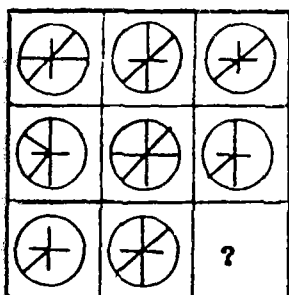
14.



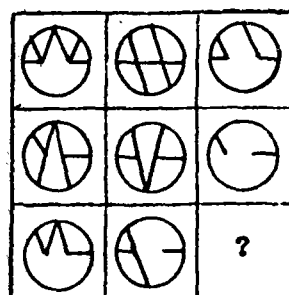
17.



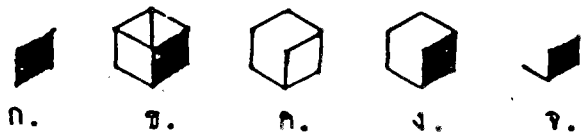
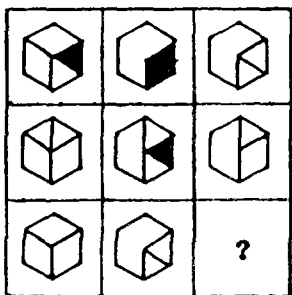
15.



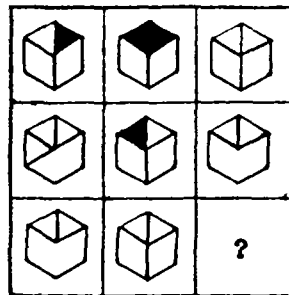
18.



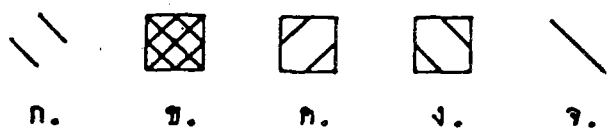
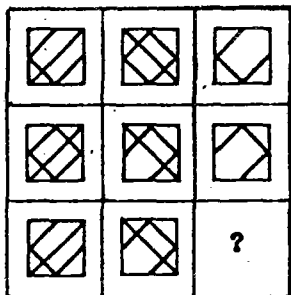
19.



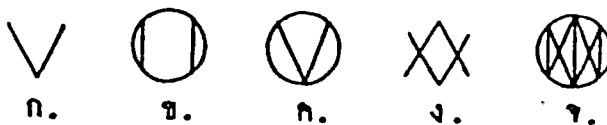
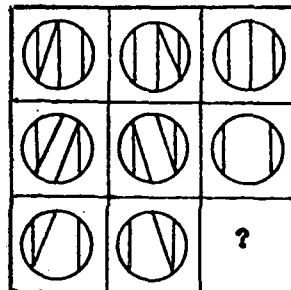
22.



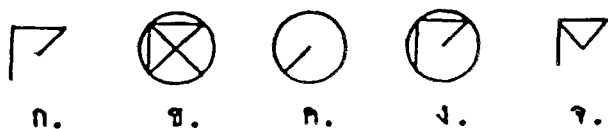
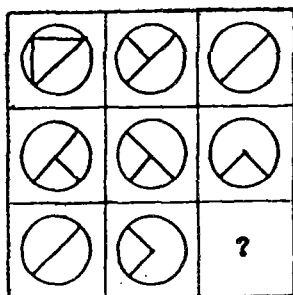
20.



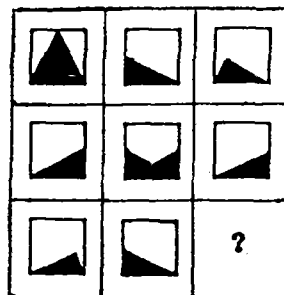
23.



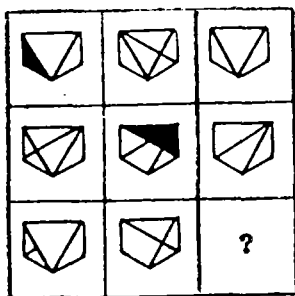
21.



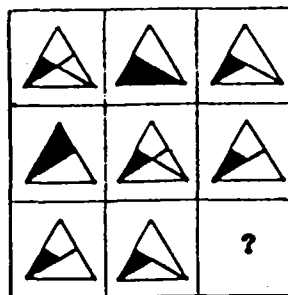
24.



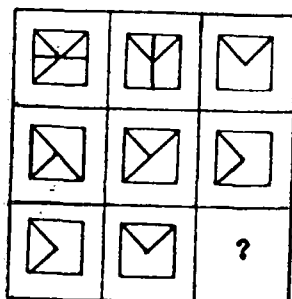
25.



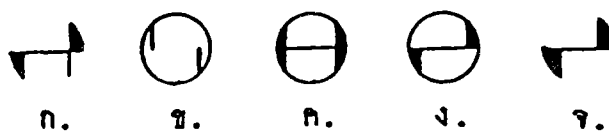
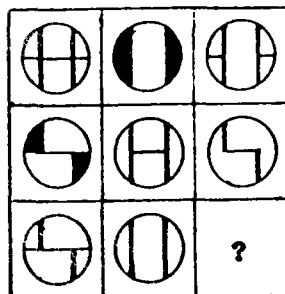
28.



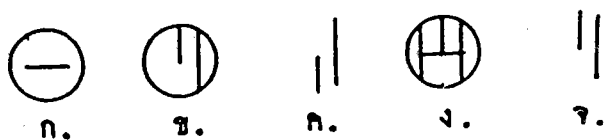
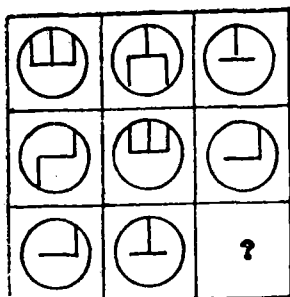
26.



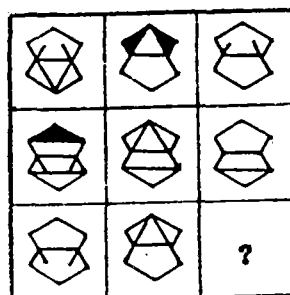
29.



27.



30.



คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 30 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้น นักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อคำถามนั้น จึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อ จะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ที่ที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดคำตอบใด ก็ให้ขีดกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับคำตอบนั้น ในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแถว (สกมภ์) หนึ่ง กับภาพในแถว (สกมภ์) สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแถว (สกมภ์) สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

สกมภ์

ข้อ (0)

	1	2	3
1			
2			
3			?


ก.


ข.

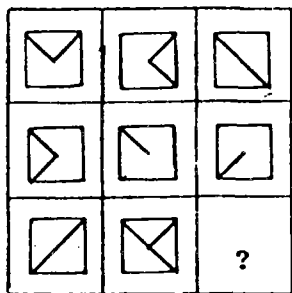

ค.


ง.

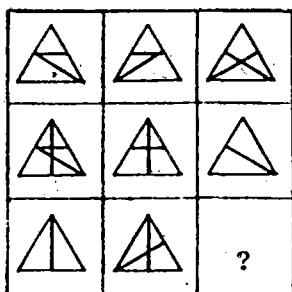

จ.

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือข้อ ข. นักเรียนจะสังเกตเห็นว่า นักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพใดทั้งสองทิศทาง คือทิศทางตามแนวตั้ง และทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทาง จะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

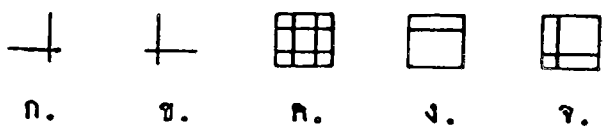
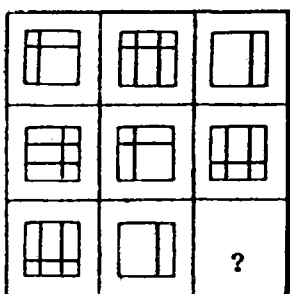
1.



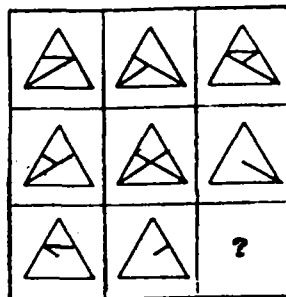
2.



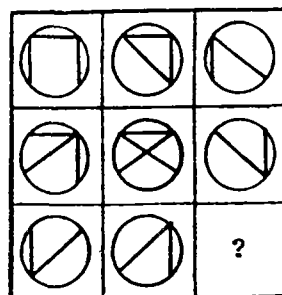
3.



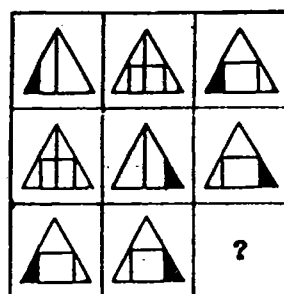
4.



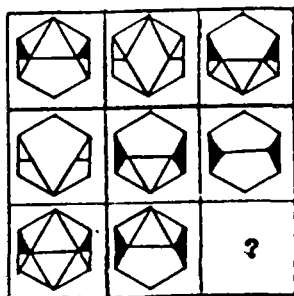
5.



6.



7.



A.



B.



C.

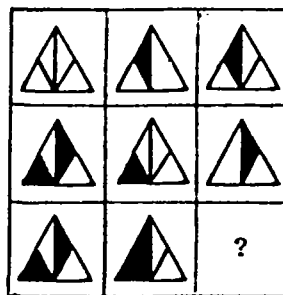


D.



E.

10.



A.



B.



C.

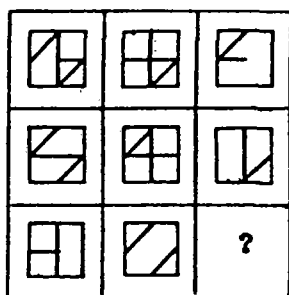


D.



E.

8.



A.



B.



C.

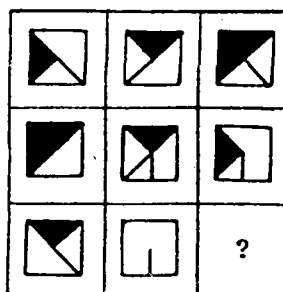


D.



E.

11.



A.



B.



C.

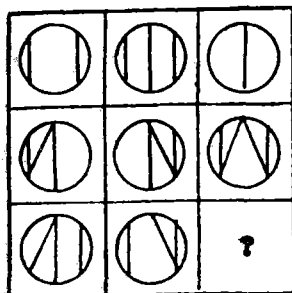


D.



E.

9.



A.



B.



C.

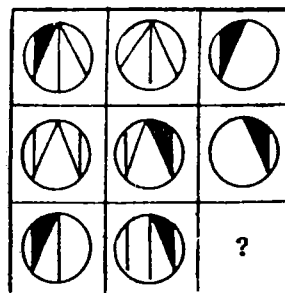


D.



E.

12.



A.



B.



C.

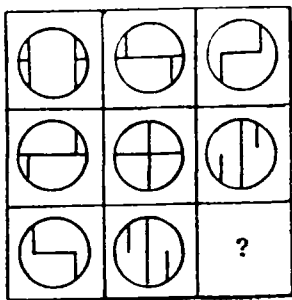


D.

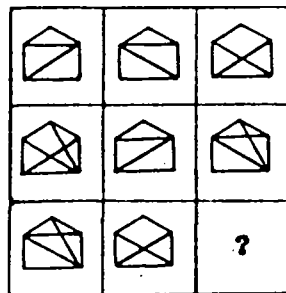


E.

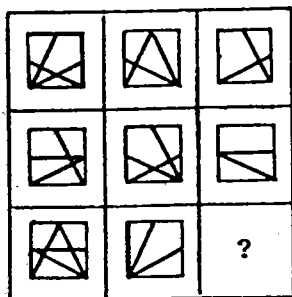
13.



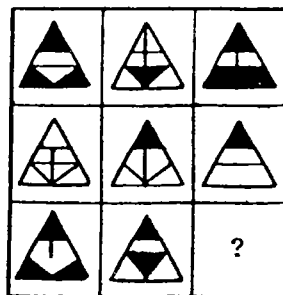
16.



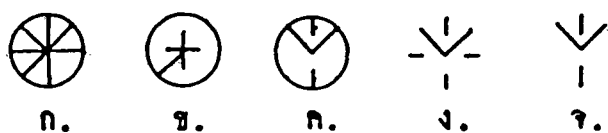
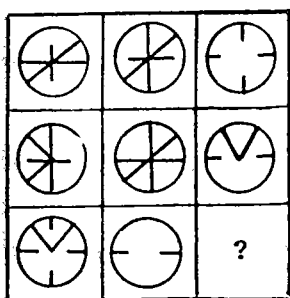
14.



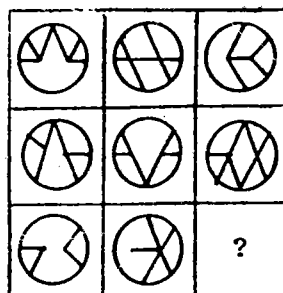
17.



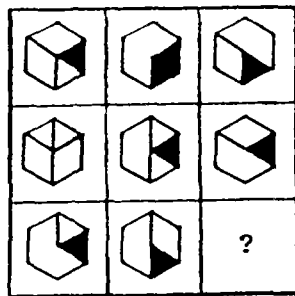
15.



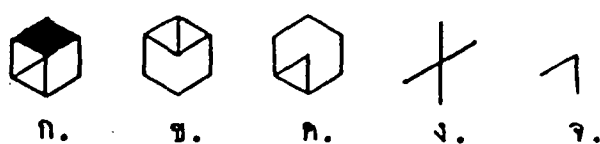
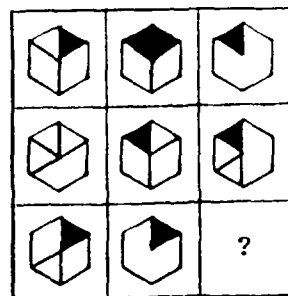
18.



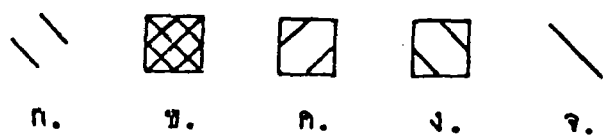
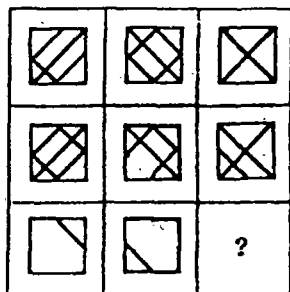
19.



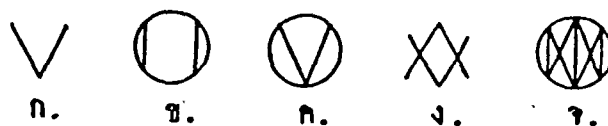
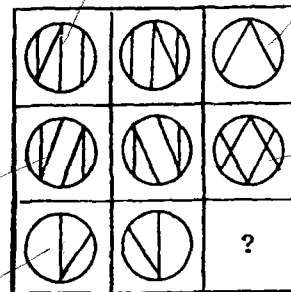
22.



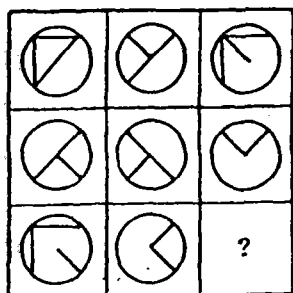
20.



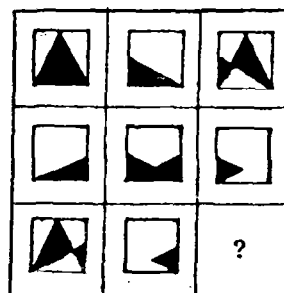
23.



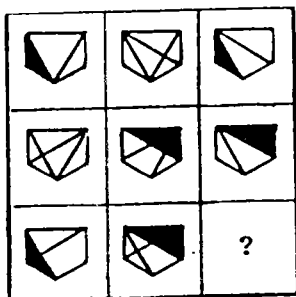
21.



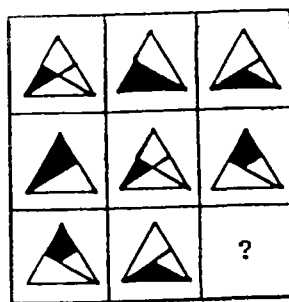
24.



25.



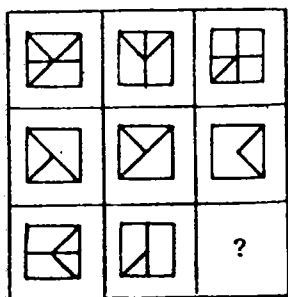
28.



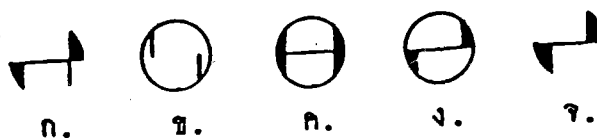
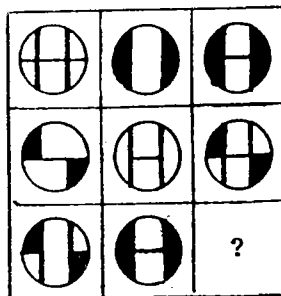
89



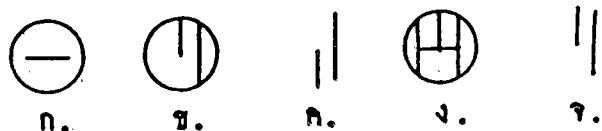
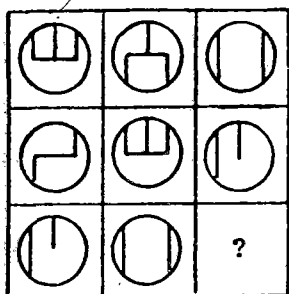
26.



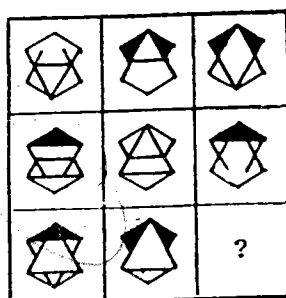
29.



27.



30.



การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน

บทคัดย่อ
ของ
ประสาธ ธรรมรัตน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กันยายน 2531

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้มี
 แบบการคิดต่างกันสี่แบบคือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวก
 เอกลักษณะ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียน
 สังกัดกรมสามัญศึกษาในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 448 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น
 ผลการศึกษาพบว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้สี่แบบแตกต่างกันอย่าง
 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อทดสอบหาตัวที่แตกต่างกัน ปรากฏว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้
 แบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณะมีค่าความยากไม่แตกต่างกัน แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้
 แบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณะมีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
 นอกนั้นมีค่าความยากแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สำหรับค่าอำนาจจำแนก
 ของแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้สี่แบบ พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่มมีค่าอำนาจจำแนก
 แตกต่างจากแบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกนั้น
 มีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน สำหรับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้
 แบบการลดกับแบบการบวกเอกลักษณะมีความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้แบบการเพิ่ม
 กับแบบการหาตัวร่วม และแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณะมีความเชื่อมั่นแตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกนั้นมีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
 ที่ระดับ 0.01 ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้สี่แบบ
 มีความเที่ยงตรงไม่แตกต่างกัน

A COMPARISON OF DIFFERENCE TRANSFORMATION
MATRICES TESTS' QUALITY

AN ABSTRACT

BY

PRASAT THUMMARAT

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

September 1988

The purpose of the study was to compare the quality of four different transformation matrices tests : addition, subtraction, intersection and unique addition. A sample, drawn by stratified random sampling, consisted of 448 Mathayom Suksa II Students in the academic year 1988 from changwat Kalasin.

The results of the study revealed that the difficulty levels of the four matrices tests were significantly different at 0.01 level. By Post hoc comparison, the intersection and the unique addition were not found to be different, the subtraction and the unique addition were significantly different at 0.05 level, and all other pairs were significantly different at 0.01 level. For the test discriminations, the addition was significantly different from the others at 0.01 level and all other pairs were not found to be different. For the reliability of the tests, the subtraction and the unique addition were not found to be different. Those of the addition and the intersection, the intersection and the unique addition were found to be significantly different at 0.05 level where as those of all other pairs were significantly different at 0.01 level. The validity of the four matrices tests were not found to be significantly different.