371.9044
อ 216 ก
อ.3

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติบางรูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

27 พ.ค. 2540

ปริญญานิพนธ์

ของ

อภิรัตน์ อรรถเวทิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ก35ว

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติบางรูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ

ของ

อภิรัตน์ อรรถเวทิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

มีนาคม 2540

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ในจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 389 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ คือ แบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลด แบบเรียงลำดับ แบบหาตัวร่วม และความสามารถด้านอนุกรมมิติรวมทุกด้าน กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม และแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด และแบบหาตัวร่วม ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ และแบบหาตัวร่วม ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE MATRICES ABILITY AND THE MATHEMATICAL ABILITY OF PRATHOM SUKSA VI STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

APIRAT ATTAWATIN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master

of Education degree in Educational Measurement

at Srinakharinwirot University

March 1997

The purpose of this research was to study the relationship between the Matrices Ability and the Mathematical Ability. The sample of 389 Prathom Suksa VI students of 1996 academic year in Surin province was selected by stratified random sampling.

The result of the research were summarized as follow

1. Multiple correlation coefficients between five Matrices Abilities : Unique addition, Latin Square, Subtraction, Seriation and Intersection and Mathematical Abilities : Calulation Skill, Reasoning, Problem Solving and all Abilities of Mathematic were significant at .01.

2. The beta weight of Matrices Abilities : Unique addition, Latin Square Subtraction, and Seriation were positively contribted to Mathematical Ability of Calulation Skill at .01 level significant. Unique addition, Latin Square and Seriation were positively contribted to Mathematical Ability of Reasoning at .01 level significant. Latin Square, Subtraction, and Seriation were positively contribted to Mathematical Ability of Problem Solving at .01 level significant. Unique addition, Latin Square, Subtraction, Seriation were positively contribted to Mathematical Ability of all Abilities Mathematic at .01 level significant.

The beta weight of Matrices Abilities : Intersection was not contribted to Mathematical Ability of Calulation Skill. Subtraction and Intersection were not contribted to Mathematical Ability of Reasoning. Unique addition and Intersection were not contribted to Mathematical Ability of Problem Solving. Intersection was not contribted to Mathematical Ability of all Abilities Mathematic.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน

(รศ.อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ

(รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รศ.อังคณา สายยศ)

..... กรรมการ

(รศ.วัญญา วิศาลาภรณ์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก การวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 3 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ข้อคิดเห็น แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และ รองศาสตราจารย์วัญญา วิศาลาภรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ล้วน สายยศ รองศาสตราจารย์อาวุธ วัฒนสิน ที่ให้ความกรุณาแนะนำการจัดทำเครื่องมือจนเสร็จสมบูรณ์และมีคุณภาพ ตามที่ต้องการ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมกิจ กิจพูนวงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบพระคุณอาจารย์วันเพ็ญ วัฒนาพล อาจารย์พรรณี เทพสูตร อาจารย์วุฒิพงษ์ ทองก้อน คุณมานิดา ชอบธรรม และเพื่อน ๆ วัดผลทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน ครู อาจารย์ และนักเรียน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของ บิดา-มารดา และพี่ ๆ ทุกคน ที่สนับสนุนและให้กำลังใจ แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

อภิรัตน์ อรรถเวทิน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
	ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาและความถนัดที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ	7
	ทฤษฎีสององค์ประกอบ	7
	ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์	9
	ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ	11
	เอกสารที่เกี่ยงข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์	22
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติ	24
	งานวิจัยด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับอนุกรมมิติ	25
	สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	32
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	34
	ประชากร	34
	กลุ่มตัวอย่าง	34
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	35
	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	36
	การตรวจให้คะแนน	45
	วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	46
	การจัดกระทำข้อมูล	46
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	46

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 51
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 52

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 59
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า 59
กลุ่มตัวอย่าง 59
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 60
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 60
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 61
อภิปรายผล 63
ข้อเสนอแนะ 64

บรรณานุกรม 68

ภาคผนวก 74

ประวัติย่อของผู้วิจัย .....

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน	35
2	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติ ทั้ง 5 แบบ	52
3	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน	53
4	ค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน	54
5	ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ	55
6	ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล	56
7	ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา	57
8	ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ รวมทั้ง 3 ด้าน	57

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ตัวอย่างข้อสอบจากแบบทดสอบโปรเกรสซีฟ แมทริซีส์ ของราเวน	12
2 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ครอนบาชเสนอไว้	13
3 ตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดเสนอไว้	14
4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้	17
5 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน	18
6 ข้อสอบจตุรัสลาติน	18
7 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร	19
8 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง	29
9 ตัวอย่างอนุกรมมิติแบบถูก, ผิด	26
10 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ	39

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อการเรียนการสอน เพราะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาวิชาการต่าง ๆ ให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายปลายทางของการศึกษานั้น ๆ ได้ ธรรมชาติได้สร้างให้แต่ละบุคคลมีสมรรถภาพสมองที่แตกต่างกัน เพื่อสนองกับงานที่ต้องอาศัยความสามารถที่แตกต่างกัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2524 : 1) เทอร์สโตน (Anastasi. 1961 : 344 - 345 ; citing Thurstone. 1947) ได้ศึกษาค้นคว้าโครงสร้างทางสมองด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ทำให้ได้องค์ประกอบย่อย 12 องค์ประกอบ เขาได้ตั้งชื่อว่า ความสามารถทางสมองเบื้องต้น(Primary Mental Abilities) ต่อมาได้มีการตรวจสอบและยืนยันเป็นหลักฐานว่าความสามารถทางสมองเบื้องต้นนี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 7 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจทางภาษา (Verbal Comprehension) ความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ(Word Fluency) ตัวเลข (Number) มิติสัมพันธ์(Space) ความจำ(Associative Memory) ความเร็วในการรับรู้ (Perceptual Speed) และเหตุผล (Induction or General Reasoning)

สำหรับสมรรถภาพด้านการคิดหาเหตุผลนั้น เป็นองค์ประกอบหนึ่งใน 7 องค์ประกอบ ของสมรรถภาพทางสมองของเทอร์สโตน จากการศึกษาเกี่ยวกับแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองชนิดต่าง ๆ พบว่า ข้อสอบเหตุผลรูปภาพแบบ อนุกรมมิติ เป็นรูปแบบหนึ่งที่ยังคงใช้กัน เรื่อยมาในการทดสอบความสามารถทั่วไป(General Ability) และความสามารถด้านเหตุผล (ประสาท ธรรมรัตน์. 253 1 : 1) แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีความสำคัญมากฉบับหนึ่งคือ แบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ของราเวน(Raven'progressive Matrices) ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแนะแนวตลอดจนการวิจัยข้ามกลุ่มวัฒนธรรม (Baraheni. 1974 : 983-988) แบบทดสอบอนุกรมมิตินี้คิดขึ้นโดยชาวอังกฤษสองคนคือ แอล เอส เพนโรส และ เจ ซี ราเวน (L.S.Penrose & J.C. Raven) โดยสร้างแบบทดสอบนี้ขึ้นตามทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมนที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ (Cronbach. 1970 : 269) แต่มาคล้ายคลึงกับข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ - การเข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ(Cognitionof Figural Relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Jacobs and Vandeventer. 1972 : 239)

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มีการนำแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวน มาศึกษาผลปรากฏ ดังนี้ คีนและโปรโทร (Keehn and Prothro. 1955 : 495 - 498) พบความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับคะแนนที่ครูประเมินเชาวน์

ปัญญาของนักเรียนมี ค่าเป็น .22 นีฟและสเตราด์(Knief and Stroud. 1959 : 117 - 120) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซีส์ กับคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเป็น .45 แดชและคานันโก (Dash and Kanungo. 1959 : 393) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบ สแตนดาร์ด โปรเกรสซีฟ แมทริซีส์ กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างสูง สำหรับงานวิจัยในประเทศไทย ได้มีการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติโดยใช้ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน และหาความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดย สุวิมล มาลีลัย (2532 : 67 - 75) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติ 6 แบบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 แบบ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จะเห็นว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องใช้ความสามารถด้านเหตุผล ดังคำกล่าวของสุวรรณา มุ่งเกษม (2513 : 2) ที่ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดอย่างมีระเบียบ ง่าย สั้น และชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ด้วย

ส่วนการวัดความสามารถด้านคณิตศาสตร์นั้น ชวาล แพรัตกุล (2516 : 194) กล่าวว่า การสอบวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันที่แบ่งเป็นคณิตศาสตร์ทักษะ ปัญหาและเหตุผลเช่นนี้ แล้วก็จะยิ่งดีมากขึ้น เป็นการรักษาความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบและคุณภาพอื่น ๆ ไว้ได้เป็นอย่างดี และ ล้วน สายยศ (2518 : 26-27) กล่าวว่า แบบทดสอบมาตรฐานทางคณิตศาสตร์นิยมสร้างเพื่อวัดด้านทักษะ วัดด้านการแก้ปัญหา และวัดด้านเหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ จะเห็นว่า ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ต้องใช้เหตุผล ซึ่งแบบทดสอบที่สามารถใช้วัดความสามารถทางด้านเหตุผลรูปแบบหนึ่ง คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติ (สุวิมล มาลีลัย. 2532 : 2) ดังนั้นในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรได้นำแบบทดสอบอนุกรมมิติ มาใช้เพื่อฝึกและพัฒนาความมีเหตุผลของนักเรียนด้วย

จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยต้องการจะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นกับ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการแก้ปัญหา และด้านทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งจะทำให้ทราบว่า ความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด และแบบใดที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิศาสตร์ อันเป็นแนวทางส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาสมรรถภาพทางสมองโดยทั่วไปตามทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน และเป็นแนวทางใน

การเลือกแบบทดสอบอนุกรมมิติเพื่อใช้วัดและพัฒนาความสามารถทางด้านเหตุผลของนักเรียน ช่วยในการตัดสินใจเลือกเรียนในแผนการเรียนที่เหมาะกับความสามารถ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

5. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

6. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

7. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

8. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติแบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบใดมีความสัมพันธ์และส่งผลกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา ซึ่งจะนำผลที่ได้นี้ไปใช้เป็นแนวทางให้แก่ ครู อาจารย์ นักการศึกษา นักแนะแนว ในการเลือกใช้แบบทดสอบอนุกรมมิติ ในการวัดและพัฒนาความสามารถทางด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 739 โรงเรียน มีห้องเรียนจำนวน 986 ห้อง และมีนักเรียนจำนวน 23,179 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 14 ห้องเรียน มีนักเรียน 389 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ แบ่งออกเป็นรูปแบบดังนี้

3.1.1 อนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

3.1.2 อนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม

3.1.3 อนุกรมมิติแบบลด

3.1.4 อนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

3.1.5 อนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ดังนี้

3.2.1 ความสามารถทางด้านทักษะการคำนวณ

3.2.2 ความสามารถทางด้านเหตุผล

3.2.3 ความสามารถทางด้านโจทย์ปัญหา

3.2.4 ความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถด้านอนุกรมมิติ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ กฎเกณฑ์ของรูปภาพที่จัดอยู่ในตารางสองมิติ ทั้งแนวตั้งและแนวนอน ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาอนุกรมมิติ 5 รูปแบบ ดังนี้

1.1 แบบการบวกเอกลักษณ์ (Unique Addition) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบที่แตกต่างกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง) ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง มารวมกันเป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

1.2 แบบจตุรัสลาตินผสม (Latin Square) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ส่วนประกอบของภาพแต่ละส่วนในแนวนอน(แนวตั้ง)เดียวกันจะต้องไม่เหมือนกัน

1.3 แบบการลด (Subtraction) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง ถูกหักออกด้วยภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

1.4 แบบเรียงลำดับ (Seriation) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพจะเปลี่ยนไปตามแนวนอนและแนวตั้ง ภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์อันใดอันหนึ่ง

1.5 แบบการหาตัวร่วม (Intersection) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบร่วมกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ได้เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

2. ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำหลักเกณฑ์และมโนคติ (Concept) ทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วและแม่นยำ ซึ่งในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

2.1 ความสามารถด้านทักษะการคำนวณ หมายถึง ความคล่องแคล่ว ว่องไว และแม่นยำ ในการบวก ลบ คูณ หารตัวเลข ในเวลาที่จำกัด โดยไม่มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้อง

2.2 ความสามารถด้านเหตุผล หมายถึง ความคิดรวยยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการสรุปหรือขยายกฎเกณฑ์ หลักการ วิธีการ และมโนภาพในการคิดแบบนามธรรม

2.3 ความสามารถด้านโจทย์ปัญหา หมายถึง การใช้เทคนิคหรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ จากเหตุการณ์ในโจทย์ ซึ่งผู้สอบจะต้องมีความเข้าใจความหมายของภาษาด้วย

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน วัดได้ด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และแบบทดสอบคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหาตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนฉบับละ 25 ข้อ

3. คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณลักษณะที่ดีของแบบทดสอบที่พิจารณาเป็นรายข้อและทั้งฉบับ ดังต่อไปนี้

3.1 ค่าความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก ซึ่งหาได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อด้วยเทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จของจุง เตห์ ฟาน หาค่าความยากและค่าความยากมาตรฐาน

3.2 ค่าอำนาจจำแนก (Item Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มที่มีความสามารถสูง และกลุ่มที่มีความสามารถต่ำได้อย่างถูกต้อง ซึ่งคำนวณค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของจุง เตห์ฟาน

3.3 ความเชื่อมั่น (Reliability)ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของ แบบทดสอบที่สามารถวัดความรู้ความสามารถ ของนักเรียนได้คงที่แน่นอน ซึ่งคำนวณค่าความเชื่อมั่นโดยวิธี คูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR-20)

3.4 ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล(Logical Validity) โดยนำข้อสอบให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผล 5 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยาม

4. น้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางอนุกรมมิติแต่ละรูปแบบ หมายถึง ตัวเลขที่แสดงถึงความสามารถทางอนุกรมมิติแต่ละรูปแบบที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 3 ด้านคือ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านโจทย์ปัญหา ด้านเหตุผล และความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาน้ำหนักความสำคัญเป็นคะแนนมาตรฐาน(Bata-Weight : B) และน้ำหนักความสำคัญที่เป็นคะแนนดิบ (Score-Weigth : b)

5. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิอย่างน้อยปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา จำนวน 5 ท่าน เพื่อเป็นผู้ประเมินความเที่ยงตรงตามนิยามของข้อสอบที่สร้างขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาและความถนัดที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ
2. ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติ
5. งานวิจัยด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาและความถนัดที่เกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ

ทฤษฎีสติปัญญาหรือเชาวน์ปัญญาที่ศึกษากันในปัจจุบันมีกล่าวถึงหลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีองค์ประกอบเดียวของบีเนท์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน(Charles Spearman)ทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน(L.L.Thurstone) ทฤษฎีไฮราคิคัลของเบิร์ทและเวอร์นอน (Burt and Vernon) ทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับของเจนเซน (Jensen) และทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์ (R.B.Cattell) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2527:27 - 34)แต่ทฤษฎีสติปัญญาที่กล่าวพาดพิงถึงข้อสอบอนุกรมมิติไว้มาก คือ ทฤษฎีสององค์ประกอบและทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์

ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two - factor Theory of intelligence)

ชาร์ล สเปียร์แมน (Charles Spearman) นักจิตวิทยาชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่นำวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มาใช้ศึกษาความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา เขาได้เสนอทฤษฎีสติปัญญาสององค์ประกอบไว้ในปี ค.ศ.1904 สาระสำคัญของทฤษฎีกล่าวไว้ว่าความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ตัว คือ (ชุมพร ยงกิตติกุล. 2524 : 6 - 8)

1. องค์ประกอบทั่วไป (General Factor) เรียกว่า "จี" (g) เป็นความสามารถทั่วไปที่เป็นพื้นฐานของความสามารถทางด้านการใช้เหตุผล การทำกิจกรรมทางปัญญาทุกอย่างต้องใช้ความสามารถด้านนี้ กิจกรรมทุกอย่างมีปริมาณ "จี" แตกต่างกัน

2. องค์ประกอบเฉพาะ (Specific Factor) เรียกว่า "เอส" (S) เป็นความสามารถเฉพาะของการทำงานแต่ละอย่าง กิจกรรมใดที่มีลักษณะเฉพาะตัวมากต้องใช้ความสามารถ "เอส" สูง คนที่มีความสามารถเฉพาะงานใดสูงก็ทำงานนั้นได้ดี และมีโอกาสประสบผลสำเร็จสูงด้วย

สเปียร์แมน กล่าวว่า แบบทดสอบทุกฉบับที่สุ่มตัวอย่างพฤติกรรมจากโดเมน ความสามารถทางสติปัญญาจะวัดองค์ประกอบทั่วไปร่วมกัน ส่วนองค์ประกอบเฉพาะนั้นเป็นลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบแต่ละชุด ผลการวัดที่ได้จากแบบทดสอบแต่ละคู่จะมีความสัมพันธ์ในปริมาณที่แตกต่างกันความสัมพันธ์ที่ได้เป็นปริมาณขององค์ประกอบทั่วไปที่แบบทดสอบคู่นั้นมีอยู่ร่วมกัน แบบทดสอบต่าง ๆ จึงมีความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของการวัดองค์ประกอบทั่วไป ถ้าทฤษฎีของสเปียร์แมนถูกต้อง ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถทางสติปัญญาทุกคู่ควรเป็นไปในทางบวกนอกจากนี้เรายังสามารถจัดอันดับของแบบทดสอบตามปริมาณของประสิทธิภาพการวัดองค์ประกอบทั่วไปได้อีกด้วย สเปียร์แมน เสนอว่า การวัดความสามารถของบุคคล ควรวัดองค์ประกอบทั่วไปมากกว่าองค์ประกอบเฉพาะ เพราะองค์ประกอบทั่วไป เป็นส่วนสำคัญร่วมอยู่ในความสามารถทุกอย่าง ส่วนองค์ประกอบเฉพาะ จะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล และความสามารถแต่ละอย่าง ฉะนั้นการวัดองค์ประกอบเฉพาะจึงทำได้ยาก แบบทดสอบที่ใช้วัดองค์ประกอบทั่วไป ควรเป็นแบบทดสอบนามธรรมที่ต้องใช้ความสามารถในการค้นหาความเกี่ยวเนื่อง และความสัมพันธ์อย่างรอบคอบและมีเหตุผล สเปียร์แมน เน้นความสามารถดังกล่าวตามหลักการ โนอีเจเนซีส (Noegenesis) ที่เขาตั้งขึ้น หลักการนี้กล่าวถึงการคิดพื้นฐานของมนุษย์ 3 ประการ(พจมาน แสงรุ่งโรจน์ 2521 : 7 - 8) คือ

1. หลักการเข้าใจในประสบการณ์ (Apprehension of Experience) กล่าวว่าบุคคลรับรู้ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตามประสบการณ์ที่มีอยู่ และกลายเป็นผู้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้นทันที

2. หลักการค้นพบความเกี่ยวเนื่อง (Education of Relation) กล่าวว่า สิ่งที่ปรากฏในห้วงความคิด 2 ลักษณะขึ้นไป ทำให้บุคคลทราบความเกี่ยวเนื่องกันของสิ่งเหล่านั้น เช่นเมื่อเราพบแผ่นกระดาษขาว และแผ่นกระดาษสี เราอาจเข้าใจในความแตกต่างของสีที่เกี่ยวเนื่องกันได้ทันที หรือเมื่อเราเห็นคำว่า "แข็ง" และคำว่า "อ่อน" เราอาจพบความเกี่ยวเนื่องในแง่เป็นลักษณะที่ตรงข้ามกัน เป็นต้น

3. หลักการค้นพบความสัมพันธ์ (Education of Correlation) กล่าวว่าลักษณะใด ๆ ที่ปรากฏพร้อมกับสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกันทำให้บุคคลทราบลักษณะความสัมพันธ์นั้นได้ เช่น เมื่อเห็นคำถาม "ความอบอุ่น : เตา ความแหลม :_____ เราสามารถทราบคำตอบว่า "อาวุธ"ได้ทันที

เพื่อความเข้าใจหลักการ โนอีเจเนซีส (Noegenesis) แต่ละข้อ ขอให้พิจารณาโจทย์ปัญหาการอุปมาอุปไมยแบบ ก : ข : ค : ? เป็นตัวอย่างดังนี้ (Sternberg. 1985 : 5)

ทนายความ : ลูกความ นายแพทย์ : ?

หลักการเข้าใจในประสบการณ์เกี่ยวข้องกับการทำเป็นรหัส (Encoding) เป็นการมองเห็นและทำความเข้าใจในพจน์ต่าง ๆ ของการอุปมาอุปไมยทั้งหมด

หลักการค้นพบความเกี่ยวข้องกับการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่างคู่แรกของการอุปมาอุปไมย คือ ทนายความ : ลูกความ

หลักการค้นพบความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการนำหลักการอ้างอิงนั้นไปสู่เนื้อหาใหม่ (โดเมนใหม่) ในที่นี้เป็นการนำกฎการอ้างอิงความสัมพันธ์ระหว่าง ทนายความ : ลูกความ มาทำให้เหมาะสม กับ นายแพทย์ : ? คำตอบที่ดีที่สุดในการอุปมาอุปไมยนี้ก็จะได้ว่า" คนไข้"

หลักการคิดทั้งสามข้อดังกล่าวสามารถนำไปสร้างเป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวเนื่องและความสัมพันธ์ได้หลายแบบ ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับนำไปใช้สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัดความสามารถทั่วไป แบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวน ก็สร้างขึ้นตามหลักการนี้เช่นกัน

<u>ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์</u>

ทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์ เป็นการประมวลและสังเคราะห์ทฤษฎีของ สเปียร์แมน และ เทอร์สโตน เข้าด้วยกัน (ชุมพร ยงกิตกุล. 2524 : 8 - 9) กล่าวคือ คัทเทลล์ มีแนวคิดคล้ายกับ สเปียร์แมนในแง่ที่เขาให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทั่วไป และคล้ายกับเทอร์สโตนในด้านที่เขาเชื่อการใช้วิธีหมุนแกนองค์ประกอบด้วยวิธีที่ให้องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน (Oblique-Rtation) ด้วยการใช้วิธีดังกล่าวทำให้พบว่า "จี" เป็นองค์ประกอบลำดับที่สองของโครงสร้างสติปัญญา คัลเทลล์ ได้วิเคราะห์ผลการวัดความสามารถทางสมองหลายอย่าง ด้วยวิธีการคล้ายคลึงกับกระบวนการที่ เทอร์สโตน ใช้พบว่าความสามารถพื้นฐานทางสมองมีองค์ประกอบ 5 ตัว คือ

1. องค์ประกอบ g_f เป็นความสามารถที่แสดงถึงผลการสืบทอดทางด้านพันธุกรรมของแต่ละคน

2. องค์ประกอบ g_c เป็นความสามารถที่แสดงถึงชนิดของความสามารถต่าง ๆ ที่วัดได้ ด้วยแบบทดสอบสติปัญญามาตรฐานส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ ความสามารถด้านนี้เชื่อว่าเป็นสิ่งแสดงถึงผลการสะสมความสามารถทางสติปัญญาที่ได้จากประสบการณ์

ทั้ง g_f และ g_c เป็นการแยกองค์ประกอบทั่วไปทางสติปัญญาตามทฤษฎีของสเปียร์แมน ออกเป็นสองส่วนนั่นเอง คัทเทลล์ได้เน้นย้ำความสำคัญของความสามารถทั้งสองอย่างนี้เรียกว่าเป็นทฤษฎีสติปัญญาฟลูอิด 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 คัทเทลล์และคณะ ได้ทดสอบการปรากฏขององค์ประกอบเหล่านี้ และได้สรุปว่า ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาโดยทั่วไปประกอบด้วยความสามารถสององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบฟลูอิดและองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ ทั้งสองเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดแต่มีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบฟลูอิดเป็นความสามารถพื้นฐานของการเรียนรู้และแก้ปัญหาที่เป็นอิสระจากการศึกษาและสิ่งแวดล้อมด้วยเหตุนี้จึงเป็นความสามารถที่ใช้ทั่ว ๆ ไปในการแก้ปัญหาและเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในงานที่ต้องการการปรับตัวในสถานการณ์ใหม่ องค์ประกอบคริสตัลไลซ์เป็นผลของปฏิสัมพันธ์(Interaction) ของความสามารถฟลูอิดของแต่ละคนกับสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมที่แต่ละคนเป็นสมาชิก ความสามารถนี้จึงประกอบด้วยความรู้และทักษะที่ได้เรียนจากสังคมของตนโดยตรง

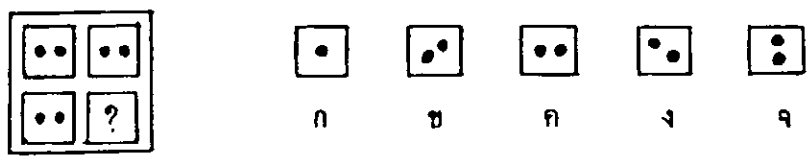
สำหรับการวัดองค์ประกอบฟลูอิดและองค์ประกอบคริสตัลไลซ์ พบว่าองค์ประกอบฟลูอิด มีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบประเภทไม่ใช้ภาษา ที่ต้องใช้ความสามารถทางด้านการหาความสัมพันธ์ของปัญหา เช่น แบบทดสอบพวกอนุกรม การจำแนกพวก และการเปรียบเทียบ ส่วนองค์ประกอบ คริสตัลไลซ์ พบว่า มีน้ำหนักสูงในแบบทดสอบด้านภาษา คณิตศาสตร์ การใช้เหตุผล และ ตัดสินใจจากข้อมูลที่กำหนดให้ และตัดสินใจจากประสบการณ์และทักษะทางด้านกลไก(ชุมพร ยงกิติกุล.2524:12)

จากทฤษฎีสติปัญญาของสเปียร์แมน และของคัทเทลล์ จะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติมีคุณสมบัติในการวัดองค์ประกอบทั่วไปตามทฤษฎีของสเปียร์แมน เพราะลักษณะของข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการ โนอีเจเนซีส ที่เขาตั้งขึ้น และในเวลาเดียวกันแบบทดสอบอนุกรมมิติก็มีคุณสมบัติในการวัดความสามารถฟลูอิดตามทฤษฎีสติปัญญาของคัทเทลล์ด้วย

ลักษณะของแบบทดสอบอนุกรมมิติ

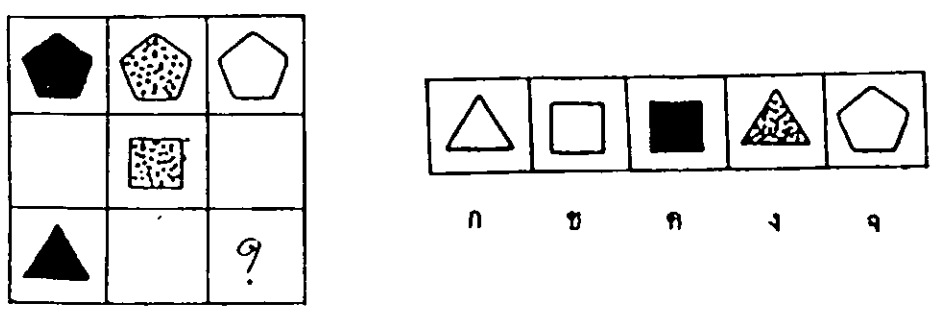
แบบทดสอบอนุกรมมิติในการศึกษาครั้งนี้อาจนิยามว่า เป็นโจทย์ปัญหาที่เสนอในรูปของการให้เหตุผลรูปภาพ เพราะอนุกรมมิติบางอย่างจะมีลักษณะเป็ นอนุกรมมิติเลขคณิต ศาสตร์ ที่ปรากฏชื่อในตำราบางเล่มต่าง ๆ กัน เช่น "อนุกรมสัมพันธ์" (ชวาล แพรัตกุล. ม.ป.ป. : 257) "ตัวเลขอนุกรมหลายชั้น" (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2527 : 59) โจทย์ปัญหาดังกล่าวถือว่าเป็นการวัดความสามารถด้านการคิดคำนวณตัวเลข หรือองค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor)ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเทอร์สโตน

ข้อสอบวัดการหาเหตุผลแบบอนุกรมมิติ (วัญญา วิศาลาภรณ์. 2522: 43-44) โดยมากเป็นรูปภาพ โจทย์จะกำหนดรูปปัญหาซึ่งเป็นรูปใหญ่มาให้ ในรูปใหญ่นั้นจะมีรูปเล็ก ๆ อยู่ภายใน ถ้าหากมี 4 รูป ก็จะเรียกอนุกรมมิติชนิด 2x2 ถ้ารูปใหญ่ประกอบด้วย 9 รูปเล็ก ก็จะเป็นอนุกรมมิติแบบ 3x3 ในแต่ละรูปใหญ่ที่กำหนดให้ จะมีรูปเล็ก ๆ ภายในซึ่งมีความสัมพันธ์กันเป็นอนุกรม โดยเป็นอนุกรมทั้งแนวนอน(Horizontal) และตามแนวตั้ง(Vertical) โจทย์จะกำหนดรูปเล็ก ๆ มาไม่ครบ เป็นหน้าที่ของผู้สอบที่จะต้องหาเหตุผลว่ารูปที่หายไปคือรูปอะไร

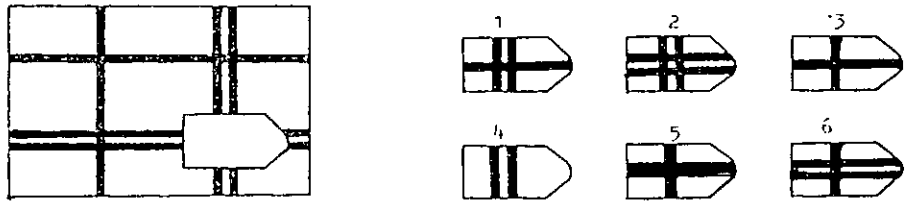


จากตัวอย่างข้างต้นเป็นอนุกรมมิติชนิด 2x2

ในบางครั้งข้อสอบแบบอนุกรมมิติ สามารถสร้างให้สลับซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่นอนุกรมมิติชนิด 3x3 โจทย์ไม่เพียงแต่จะเว้นรูปตัวปัญหาเท่านั้น แต่โจทย์ยังเว้นรูปอื่น ๆ อีกด้วย เช่น อนุกรมมิติชนิด 3x3 ซึ่งมีรูปเล็ก 9 รูป แทนที่โจทย์จะกำหนดให้ 8 รูป โจทย์กำหนดให้เพียง 5 รูปเท่านั้น เช่น



ราเวน(Raven) ได้พัฒนาแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (The Progressive Matrices Tests) ขึ้นในประเทศอังกฤษตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 และมีการปรับปรุงเรื่อยมา ซึ่งแบบทดสอบนี้ออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อวัดองค์ประกอบทั่วไป (G) ของสเปียร์แมน มีลักษณะเป็นแบบ ไม่ใช้ภาษา ตัวแบบทดสอบเป็นรูปร่างต่าง ๆ ที่จัดอย่างมีระบบและเป็นภาพที่ไม่ใช่ภาพของจริง และแบบทดสอบนี้ได้สร้างขึ้นมา 3 ชุด มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน คือ ชุดที่ 1 The Coloured Progressive Matrices ชุดที่ 2 The Standard Progressive Matrices และชุดที่ 3 The Advanced Progressive Matrices (บุญส่ง นิลแก้ว. 2519 : 166)แต่ละชุดประกอบไปด้วยรูปภาพที่จัดเป็นชุดย่อย ๆ 3-5 ชุด และข้อปัญหาแต่ละข้อมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบที่ถูกที่สุดไปตอบอาจเป็น 6 หรือ 8 ตัวเลือก โดยมีภาพที่กำหนดให้ 1 ภาพ ซึ่งภาพนี้มีส่วนที่ขาดหายไป ให้ผู้รับการทดสอบเลือกเอาภาพที่เป็นตัวเลือก 1 ภาพ ซึ่งผู้รับการทดสอบคิดว่าเมื่อนำไปใส่ในส่วนที่ขาดหายไปของภาพที่กำหนดแล้วจะทำให้ภาพนั้นครบสมบูรณ์แบบ ดังตัวอย่างแบบทดสอบดังนี้



ภาพประกอบ 1 ตัวอย่างข้อสอบจากแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวน

แบบทดสอบอนุกรมมิติ (The Progressive Matrices Tests) ที่สร้างขึ้นโดย ราเวน มีดังนี้

<u>ชุดที่ 1</u> คัลเลอร์ โปรเกรสซีพ แมทริซีส์(The Coloured Progressive Matrices : CPM)

แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้กับเด็กเล็กและคนแก่ เพื่อประโยชน์ในการศึกษาทางด้านมนุษยวิทยา และทางจิตเวช และใช้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจกับบุคคลที่ไม่เข้าใจการพูดภาษาอังกฤษ และบุคคลที่มีปัญหาทางกาย พูดไม่ได้ เนื่องจากโรคทางสมองหรือหูหนวก(เช่นเดียวกับที่ใช้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ในบุคคลที่มีความสามารถทางสมองต่ำ) ข้อสอบในแบบทดสอบ ชุดนี้เป็นภาพสีทั้งหมด มีทั้งเป็นลวดลาย และเมทริกซ์ 2 x 2 ชนิดเลือกตอบ 6 ตัวเลือก และ แบ่งเป็น 3 ชุดย่อย คือ ชุด A, A_bและ B แต่ละชุดแตกต่างกันที่ความยากของข้อสอบและแบบฟอร์ม ของรูปภาพที่ใช้ ชุด A มีความยากน้อยกว่าชุด A_b และชุด A_b มีความยากน้อยกว่าชุด B ตามลำดับ แต่ละชุดมีจำนวนข้อสอบ 12 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบชุดนี้ใช้กับผู้รับการทดสอบที่มีอายุตั้งแต่ 5 ปี ถึง 11 ปี และกับบุคคลที่มีความสามารถทางสมองต่ำ

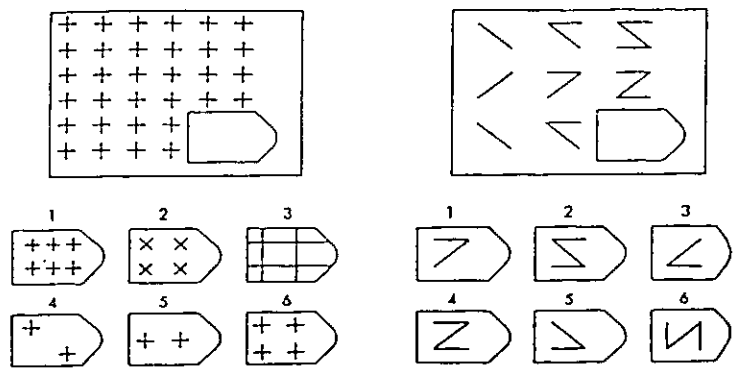
ชุดที่ 2 สแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (The Standard Progressive Matrices : APM)

แบบทดสอบชุดนี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับบุคคลที่อยู่ในทุกระดับอายุ ไม่ว่าระดับการศึกษา เชื้อชาติ หรือสภาวะทางร่างกายจะเป็นอย่างไรก็ตาม แบ่งแบบทดสอบเป็นชุดย่อย ๆ ได้ 5 ชุด คือ A, B, C, D และ E ซึ่งแต่ละชุดมีข้อสอบจำนวน 12 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นภาพขาว ดำ สำหรับ 2 ชุดแรก คือ A และ B นั้น แบบฟอร์มของรูปภาพเป็นเช่นกับข้อสอบในชุด A และ B ของ CMP ตั้งแต่ชุด C, D และ E เป็นข้อสอบที่มีความยาก และ รูปฟอร์มซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ (มีทั้งเป็นลวดลายและเมทริกซ์ขนาด 3 x 3 ชนิดเลือกตอบ 8 ตัว เลือก)

ชุดที่ 3 แอดวานซ์ โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (The Advanced Progressive Matrices : APM)

เป็นแบบทดสอบชุดที่ใช้กับบุคคลที่มีอายุสูงกว่า 11 ปี และมีความสามารถ ทางสมองเป็นพวกปกติ แบบทดสอบแบ่งเป็นตอนย่อย 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 รูปภาพเป็นลวดลาย ชนิดเลือกตอบ 8 ตัวเลือก มีจำนวนข้อสอบเพียง 12 ข้อ ใช้ทำการทดสอบเพื่อการตัดสินข้างต้นว่าผู้รับการทดสอบเป็นพวก โง่ หรือปานกลาง หรือฉลาด ถ้าผู้รับการทดสอบตอบข้อปัญหาในตอนแรกนี้ ได้ถูกต้องน้อยกว่า 6 ข้อ (ข้อสอบจัดเรียงความยากตามลำดับจากง่ายที่สุด และยากขึ้นเรื่อย ๆ) จะถือว่าเป็นพวกโง่ และจะไม่ได้รับการทดสอบจากแบบทดสอบตอนที่ 2 ผู้รับการทดสอบที่ได้รับ การทดสอบจากแบบทดสอบตอนที่ 2 นี้ คือผู้ที่ได้รับการพิจารณาขั้นต้นแล้วว่าเป็นพวกปานกลางหรือฉลาด (ตอบข้อสอบในตอนแรกถูก 6 ข้อขึ้นไป) แบบทดสอบตอนที่ 2 เป็นแบบเมทริกซ์ขนาด 3 X 3 ชนิด 8 ตัวเลือก ซึ่งต้องใช้ความคิดทางด้านนามธรรมซับซ้อนกว่าชุดที่กล่าวมาแล้ว มีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 36 ข้อ ถึงแม้ว่าแบบทดสอบนี้จะเป็นชนิดไม่จำกัดเวลาก็ตาม แต่การใช้เวลาเพียง 40 นาที ก็เพียงพอสำหรับการประเมินผลผู้สอบได้

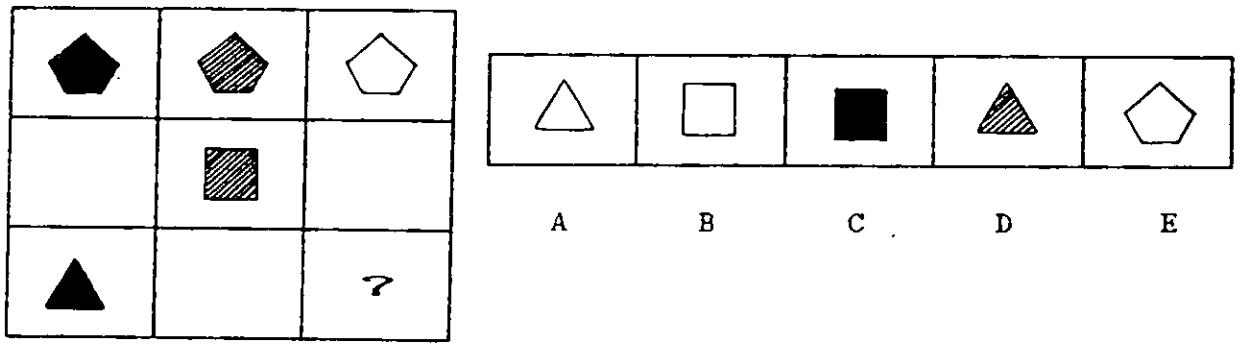
ส่วนครอนบาช (Cronbach. 1960 : 215 - 216) ได้กล่าวถึงลักษณะของข้อทดสอบอนุกรมมิติว่า มีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยแบบ 2 มิติ ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติที่ครอนบาชเสนอไว้

จากตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติครอนบาชชี้แจงว่า ตัวอย่างแรกและตัวอย่างที่ 2 เหมือนกับข้อสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (Progressive Matrices) ซึ่งมีความยากอยู่ในระดับปกติ ส่วนตัวอย่างที่ 3 ยากมาก มีรูปแบบการตอบเป็นอิสระ ออกแบบเพื่อใช้กับระดับวิทยาลัย

สำหรับกิลฟอร์ด (Guilford. 1971 : 87) ได้เสนอข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรู้ การ เข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognition of Figural Relation : CFR) ที่ คล้ายกับข้อสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ที่รูปภาพเป็นลักษณะเมทริกซ์ แต่มีความซับซ้อนมากกว่า ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างข้อสอบที่กิลฟอร์ดเสนอไว้

ในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้ว ขนาดของอนุกรมมิติสามารถพิจารณาได้หลายลักษณะ แต่เพื่อความสะดวกมักจะใช้รูปแบบจตุรัสที่ภายในบรรจุช่องต่าง ๆ 4 หรือ 9 ช่อง ช่องที่ว่างไว้เป็นคำถาม หรือให้ผู้สอบเติมให้อนุกรมมิติสมบูรณ์จะอยู่ในช่องมุมขวาล่าง แต่ก็อาจจะให้อยู่ตำแหน่งใดในอนุกรมมิติก็ได้เช่นกัน และนอกจากนี้อาจจะปิดบังบางส่วนมากกว่า 1 ช่องได้ ด้วย จาคอบส์และแวนดิเวนเตอร์ (Jacobs and Vandeventer. 1972 : 235 - 248) เป็นผู้ที่ให้ข้อสังเกตว่า ข้อสอบที่ใช้วัดความสามารถในการรับรู้ - เข้าใจความสัมพันธ์ของภาพ (Cognitionof Figural Relation : CFR) ตามทฤษฎีโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด สามารถแทนได้ด้วยข้อสอบอนุกรมมิติภาพ ซึ่งผู้สอบจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแถวและความสัมพันธ์ระหว่างสดมภ์ จาคอบส์ และแวนดิเวนเตอร์ได้เสนอรูปแบบ ความสัมพันธ์สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติไว้ 12 แบบ คือ

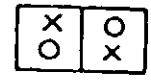
1. แบบเหมือนกัน (Identity) มีลักษณะเป็นการทำซ้ำโดยไม่เปลี่ยน

2. การแรเงา (Shading) อาจแรเงาทั้งหมด หรือครึ่งหนึ่ง

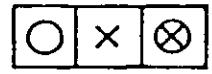
หรือ

3. การเคลื่อนในลักษณะหมุน (Movement in a plane) ภาพเคลื่อนไปในแนวราบ

4. การสับเปลี่ยน (Reversal) ส่วนประกอบภายในเปลี่ยนรายละเอียดกัน เช่นขนาด การแรเงา หรือตำแหน่ง



5. การเพิ่ม (Addition) ภาพในสคมภ์(แถว)หนึ่ง ผนวกเข้ากับภาพในสคมภ์(แถว)สอง ได้เป็นภาพในสคมภ์(แถว)สาม



6. ลำดับจำนวน (Number Series) เป็นลำดับตัวเลข จำนวน หรือรูปทรงเรขา ในแต่ละช่อง

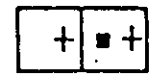
7. รูปทรง (Shape)เปลี่ยนแปลงทั้งหมด หรือเปลี่ยนอย่างเป็นระบบ เช่นจากภาพทึบเป็นภาพจุด

หรือ

8. ขนาด (Size) เปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วน เช่นเดียวกับการย่อ, ขยาย

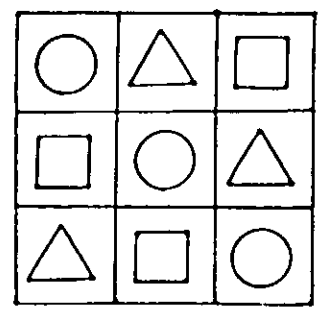
9. พลิกภาพ (Filp - Over) ภาพพลิกในลักษณะ จากซ้าย - ขวา, บน - ล่าง

10. การเพิ่มส่วนประกอบ (Added Element) เพิ่มส่วนประกอบใหม่เข้าไป หรือเอาภาพเก่าออก



11. การบวกเอกลักษณ์ (Unique Addition) เป็นการบวกส่วนประกอบที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง หรือส่วนประกอบที่แตกต่างกัน

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



จาคอบส์ และแวดิเวนเตอร์ ให้ข้อเสนออีกว่า รูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 12 แบบนี้ยังสามารถนำมารวมเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์รูปแบบใหม่ได้อีก เช่น การรวมความสัมพันธ์แบบรูปทรงกับการแรเงา จาคอบส์ และแวนดิเวนเตอร์ ได้ตรวจสอบแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ชุด B, C, D และ E จำนวน 48 ข้อ และแบบทดสอบ ลอร์จชอร์นไดค์

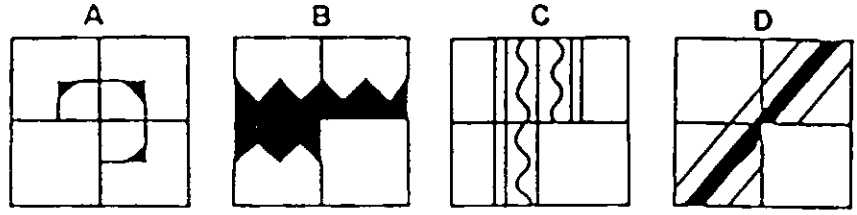
อินเทลลิเจนซ์เทสท์ (Lorge - Throndike Intelligence Tests) ระดับ 3 ตอนที่ 3 (เป็นแบบทดสอบอุปมาอุปไมยรูปภาพ) จำนวน 24 ข้อ พบว่า แบบทดสอบทั้งสองฉบับมีข้อสอบที่ใช้รูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดจากการรวมรูปแบบความสัมพันธ์ที่เขาเสนอถึง 20 และ 14 ข้อ ตามลำดับ

วาร์ดและฟิทซ์แพทริก (Ward and Fitzpatrick. 1973 : 187 - 191) กล่าวถึงแบบต่าง ๆ ของข้อสอบอนุกรมมิติว่า โดยหลักเบื้องต้นแล้วโครงสร้างอนุกรมมิติรูปจตุรัสอาจมีลักษณะที่สมมาตรหรือไม่สมมาตรก็ได้ดังนี้

ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตร

ประกอบด้วยข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) และข้อสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาติน

1. ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ มีลักษณะที่มองเห็นภาพรวมทั้งอนุกรมสมบูรณ์ตลอด(Closure of Gestalt completion) เช่น ข้อสอบอนุกรมมิติชุดง่าย ๆ ในแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (ชุด A) ซึ่งอาจจะแสดงให้เห็นเป็นภาพสมมาตรทั้งอนุกรมมิติ หรืออาจเป็นการสมมาตรตามแนวนอน หรือแนวทแยงของอนุกรมมิติ ข้อที่ซับซ้อนมากขึ้นของลักษณะนี้อาจเป็นการรวมรูปทรงที่สมมาตรในทิศทางที่แตกต่างกัน ดังแสดงในภาพประกอบ 4

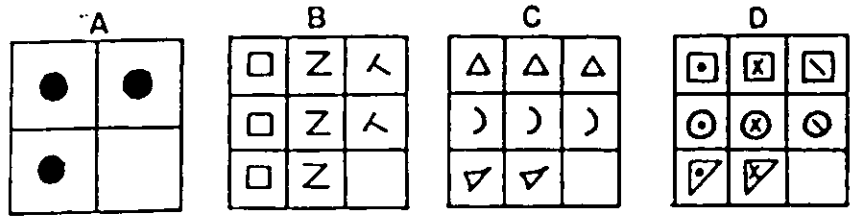


ภาพประกอบ 4 ข้อสอบอนุกรมมิติที่สมมาตรแท้ :

(A) สมมาตรทั้งอนุกรมมิติ (B) สมมาตรตามแนวนอน

(C) สมมาตรตามแนวตั้ง (D) สมมาตรตามแนวทะแยง

2. ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) อาจเป็นการสมมาตรที่สมบูรณ์ (A)แต่โดยปกติแล้วจะเป็นการสมมาตรเพียงบางส่วนเท่านั้น อาจมีรูปทรงที่เหมือนกันตามแถวหรือสดมภ์ (B และ C) ข้อที่ซับซ้อนกว่านี้อาจใช้แบบแผนที่เหมือนกันสองอย่างเคลื่อนไปตามแนวและสดมภ์ (D) จากจุดนี้จะเห็นชัดว่า ความยากของข้อสอบอนุกรมมิติอาจเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มคุณสมบัติ หรือกฎเกณฑ์เบื้องต้นของรูปทรง ดังแสดงในภาพประกอบ 5

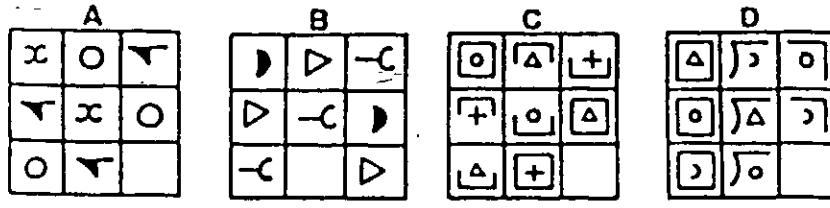


ภาพประกอบ 5 ข้อสอบอนุกรมมิติที่เหมือนกัน :

(A) เหมือนกันธรรมดา (B) เหมือนกันตามแนวตั้ง

(C) เหมือนกันตามแนวนอน (D) เหมือนกันแบบต่อเนื่อง

3. ข้อสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาติน เป็นแบบที่มีความสมมาตรกันของลำดับในช่องต่าง ๆ ที่แปรเปลี่ยน หรือมีความสมดุลเป็นระบบ ข้อสอบลักษณะนี้พบว่า ผู้สอบจำนวนมากใช้วิธีการตอบโดยการพิจารณาภาพตามแนวทแยงของช่องในข้อสอบ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 ข้อ A ในกรณีเช่นนี้สามารถทำข้อสอบให้ดีขึ้นได้ด้วยการเปลี่ยนตำแหน่งช่องว่างดังในข้อ B และจะทำให้ยากขึ้นไปอีกโดยการนำลักษณะภายในของจตุรัสลาตินสองอันมาสานเข้าด้วยกัน ดังข้อ C อย่างไรก็ตามการรวมจตุรัสลาตินมากกว่าสองอันเข้าด้วยกันนั้นมีคุณค่าน้อย มีวิธีการอื่นที่ทำได้คือ การรวมอนุกรมมิติที่เหมือนกัน (Identity) กับอนุกรมมิติจตุรัสลาตินเข้าด้วยกัน ดังข้อ D ซึ่งข้อสอบอนุกรมมิติของราเวนบางข้อก็มีหลักการเช่นเดียวกันนี้



ภาพประกอบ 6 ข้อสอบจตุรัสลาติน :

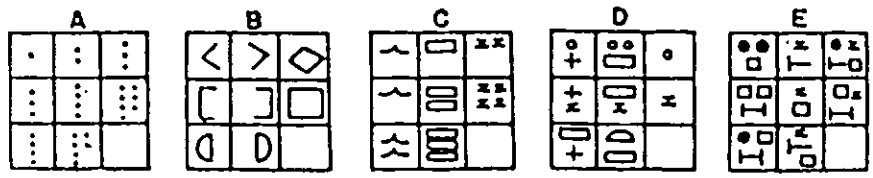
(A) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา (B) จตุรัสลาตินแบบธรรมดา

(C) จตุรัสลาตินแบบผสม (D) แบบเหมือนกัน (Identity) กับ จตุรัสลาติน

<u>ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร</u>

ข้อสอบอนุกรมมิติแบบนี้สร้างขึ้นโดยการประกอบสิ่งที่อยู่ภายในช่องเข้าด้วยกันด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้มากมาย ดังแสดงในภาพประกอบ 7 ข้อ A แสดงการรวมสิ่งที่อยู่ภายในช่องตามแนวตั้งและแนวนอน นั่นคือ สิ่งที่อยู่ภายในช่องที่ 1 และ 2 รวมกันเป็นช่องที่ 3 (ตามแนว

นอน) เช่นเดียวกันกับช่องที่ 1 และ 4 รวมเป็นช่องที่ 7 (ตามแนวตั้ง) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ กระบวนการนั้นอาจคล้ายกับการแยกออกเป็นส่วน ๆ คือ จากช่อง 3 แยกออกเป็นช่องที่ 2และ 1 ช่องที่ 7 แยกออกเป็นช่องที่ 4 และ 1 อย่างไรก็ดี การรวมกันนั้นอาจทำได้เพียงตามแนวนอน (B) หรือตามแนวตั้ง(C) เท่านั้น ข้อสอบอนุกรมมิติลักษณะนี้มีความคล้ายคลึงกับข้อสอบอนุกรมมิติแบบเหมือนกัน (Identity) ที่กล่าวมาแล้ว การทำสิ่งที่อยู่ภายในช่องให้เป็นรูปร่างที่น่าสนใจ อาจพิจารณาจากข้อ D ที่ให้หาคำตอบซึ่งอาจเป็นส่วนประกอบร่วมกันหรือเหมือนกันตามแนวนอน ข้อนี้สามารถพิจารณาเหมือนกับการอินเตอร์เซคของเซ็ท (Intersection of set) ข้อที่ใช้สังกัปของการรวมเซ็ท (Set union) คือ ข้อ E ซึ่งดูจะเป็นข้อที่มีความยากมากที่สุด



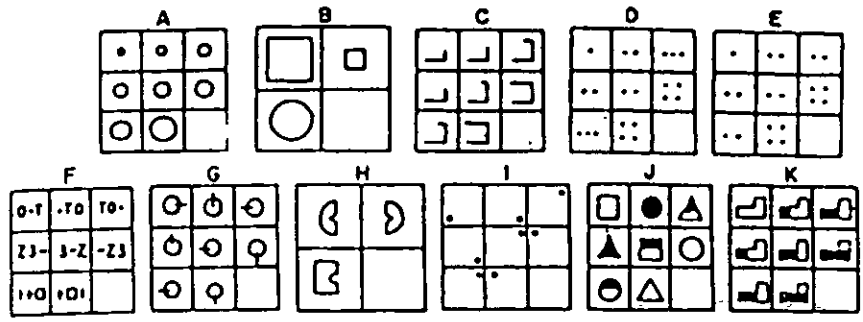
ภาพประกอบ 7 ข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร :

(A) การรวมตามแนวตั้งและแนวนอน (B) การรวมตามแนวนอน

(C) การรวมตามแนวตั้ง (D) การหาตัวร่วม (ตามแนวนอน)

(E) การรวมรูปทรงที่ต่างกัน

การขยายขอบเขตการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่สมมาตร อาจเขียนขึ้นโดยการใช้รูปแบบที่แตกต่าง ๆ กันของการจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง กรณีเช่นนี้สามารถเลือกขนาด จำนวนรูปทรง และตำแหน่งของคุณสมบัติในช่อง ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 การจัดกระทำสิ่งที่อยู่ในช่อง :

(A) ลำดับขนาด (B) อุปมาอุปไมยภาพ (C) ลำดับการเจริญงอกงาม

(D) ลำดับการบวก (E) ลำดับการคูณ (E) การกลับอันดับ

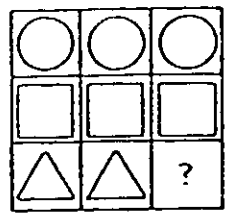
(G) การหมุน (H) การสะท้อนกลับ (I) การเคลื่อน (J,K) การแรเงา

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

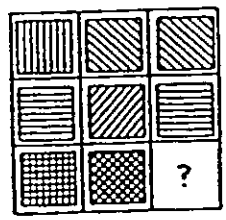
ข้อสอบอนุกรมมิติที่ต้องอาศัยการค้นหาคำตอบที่ยุ่งยากขึ้นนั้นจะมีการแปรเปลี่ยนคุณสมบัติภายในช่อง เช่น การกลับอันดับอย่างข้อ F การหมุนในข้อ G และการสะท้อนกลับในข้อ H ข้อ I เป็นการเคลื่อนตัวที่อาจจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับการสะท้อนกลับได้ นอกจากนี้อาจใช้การแรเงาในการสร้างได้อีกหลายลักษณะดังข้อ J และ K

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

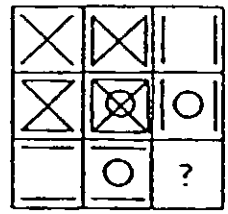
1. แบบเหมือนกัน (Identity : ID) ดังตัวอย่าง



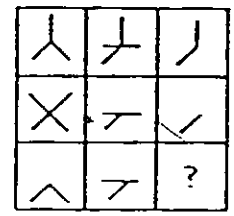
2. แบบการเพิ่มหรือการรวมกัน ในแนวสดมภ์ (Addition : A) ดังตัวอย่าง



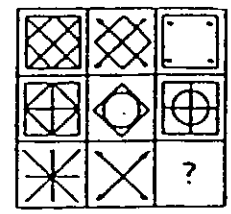
3. แบบการหักส่วนที่เหมือนกันออก (Subtraction : SU) ดังตัวอย่าง



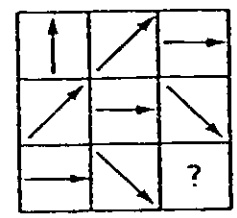
4. แบบการหาตัวร่วม (Intersection : IN) ดังตัวอย่าง



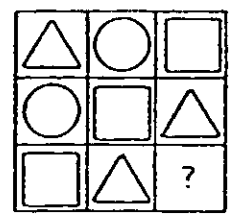
5. แบบการบวกเอกลักษณ์ (Uniqe Addition : UA) ดังตัวอย่าง



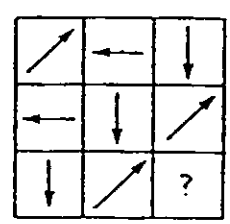
6. แบบต่อเนื่อง (Seriation : SE) ดังตัวอย่าง



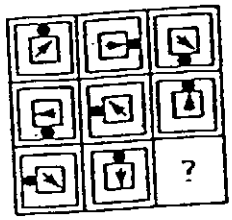
7. แบบเปลี่ยนแปลงแบบปิดตามหลักของเกสตอลท์ส (Variation of Closed Gestalts : VC) ดังตัวอย่าง



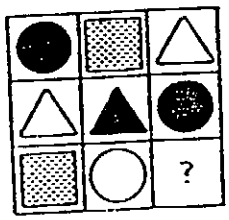
8. แบบเปลี่ยนแปลงแบบเปิดตามหลักเกสตอลท์ส (Variation of Open Gestalts : VO) ดังตัวอย่าง



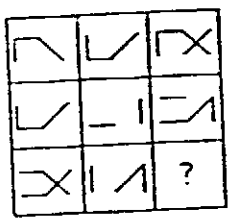
9. แบบความสัมพันธ์ของส่วนประกอบพิจารณาแยกกัน (Separated Components : SC) ดังตัวอย่าง



10. แบบการพิจารณาส่วนประกอบรวมทั้งหมด (Integrated Comnents : IC) ดังตัวอย่าง



11. แบบหักส่วนที่ทับกันสนิทออก (Embedded Components : EC) ในแนวสดมภ์ ดังตัวอย่าง



จากลักษณะข้อสอบอนุกรมมิติที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบอนุกรมมิติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

<u>เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางคณิตศาสตร์</u>

ตามทฤษฎีของเทอร์สโตน(Thurstone.1947 : 121) ได้กล่าวว่า ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ คือ สมรรถภาพในการที่จะเข้าใจ และสามารถคำนวณตัวเลข โดยใช้พื้นฐานเบื้องต้น ผู้ที่มีความชำนาญคล่องแคล่วแม่นยำมาก ก็เป็นผู้ที่มีความสามารถในด้านนั้นสูง ลักษณะข้อสอบประเภทนี้มีโครงสร้าง ดังนี้

1. ข้อสอบประเภททักษะ เป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณ

2. ข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการสรุปหรือขยายกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นรูปภาษาหรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมหรือไม่

3. ข้อสอบประเภทโจทย์ปัญหา เป็นการวัดสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้ประกอบด้วย คำถามโจทย์ปัญหาทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลักษณะของ คำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความ ให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวนและการใช้ เทคนิค หรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจากนี้เป็นความสามารถในการจำสูตร และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วต้องเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตร

นอกจากนี้ ชวาล แพรัตกุล (2514 : 46 - 47) ได้ระบุโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ว่า นิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับวัดทักษะหรือความคล่อง แคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและ แบบทดสอบสำหรับความคิดรวบยอด หรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งมี รายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดความคล่องแคล่วแม่นยำใน การบวก ลบ คูณ หารตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์เทียบได้ กับความสามารถในการสะกดคำของวิชาภาษาไทย ฉนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการ ให้มีอิทธิพลของภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเลย จัดว่าเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2. แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปลความหมาย และการให้หาความสัมพันธ์ของตัวเลข จำนวน กับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้ มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง ดังเช่น ใน เรื่องการหาดอกเบี้ย หรือให้หาพื้นที่วงกลมเลย เพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วก็เอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3. แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้เป็นการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในการคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่า เมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษา หรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ แบบทดสอบประเภทนี้จะช่วยให้ครู อาจารย์ได้ทราบว่าหลังจากเรียนเนื้อหาต่าง ๆ แล้วนักเรียนเกิดความคิดในเรื่องความสัมพันธ์ของปริมาณเหล่านั้นหรือไม่ หรือเพียงแต่จำสูตรและวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการใน กฎเกณฑ์เหล่านั้นเลย

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแบบทดสอบอนุกรมมิติ

คีนและโปรโทร(Keehn and Prothro. 1955 : 495 - 498) ทำการวิจัยการใช้แบบทดสอบไม่ใช้ภาษา ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเทศเลบานอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนวิทยาลัยนานาชาติเบรุต ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 จำนวน 152 คน แบบทดสอบที่ใช้มี 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบองค์ประกอบจี (1944) ของคัทเทลล์ แบบทดสอบโคมิโน 48 (1952) แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข(Number Series) และแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ (1938) โดยดำเนินการสอบเป็นกลุ่มรายงานนี้จะเสนอเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ เท่านั้น ซึ่งพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบกับคะแนนที่ ครูประเมินเชาวน์ปัญญาของนักเรียนมีค่า .22 คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเป็น 44.7 , 48.4 และ 48.6 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 8.9, 5.8 และ 7.3 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .13, .12 และ .12 ตามลำดับ

นีฟและสเตราด์ (Knief and Stroud. 1953 : 117 - 120) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม โดยใช้แบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้คือ แบบทดสอบ ITBS(Iowa Tests of Basic Skills)กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอเมริกันระดับ 5 จำนวน 164 คน พบว่าค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับคะแนนแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .45

แดชและคานันโก (Dash and Kanungo. 1959 : 393) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบแบบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กอินเดียกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 100 คน พบว่า คะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ความรู้ทั่วไป ภาษา และคะแนนรวม ในระดับค่อนข้างสูง ยกเว้นวิชาประวัติศาสตร์

แมคอาเธอร์และเอลเลย์ (Cattel. 1971 : 488 ; citing McArthur and Elley. 1963) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเชาวน์ปัญญา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและฐานะทางสังคม แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาที่ใช้คือ แบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ และแบบทดสอบองค์ประกอบจี ของคัทเทลล์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนแคนาดา ระดับ 7 จำนวน 271 คน พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .41

สุวิมล มาลีลัย (2532 : 67 -75) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม แบบการบวก

เอกลักษณ์ แบบการเรียงลำดับ และแบบจตุรัสลาติน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์(ว 305, ว 306 และคะแนนรวม) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 6 แบบ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนของ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการเรียงลำดับ มีผลร่วมกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 305 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนแบบการลด มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบการบวกเอกลักษณ์และแบบการลด มีผลร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 306 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ สำหรับค่าน้ำหนักความสำคัญ ของคะแนนของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการบวกเอกลักษณ์ และแบบการ เรียงลำดับ มีผลร่วมกับคะแนนรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชามีสหสัมพันธ์พหุคูณเป็นบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

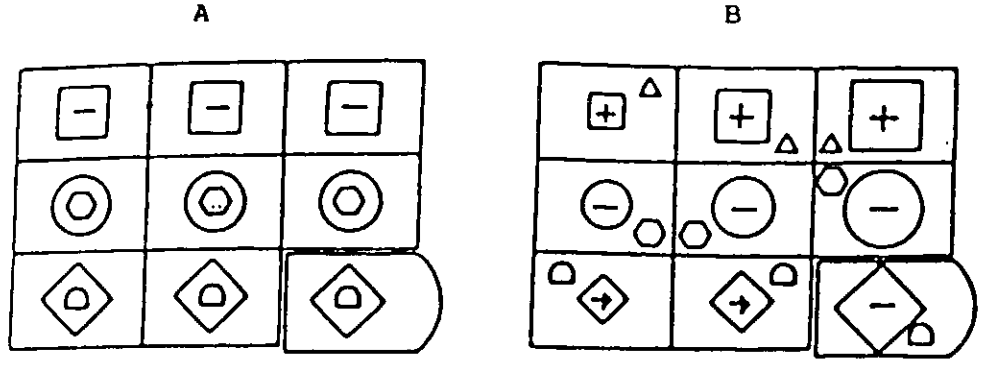
งานวิจัยด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับอนุกรมมิติ

ในงานวิจัยของ ฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369 - 380)ที่พยายามสร้างข้อสอบและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ เพื่อสร้างเป็นธนาคารข้อสอบนั้น เขาร่วมกันสร้างกฎเกณฑ์ในการเขียนข้อสอบอนุกรมมิติขึ้นมา 11 แบบ แล้วสร้างข้อสอบตามกฎเกณฑ์ดังกล่าวได้ 616 ข้อ จัดเป็นชุดแบบทดสอบย่อย 35 ฉบับ ฉบับละ 24 ข้อ เพื่อความแน่นอนในการเปรียบเทียบค่าสถิติของข้อสอบ ในแต่ละฉบับจะมีข้อสอบ 12 ข้อ ที่เชื่อมโยงคาบเกี่ยวกันกับแบบทดสอบชุดอื่น ส่วนอีก 12 ข้อ ที่เหลือเป็นข้อสอบประจำชุด นำแบบทดสอบไปทดสอบกับทหารใหม่ของกองทัพบกเยอรมัน จำนวน 7,400 คน เฉลี่ยแล้วข้อสอบแต่ละฉบับมีผู้สอบประมาณ 211 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยวิธี ลิเนีย ลอจิสติก เทสท์ โมเดล(Linear logistic test model) ผลการวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์กัน พบว่าข้อสอบอนุกรมมิติที่ไม่มีความเป็นเอกพันธ์กัน มีจำนวน 134 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 21.1 มีสาเหตุมาจากความไม่ชัดเจนของข้อสอบร้อยละ 5.5 ของข้อสอบทั้งหมด ความซับซ้อนของลายเส้นมากเกินไปร้อยละ 0.8 สร้างข้อสอบผิดในข้อที่มีการรวมองค์ประกอบเข้าด้วยกันร้อยละ 0.8 เป็นข้อสอบที่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธีร้อยละ 2.2 เกิดปัญหาภาพรวมนั้นแยกเป็นส่วน ๆ ร้อยละ 6.1 และข้อบกพร่องอื่น ๆ ในการสร้างข้อสอบร้อยละ 10.0 ข้อสอบอนุกรมมิติที่มีความเป็น เอกพันธ์กันที่เหลือจำนวนหนึ่ง นำมาประมาณค่าความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแต่ละแบบปรากฏว่า ข้อสอบอนุกรมมิติบางแบบมีค่าความยากเป็นที่น่าพอใจมาก กล่าวคือ ค่า

ความยากของข้อสอบอนุกรมมิติแบบหนึ่ง ๆ จับกลุ่มกันอย่างหนาแน่น มีเพียงแบบการหาตัวร่วม (Intersection)เท่านั้นที่มีค่าความยากกระจายห่างกันมากกว่าสองหน่วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนข้อสอบในชุดนี้ถูกตัดทิ้งไปเหลือเพียง 27 ข้อ ในขณะที่ชุดอื่นมีจำนวนข้อสูงถึง 60 ข้อ แต่อย่างไรก็ดี งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ข้อสอบอนุกรมมิติแบบเดียวกันมีค่าความยากใกล้เคียงกัน ที่แตกต่างกันบ้างนั้นอาจเป็นผลจากความแตกต่างของโครงสร้างรูปทรงที่นำมาสร้างข้อสอบ และการเปลี่ยนแปลงรูปไปตามแถวบ้าง ตามสดมภ์บ้าง หรือเปลี่ยนไปตามแถวและสดมภ์ทั้งสองอย่างพร้อมกัน ส่วนข้อสอบอนุกรมมิติต่างแบบกันก็มีค่าเฉลี่ยของความยากแตกต่างกัน

งานวิจัยที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นงานวิจัยของนักจิตวิทยากลุ่มที่ศึกษากระบวนการคิด นักจิตวิทยากลุ่มนี้นิยามความยากของข้อสอบอยู่ในพจน์ของเวลาที่ใช้ในการตอบ (Mulhollan, Pellegino and Glaser. 1980 : 266) ข้อที่ใช้เวลาในการตอบมากกว่า แสดงว่า เป็นข้อที่มีความยากมาก ในทำนองเดียวกันข้อที่ใช้เวลาในการตอบสั้นกว่า ก็แสดงว่า เป็นข้อสอบที่มีความยากน้อยกว่า

สโตนและเดย์ (Stone and Day. 1981 : 359 - 362) ศึกษาพัฒนาการของกระบวนการการหาคำตอบโจทย์ปัญหาอนุกรมมิติรูปทรงเรขาของนักเรียนหญิงระดับ 5 และ 8 และนักศึกษาหญิง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อสอบอนุกรมมิติขนาด 3 x 3 แบบถูกและแบบผิด สร้างขึ้นจากรูปทรง 9 แบบ และการเปลี่ยนรูป 4 แบบ ในแต่ละช่องของอนุกรมมิตินั้นยังมีจำนวนรูปทรงที่แตกต่างกันเป็น 1 รูปทรง 2 รูปทรง และ 3 รูปทรง ขณะเดียวกัน จำนวนการเปลี่ยนรูปก็มีการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ (ไม่เปลี่ยนรูป) 1 แบบ และ 2 แบบ ดังแสดงในภาพประกอบ 9 อนุกรมมิติข้อหนึ่ง ๆ จะเกิดจากการจับคู่ระหว่างจำนวนรูปทรงกับจำนวนการเปลี่ยนรูปแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ดังนั้นจะได้ข้อสอบอนุกรมมิติ 9 แบบ (รูปทรง x การเปลี่ยนรูป = 3 x 3) และในแต่ละแบบจะมี 12 ข้อ เป็นอนุกรมมิติแบบถูกและผิด อย่างละ 6 ชุดรวมทั้งหมด 108 ข้อ กลุ่มตัวอย่างจะต้องพิจารณาว่า ช่องขวาล่างของอนุกรมมิติทำให้อนุกรมมิติข้อนั้นถูกหรือผิด แล้วกดปุ่มตอบ "ถูก" หรือ "ผิด" โดยเร็วที่สุด เครื่องจับเวลาจะบันทึกเวลาในการตอบ และถือว่าเวลาในการตอบเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความแตกต่าง



ภาพประกอบ 9 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 ต่างก็ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของเวลาในการตอบแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่า เวลาในการตอบจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนส่วนประกอบเพิ่มขึ้น และเมื่อจำนวนการเปลี่ยนรูปเพิ่มขึ้น ข้อสรุปนี้คล้ายกับผลการวิจัยของมัลฮอลแลนด์ เพลเลจริโน และแกลสเซอร์ (Mulhollan, Pellegino and Glaser. 1980 : 252 - 284) ที่พบว่า เวลาที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาอุปมาอุปไมยรูปทรงเรขา ของคนในวัยผู้ใหญ่เพิ่มขึ้นอย่างเป็นระบบกับการเพิ่มจำนวนส่วนประกอบ และการเพิ่มจำนวนการเปลี่ยนรูป

ทางด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นกับส่วนประกอบ ระดับชั้นกับการเปลี่ยนรูป และส่วนประกอบกับการเปลี่ยนรูป พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ตัวแปรแต่ละคู่ดังกล่าวร่วมกันส่งผลให้เวลาในการตอบเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน แต่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น ส่วนประกอบ และการเปลี่ยนรูป กลับพบว่ามีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

โฟร์แมน ซาดาวสกี้ และบาเสน (Foorman, Sadowski and Basen.1985 : 109 - 130) ศึกษาความแตกต่างในพัฒนาการการแก้ปัญหาอนุกรมมิติของนักเรียนชาย - หญิงระดับ 2, 5 และ 8 จำนวน 90 คน อนุกรมมิติที่ใช้ศึกษาเป็นอนุกรมมิติรูปทรงเรขาแบบถูกและแบบผิด เช่นเดียวกับที่ สโตนและเดย์ ใช้ศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ความแม่นยำ (พิจารณาเฉพาะอนุกรมมิติแบบผิด) และเวลาในการตอบของนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ .05 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์หาคู่ที่แตกต่างกันพบว่านักเรียนระดับ 5 และ 8 มีความแม่นยำในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 2 และนักเรียนระดับ 5ใช้เวลาในการตอบมากกว่านักเรียนระดับ 8 เวลาในการตอบของนักเรียนระดับ 2 ไม่เพิ่มขึ้นในอนุกรมมิติแบบถูกที่มีการแปรเปลี่ยนจำนวนส่วนประกอบเป็น 1, 2 และ 3 กับการเปลี่ยนรูปศูนย์แบบ และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบเป็น 1 และ 2 ตัว กับการเปลี่ยนรูป 1 แบบ สำหรับอนุกรมมิติที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นกว่านี้ พบว่า เวลาในการตอบนักเรียนระดับ 2 ลดลง แต่ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ข้อค้นพบอีกประการหนึ่งคือ ตัวแปรเพศไม่มีผลโดยตรง และไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรอื่นในการส่งผลให้ความแตกต่าง

นอกจากนี้ โฟร์แมน ชาคาวสกี้ และบาเสน ได้ทำการศึกษาต่อเนื่องกับการศึกษาที่ผ่านมาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตอบคำถามสองข้อคือ (1) วิธีการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา การเปลี่ยนรูปแบบการเพิ่ม การขยาย และการหมุนเป็นวง แตกต่างกันหรือไม่ และ (2) ในอนุกรมมิติแบบผิด วิธีการคิดที่ใช้จะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนรูป และหรือการเปลี่ยนส่วนประกอบหรือไม่ การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษากับ นักเรียนระดับ 5 จำนวน 30 คน อนุกรมมิติที่ใช้เป็นอนุกรมมิติแบบผิดที่มีการเปลี่ยนรูป 1 แบบ กับมีส่วนประกอบ 1, 2 และ 3 ตัว ผลการศึกษาพบว่า ชนิดหรือแบบของการเปลี่ยนรูป ใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกันในอนุกรมมิติที่ส่วนประกอบเพียงตัวเดียว กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบการขยายได้เร็วกว่าแบบการเพิ่มและแบบการหมุนเป็นวง และในอนุกรมมิติที่มีส่วนประกอบมากกว่าหนึ่งตัว การตอบข้อที่มีการเปลี่ยนรูปแบบขยายไม่เพียงแต่จะใช้เวลาเร็วกว่าเท่านั้นการตอบยังมีความแม่นยำมากกว่าอนุกรมมิติที่มีการเปลี่ยนรูปแบบเคลื่อนเป็นวงอีกด้วย นอกจากนี้แล้วประเภทของความผิดพลาดและจำนวนส่วนประกอบยังส่งผลร่วมกับการเปลี่ยนรูปในการกำหนดวิธีการหาคำตอบ

จากการวิจัยของโฟร์แมน ชาคาวสกี้ และบาเสน ทั้งสองเรื่องพอสรุปได้ว่า นักเรียนที่อยู่ในวัยหรือระดับชั้นต่างกัน จะมีความแม่นยำและเวลาในการตอบแตกต่างกัน เพราะขีดความสามารถในการใช้วิธีการคิดหาคำตอบของเด็กต่างวัยแตกต่างกัน การเปลี่ยนรูปแบบต่าง ๆ ประเภทของข้อผิดพลาด และจำนวนส่วนประกอบ ต่างก็ส่งผลให้วิธีการคิดหาคำตอบแตกต่างกัน

การวัดสมรรถภาพสมองโดยทั่วไปในต่างประเทศได้นำแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวนไปใช้ดังนี้

ริโมลดิ (Rimoldi. 1948 : 347 - 352) นำแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวนไปทดสอบเด็กชาวอาร์เยนตินา อายุ 9 ปี ถึง 15 ปี จำนวน 1,680 คน โดยสอบเป็นกลุ่มและไม่จำกัดเวลา ให้ทุกคนทำจนเสร็จ ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการทำแบบทดสอบ 38 นาที ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลามีค่าเท่ากับ 11.90 นาที คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบจำแนกตามระดับอายุตั้งแต่ 9 ปี ถึง 15 ปี เป็น 19.32 , 24.92, 28.82, 33.45, 35.90, 35.61, และ 38.59 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบเป็น 9.18, 11.60, 10.49, 9.98, 9.59, 9.65, และ 9.57 ตามลำดับ ริโมลดินำเกณฑ์ปกติที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างของชาวอาร์เยนตินาไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่ราเวน ได้จากกลุ่มตัวอย่างของชาวอังกฤษ ปรากฏว่ามีค่าใกล้เคียงกันมากทั้งที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มนั้น อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เมื่อหาคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชุด พบว่า คะแนนเฉลี่ยของชุด A ถึงชุด C มีค่าลดลง คะแนนเฉลี่ยของชุด C และชุด D ไม่แตกต่างกัน คะแนนเฉลี่ยของชุด E มี ค่าน้อยที่สุด ระดับความยากรายข้อในแต่ละชุดไม่เพิ่มขึ้นตามลำดับที่ราเวนจัดไว้ พิสัยความยากรายข้อในชุด A และชุด E มีค่าน้อยกว่าชุด C และชุด D

บาราเฮนิ (Baraheni. 1974 : 983 - 988) ศึกษาความเชื่อมั่น ความเที่ยงตรงและความเหมาะสมในการใช้แบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับเด็กอิหร่าน กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนจากโรงเรียนในกรุงเตหะราน จำนวน 4,561 คน อายุ 9 ปี ถึง 18 ปี กำหนดเวลาทำแบบทดสอบ 45 นาที พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของริโมลดิ เมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละระดับอายุ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอายุ 9 ปี ถึง 18 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มอายุที่ สูงกว่า 15 ปีขึ้นไป คะแนนเฉลี่ยระหว่างอายุไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยนี้แตกต่างไปจากผลการวิจัยของราเวนในแง่ที่ว่าเกณฑ์ปกติ ที่ได้จากเด็กอิหร่านต่ำกว่าเกณฑ์ปกติของเด็กอังกฤษที่ราเวนทำไว้

ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ที่บาราเฮนิคำนวณได้อยู่ในช่วง .24 ถึง .61 โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์ จากค่าต่าง ๆ ดังกล่าว บาราเฮนิ สรุปว่า แบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ เป็นแบบทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการวัดความสามารถโดยทั่วไปของเด็กอิหร่าน

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติในประเทศไทยนั้น พิตร ทองชั้น (2511 : 54 - 57) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.5 ถึง ป.7 จำนวน 671 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 9 ฉบับ คือ แบบทดสอบจัดเข้าพวก แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบทักษะทางตา แบบทดสอบคณิตศาสตร์ แบบทดสอบภาษาไทย แบบทดสอบความจำ และแบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นตัวพยากรณ์และใช้แบบทดสอบศิลปะเป็นตัวเกณฑ์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติกับแบบทดสอบต่าง ๆ ดังกล่าวพบว่ามีค่าเป็น 0.5236, 0.6479, 0.4919, 0.6036, 0.4571, 0.6721, 0.3956 และ 0.3483 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติ กับแบบทดสอบศิลปะมีค่าเป็น 0.3365 และแบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดด้วย

ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์ (2515 : 2 -7) นำแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีสก้าวหน้ามาตรฐาน ใช้เป็นเครื่องมือวัดความถนัดทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตปริญญาโท 5 รุ่น ที่เข้าเรียนในสาขาจิตวิทยา ณ สถาบันระหว่างชาติสำหรับการค้นคว้าเรื่องเด็ก ตั้งแต่ปี พ.ศ.2503 และ พ.ศ. 2512 จำนวน 58 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 34.30 ถึง 50.80 และ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 2.77 ถึง 10.20 ส่วนค่าความเที่ยงตรงของ แบบทดสอบเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์ มีค่าอยู่ระหว่าง -0.02 ถึง 0.76

จินดาภา สายัณหวิกสิต และผู้ร่วมงาน (2529 : 3 - 16) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อใช้เป็น

เครื่องมือในการพยากรณ์การเรียน แนะแนว และคัดเลือกนักศึกษา สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านเหตุผลนั้น มีนัยสำคัญกับเกณฑ์พอที่จะนำไปใช้สำหรับเป็นแบบทดสอบคัดเลือกนักศึกษาคณะสาธารณะสุขศาสตร์ทั้ง 5 ภาควิชา

พจมาน แสงรุ่งโรจน์ (2521: 71-76) ได้นำแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวนมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษา 12 อายุในช่วง 12 ถึง 16 ปี จำนวน 1,273 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่12 ถึง 15 ปี และในระดับอายุ 16 ปี คะแนนเฉลี่ยลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบคะแนน เฉลี่ยระหว่างอายุ 13 ปี กับ 14 ปี และ 14 ปี กับ 15 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นคำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.93 ความเที่ยงตรงเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.59 ความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 1.00 อำนาจจำแนกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.91 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนนแบบทดสอบ สแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติที่ราเวนให้ไว้ในคู่มือแบบทดสอบ

อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์ (2521 : 21 - 66) นำแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของราเวน มาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น ในเขตกรุงเทพมหานคร อายุในช่วง 12 ถึง 16 ปี จำนวน 1,114 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับอายุตั้งแต่ 12 ถึง 15 ปี และมีค่าลดลงเล็กน้อยในระดับอายุ 16 ปี เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับอายุ 13 ปี กับ 14 ปี และ 14 ปี กับ 15 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ ค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวิเคราะห์โดยใช้สูตร คูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.88 ถึง 0.89 ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.03 ถึง 1.00 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 ถึง 0.87 ส่วนเกณฑ์ปกติของคะแนน จากแบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ ของกลุ่มเด็กไทยมีค่าสูงกว่าเด็กอังกฤษที่ราเวน แสดงไว้ในคู่มือแบบทดสอบในทุกระดับอายุ

ชุมพร ยงกิตติกุล(2524 : 141 - 152) ได้นำแบบทดสอบโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ มาใช้วัดความสามารถทางสมองของเด็กไทยอายุในช่วง 12 - 18 ปี ในด้านคุณภาพของแบบทดสอบพบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20 (KR - 20) อยู่ในระดับสูงคือ มีค่าระหว่าง .09 - .93 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดอยู่ในช่วง 2.57 - 2.71 ความยากของแบบทดสอบชุด A มีค่าระหว่าง .91 ถึง .94 ชุด B มีค่าระหว่าง .76 ถึง .86 ชุด C มีค่าระหว่าง .64 ถึง .73 ชุด D มีค่าระหว่าง .63 ถึง .72 ชุด E มีค่าระหว่าง .35 ถึง .50 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของความยากพบว่า ค่าความยากมีแนวโน้มลดลงเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอายุมากขึ้น ส่วนค่าอำนาจจำแนกพบว่า ชุด A มีค่าอำนาจ

จำแนกต่ำกว่าชุดอื่น ๆ คือ มีค่าระหว่าง .20 ถึง .32 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบบทดสอบชุด A มีความยากอยู่ในช่วง .91 ถึง .94 ซึ่งเป็นชุดง่าย คนส่วนใหญ่ตอบได้ถูกต้อง ค่าอำนาจจำแนกจึงต่ำ ส่วนอีกสี่ชุดหลังพบว่า มีค่าอำนาจจำแนกใกล้เคียงกันมาก

วรนุช สิริภาพ (2524 : 61 - 69) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้านเหตุผลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 ฉบับ คือ สรุปความ จัดประเภท อุปมาอุปไมย เรียงลำดับตัวอักษร เรียงลำดับตัวเลข และเรียงลำดับภาพหรืออนุกรมมิติ และทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 643 คน ผลของการศึกษารายงานเฉพาะแบบทดสอบอนุกรมมิติได้ดังนี้ ค่าความยากอยู่ระหว่าง .32 ถึง .74 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .21 ถึง .81 ค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ .8858 และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ค่าความเที่ยงตรง .7982 ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงตรงสูงสุดแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูงสุดในการวัดความถนัดด้านเหตุผล

ประสาท ธรรมรัตน์ (2531 : 39 - 55) ได้เปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน 4 แบบ คือ แบบการเพิ่ม แบบการลด แบบการหาตัวร่วม และแบบการบวกเอกลักษณ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 448 คน พบว่า ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.43, 15.81, 14.53 และ 14.81 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.72, 0.39, 0.50, และ 0.40 ตามลำดับ ค่าความ เที่ยงตรง เมื่อใช้แบบทดสอบสแตนดาร์ดโปรเกรสซีพ แมทริซีส์ เป็นเกณฑ์มีค่าเท่ากับ 0.5143, 0.5216, 0.5274 และ 0.5394 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคำนวณโดยใช้สูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน20 (KR-20) มีค่าเท่ากับ 0.9083, 0.6460, 0.8430 และ 0.7261 ส่วนความคลาดเคลื่อน มาตรฐานเป็น 2.1463, 2.1773, 2.3567 และ 2.3694 ตามลำดับ ผลของการทดสอบความแตกต่าง พบว่าค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 4 แบบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบการเพิ่มแตกต่างจากแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกนั้นมีค่าอำนาจจำแนกไม่แตกต่างกัน สำหรับแบบทดสอบ อนุกรมมิติแบบลดกับแบบบวกเอกลักษณ์ มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แบบการเพิ่มกับแบบการหาตัวร่วม และแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แบบการเพิ่มกับการหาตัวร่วม และแบบการหาตัวร่วมกับแบบการบวกเอกลักษณ์ มีความเชื่อมั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 4 แบบ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นิสากร ล้อถาวร (2535 : 36 - 90)ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบต่างกัน คือ แบบสมบูรณ์ และแบบไม่สมบูรณ์ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน คือ 4, 5 และ 6 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน

2,148 คน ผลการศึกษาพบว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบต่างกัน มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีจำนวนตัวเลือกต่างกันมี ผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยคู่ที่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5ตัวเลือก แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก แบบ ไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 5 ตัวเลือก แบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 4 กับ 6 ตัวเลือก และแบบไม่สมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก คู่ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ แบบสมบูรณ์ชนิดเลือกตอบ 5 กับ 6 ตัวเลือก ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบ และจำนวนตัวเลือก มีผลต่อค่าความยากของแบบทดสอบอนุกรมมิติไม่แตกต่างกัน สำหรับแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มี รูปแบบ และจำนวนตัวเลือกต่างกัน มีผลต่อค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นไม่แตกต่างกัน

จากการวิจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาจะเห็นว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล มีอยู่หลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก็มีคุณภาพต่างกัน และแบบทดสอบอนุกรมมิติ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาที่ต้องใช้เหตุผล เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาคณิศาสตร์ ค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาความสัมพันธ์ของอนุกรมมิติรูปแบบต่างๆกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา จึงได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

<u>สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า</u>

1. ความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้งห้ารูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณมีความสัมพันธ์กัน

2. ความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้งห้ารูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลมีความสัมพันธ์กัน

3. ความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้งห้ารูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหามีความสัมพันธ์กัน

4.. ความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้งห้ารูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน มีความสัมพันธ์กัน

5. ความสามารถด้านอนุกรมมิติอย่างน้อยหนึ่งแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

6. ความสามารถด้านอนุกรมมิติอย่างน้อยหนึ่งแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

7. ความสามารถด้านอนุกรมมิติอย่างน้อยหนึ่งแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

8. ความสามารถด้านอนุกรมมิติอย่างน้อยหนึ่งแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

379.7044
ส 262 ว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ จำนวน 739 โรงเรียน มีห้องเรียนจำนวน 986 ห้อง และมีนักเรียนจำนวน 23,179 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น(Stratified random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม(Sampling Unit) ได้จำนวน 14 ห้องเรียน มีนักเรียน 389 คน ซึ่งมีความเชื่อมั่นได้ 95 เปอร์เซนต์(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 260; อ้างอิงมาจาก Yamane.1967) ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งโรงเรียนออกเป็นสามขนาดคือ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และโรงเรียนขนาดเล็ก ซึ่งจากการสำรวจมีดังนี้

โรงเรียนขนาดใหญ่ 231 โรง ห้องเรียน 448 ห้อง มีนักเรียน 10,722 คน

โรงเรียนขนาดกลาง 387 โรง ห้องเรียน 417 ห้อง มีนักเรียน 9,655 คน

โรงเรียนขนาดเล็กมี 121 โรง ห้องเรียน 121 ห้อง มีนักเรียน 2,802 คน

ขั้นที่ 2 สุ่มห้องเรียนในแต่ละขนาดของโรงเรียน ให้มีสัดส่วนเป็น .014 ของจำนวนห้องเรียน ได้จำนวนห้องเรียนและนักเรียน จากโรงเรียนดังแสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามขนาดโรงเรียน

โรงเรียน(จำนวนห้องที่มี)	จำนวนนักเรียน (ห้อง)
โรงเรียนขนาดใหญ่	
1. บ้านกรวดนาฮัง(3)	34 (1)
2. บ้านตะตึงไถง(2)	36 (1)
3. บ้านเชื้อเพลิง(2)	44 (1)
4. ชุมชนบ้านลำดวน(3)	45 (1)
5. บ้านนาสาม(3)	30 (1)
6. บ้านหนองขวาว(2)	33 (1)
โรงเรียนขนาดกลาง	
7. บ้านหนองเต่า(2)	20 (1)
8. บ้านตะบัน(2)	33 (1)
9. บ้านระไชร์(1)	18 (1)
10. บ้านแกสระใหญ่(1)	13 (1)
11. บ้านโพธิ์กอง(1)	26 (1)
12. บ้านตากวน (1)	25 (1)
โรงเรียนขนาดเล็ก	
13. บ้านโคกกระเพอ(1)	14 (1)
14. บ้านหนองจอก(1)	18 (1)
รวม	389 (14)

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า</u>

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติ 5 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ

1.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

1.2 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาตินผสม

1.3 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด

1.4 ฉบับที่ 4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

1.5 ฉบับที่ 5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

2. แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ คือ

2.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบความสามารถทางคณิตสาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

2.2 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

2.3 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ

การสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

1.1 เพื่อสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ 5 แบบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1.2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติในด้านความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และความเที่ยงตรง

1.3 เพื่อนำคะแนนจากแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 5 ฉบับ ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนน จากแบบทดสอบความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยทำการศึกษาดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับแบบทดสอบอนุกรมมิติ และตัวอย่างข้อสอบอนุกรมมิติ การสร้างแบบทดสอบในครั้งนี้ใช้ทฤษฎีสององค์ประกอบของสเปียร์แมน โดยวัดความสามารถทั่วไปในด้านเหตุผล ซึ่งลักษณะของข้อสอบสร้างขึ้นตามหลักการโนอีเจเนซีส(Noegenesis) และทฤษฎีสององค์ประกอบทั่วไป(Two-General Factor Theory)ของคัทเทลล์ ที่วัดความสามารถฟลูอิด (Fluid General Ability) ส่วนรูปแบบอนุกรมมิตินั้นได้ศึกษาจากของ ฮอร์นและแฮบอน (Hornke and Habon. 1986 : 369) วาร์ดและฟิทซ์แพทริก(Ward and Fitzpatrick. 1973 : 987-993) รวมทั้งจาคอบส์และ แวนดิเวนเตอร์(Jacobs and Vanderventer. 1972 : 235-248) ซึ่งได้แบบทดสอบอนุกรมมิติ 5 ฉบับ คือ แบบทดสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาตินผสม แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม แบบทดสอบอนุกรมมิติ แบบบวกเอกลักษณ์ และ แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

2.2 ศึกษานิยามของแบบทดสอบอนุกรมทั้ง 5 แบบ

3. เขียนนิยามแบบทดสอบอนุกรมมิติ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

4. การเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบอนุกรมมิติ 5 แบบ เป็นข้อสอบเลือกตอบห้าตัวเลือกได้ แบบทดสอบ 5 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ

5. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติที่สร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผล 5 ท่าน คือ ร.ศ.ล้วน สายยศ ร.ศ.อาวุธ วัฒนสิน ดร.เรวดี อินทสะระ ดร.สุรชัย มีชาญ และอาจารย์พรรณี เทพสูตร ตรวจสอบความสอดคล้องกับนิยาม เพื่อหาความเที่ยงตรง (Logical Validity)

6. นำแบบทดสอบทั้ง 5 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่หนึ่ง กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 200 คน จากโรงเรียนเมืองสุรินทร์ 67 คน โรงเรียนบ้านเขวาสินรินทร์ 31 คน โรงเรียนบ้านจันรม 37 คน และโรงเรียนบ้านคอโค 65 คน

7. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 ข้อใดไม่อยู่ในเกณฑ์ก็ตัดทิ้งหรือนำไปปรับปรุง (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบอนุกรมมิติ มีดังนี้

อนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .13 ถึง .55 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .07 ถึง .85 ข้อสอบที่คัดเลือกได้อยู่ในเกณฑ์ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง .35 ถึง .55 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .39 ถึง .83

อนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .25 ถึง .93 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .11 ถึง .72 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .25 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 ถึง .72

อนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .11 ถึง .79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .15 ถึง .70 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .44 ถึง .75 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .46 ถึง .70

อนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .44 ถึง .69 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .37 ถึง .91 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 25 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .44 ถึง .64 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .72 ถึง .91

อนุกรมมิติแบบลด มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .03 ถึง .89 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.02 ถึง .65 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .70 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 ถึง .65 ดังนั้น จึงต้องคัดเลือกข้อสอบ

แบบลด ที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ จำนวน 15 ข้อ แล้วนำไปปรับปรุง เพื่อนำไปทดลองสอบครั้งที่ 2

8. นำแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด จำนวน 15 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 115 คน จาก โรงเรียนบ้านระแงง 52 คน โรงเรียนบ้านเขนก 29 คน และโรงเรียนบ้านแกใหญ่ 34 คน

9. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 2 ของแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด วิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 ถึง .87 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .16 ถึง .94 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 7 ข้อมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .45 ถึง .80 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง ..29 ถึง .94 แล้วนำไปรวมกับข้อสอบแบบลดฉบับเดิมที่คัดเลือกแล้วและอยู่ในเกณฑ์จำนวน 18 ข้อ รวมเป็น 25 ข้อ เพื่อนำไปทดลองสอบครั้งที่ 3

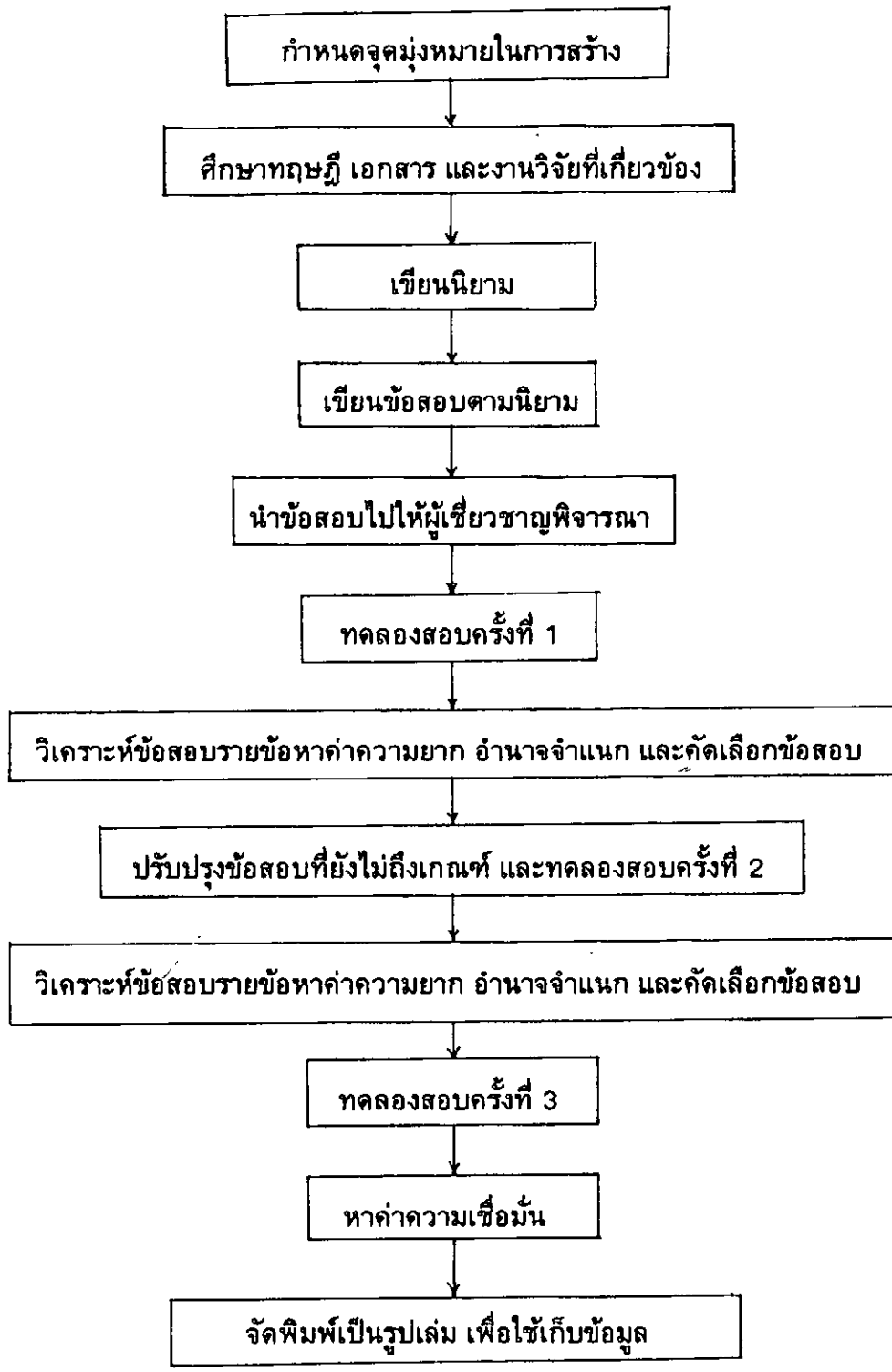
10. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกได้ทั้ง 5 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ ทดลองสอบครั้งที่ 3 กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 184 คน จากโรงเรียนบ้านนาเกา 39 คน โรงเรียนบ้านตาเพชร 15 คน โรงเรียนบ้านหัวงัว 58 คน และโรงเรียนบ้านแคล 72 คน

11. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบคือความเชื่อมั่น ด้วยสูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20(KR-20) ผลปรากฏว่า แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ มีค่าความเชื่อมั่น .926 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม มีค่าความเชื่อมั่น .841 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด มีค่าความเชื่อมั่น .944 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ มีค่าความเชื่อมั่น .896 และแบบทดสอบอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม มีค่าความเชื่อมั่น .919

12. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการวิจัยต่อไป

จากขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 10

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ



ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอนุกรมมิติ

<u>วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์</u>

การสร้างแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบและการสร้างข้อสอบคณิตศาสตร์

3. สร้างข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ ตามเนื้อหาบทที่ 1 ถึงบทที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยแยกออกตามความสามารถ 3 ด้าน คือ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหาแล้วให้ครูที่เป็นนักวัดผลและมีประสบการณ์การสอนและวัดผลใน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 คือ อาจารย์วันเพ็ญ วัฒนาพล อาจารย์พรรณี เทพสูตร อาจารย์เกียรติพงษ์ กะลำพัก อาจารย์สุดใจ กองมะลี และอาจารย์ปัทมา ศรีเจริญ ตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

4. นำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ ไปทดลองสอบครั้งที่หนึ่งกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 200 คน จาก โรงเรียนเมืองสุรินทร์ 67 คน โรงเรียนบ้านเขวาสินรินทร์ 31 คน โรงเรียนบ้านจันรม 37 คน และโรงเรียนบ้านคอโค 65 คน

5. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 1 วิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อสอบ ที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง .80 ข้อใดไม่อยู่ในเกณฑ์ก็ตัดทิ้งหรือนำไปปรับปรุง (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบคณิตศาสตร์ มีดังนี้

คณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .18 ถึง .94 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.02 ถึง .76 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .27 ถึง .79 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .22 ถึง .76

คณิตศาสตร์เหตุผล มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .07 ถึง .81 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -.11 ถึง .59 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .22 ถึง .67 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .30 ถึง .59

คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .15 ถึง .76 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 ถึง .76 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .33 ถึง .76 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33 ถึง .76

6. ปรับปรุงข้อสอบที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ จำนวน 15 ข้อ ด้านเหตุผล จำนวน 20 ข้อ และด้านโจทย์ปัญหา จำนวน 10 ข้อ แล้วนำไปทดลองสอบครั้งที่ 2 กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 115

คน จากโรงเรียนบ้านระแงง 52 คน โรงเรียนบ้านเขนก 29 คน และโรงเรียนบ้านแกใหญ่ 34 คน

7. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 2 ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ มาวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยาก และอำนาจจำแนก (ผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดในตารางในภาคผนวก) ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

คณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .24 ถึง .85 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .03 ถึง .84 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .48 ถึง .71 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .42 ถึง .84

คณิตศาสตร์เหตุผล มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .08 ถึง .52 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .03 ถึง .48 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 14 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .23 ถึง .52 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .26 ถึง .48

คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .21 ถึง .73 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23 ถึง .71 ข้อสอบอยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 5 ข้อมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .44 ถึง .73 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .48 ถึง .71

นำข้อสอบที่คัดเลือกได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 รวมกับข้อสอบที่คัดเลือกได้ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้แบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่อยู่ในเกณฑ์ 3 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ

8. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกได้ทั้ง 3 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ ทดลองสอบครั้งที่ 3 กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 184 คน จากโรงเรียนบ้านนาเกา 39 คน โรงเรียนบ้านตาเพชร 15 คน โรงเรียนบ้านหัวงัว 58 คน และโรงเรียนบ้านแตล 72 คน

9. นำผลที่ได้จากการทดลองสอบครั้งที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ คือ ความเชื่อมั่น ด้วยสูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน สูตร 20(KR-20) ผลปรากฏว่า แบบทดสอบคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ มีค่าความเชื่อมั่น .893 แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล มีค่าความเชื่อมั่น .829 และแบบทดสอบคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่น .798

10. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม เพื่อทำการวิจัยต่อไป

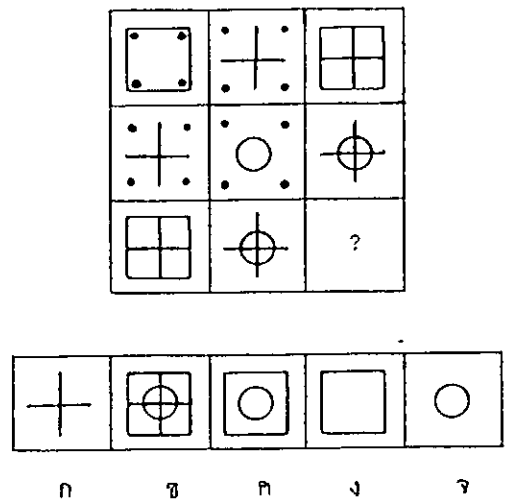
<u>ลักษณะของแบบทดสอบ</u>

1. <u>แบบทดสอบอนุกรมมิติ</u>

แบบทดสอบอนุกรมมิติทั้ง 5 ฉบับ แต่ละฉบับเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะและรายละเอียดของแบบทดสอบแต่ละฉบับเป็นดังนี้

1.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

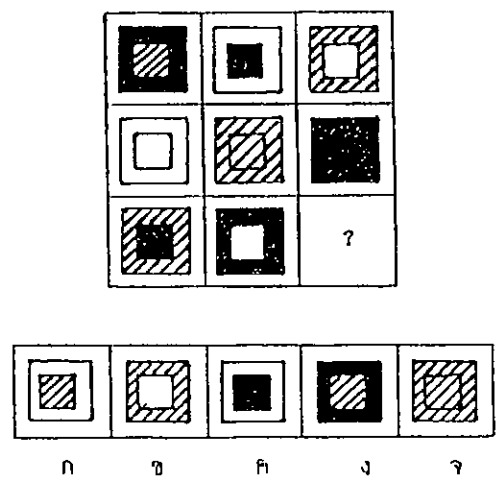
เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบที่แตกต่างกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง มารวมกันเป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม



ข้อที่ถูก ค

1.2 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบอนุกรมมิติจตุรัสลาตินผสม

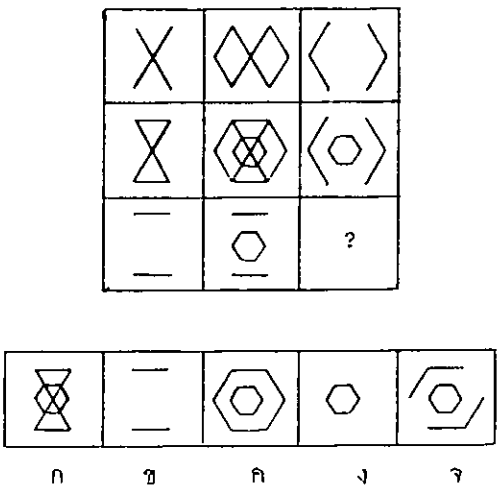
เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ส่วนประกอบของภาพแต่ละส่วนในแนวนอน(แนวตั้ง)เดียวกันจะต้องไม่เหมือนกัน



ข้อที่ถูก ก.

1.3 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด

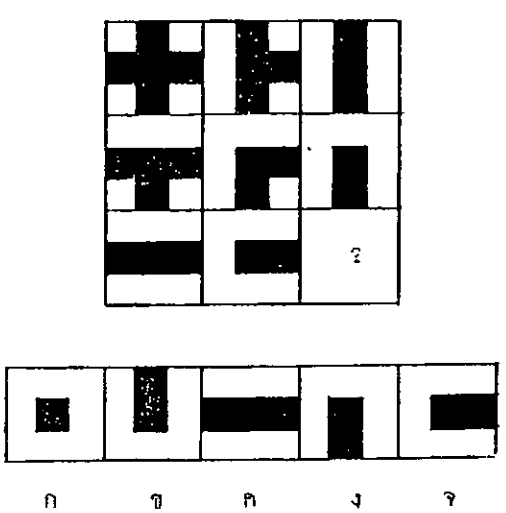
เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง ถูกหักออกด้วยภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สองได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม



ข้อที่ถูก ง

1.4 ฉบับที่ 4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

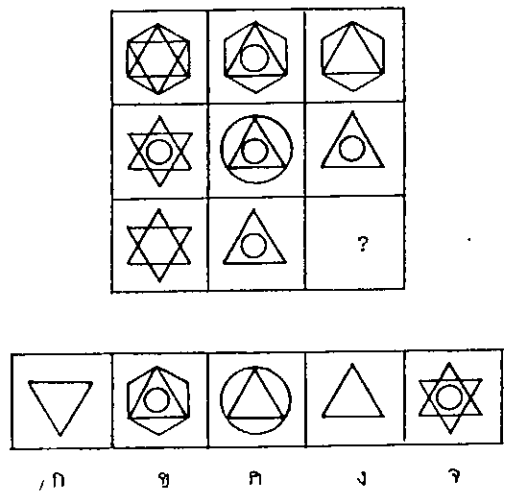
เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูป ในลักษณะที่ภาพจะเปลี่ยนไปตามแนวนอนและแนวตั้ง ภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์อันใดอันหนึ่ง



ข้อที่ถูก ง

1.5 ฉบับที่ 5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการค้นหาระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบร่วมกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ได้เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม



ข้อที่ถูก ง

2. <u>แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์</u>

แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะข้อสอบเป็นข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก โดยแต่ละข้อมีข้อถูกเพียงข้อเดียว จำนวน 3 ฉบับ ตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งจำแนกเป็น 3 ฉบับ ดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ มีจำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ และให้เวลาทำ 20 นาที ดังตัวอย่าง

(0) $2^5 \times 3^4$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก $2 \times 5 \times 3 \times 4$

ข $5 \times 5 \times 4 \times 4 \times 4$

ค $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3$

ง $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3$

จ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 3 + 3 + 3$

ข้อที่ถูก ง

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีจำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ และให้เวลาทำ 30 นาที ดังตัวอย่าง

(00) ฉ เป็นตัวประกอบของ ม เพราะเหตุใด

ก ฉ หาร ม ลงตัว

ข ม หาร ฉ ลงตัว

ค ฉ และ ม หารเลขอีกจำนวนหนึ่งลงตัว

ง มีเลขจำนวนหนึ่งหาร ฉ และ ม ลงตัว

จ ฉ หาร ม = ม หาร ฉ

ข้อที่ถูก ก

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา มีจำนวนทั้งสิ้น 25 ข้อ และให้เวลาทำ 30 นาที ดังตัวอย่าง

(000) ดำกู้เงินจากแดง 2,000 บาท เสียดอกเบี้ย 15 % ต่อปี เมื่อครบ 2 ปี ดำต้องส่งเงินคืนให้แดงทั้งหมดเท่าไร

ก. 2,645 บาท

ข. 2,600 บาท

ค. 2,345 บาท

ง. 2,300 บาท

จ. 2,500 บาท

ข้อที่ถูก ก

<u>การตรวจให้คะแนน</u>

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนเหมือนกันทุกฉบับ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าผิดหรือเว้นว่างไว้ หรือตอบเกินหนึ่งคำตอบในข้อนั้น ๆ ให้ 0 คะแนน

วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบไปสอบกับนักเรียนของโรงเรียนต่าง ๆ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. นำแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 5 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนในข้อ 1 โดยแต่ละห้องจะทำการทดสอบ 2 วันติดต่อกัน วันแรกใช้แบบทดสอบ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ และแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติ 1 ฉบับ วันที่ 2 ใช้แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติอีก 4 ฉบับ

3. นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำข้อมูล

หลังจากนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง และนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนหรือข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบคือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน(Intercorrelation Coefficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบกับคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

3. หาค่าน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบ และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27% และใช้ตารางสำเร็จของ จุง เต ฟาน

3. หาค่าความเชื่อมั่น(Reliability) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (Kurder - Richardson KR-20) (Guilford. 1965 : 459)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

4. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานการวิจัย

4.1 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation Coefficient) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 . 70)

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

เมื่อ r_{xy} แทน สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนตัวแปร X กับตัวแปร Y

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนน X

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนน Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณ X กับ Y ทุกคู่

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

4.2 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้ t - test (Edwards. 1954 : 303)

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

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบที

r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

n แทน จำนวนคู่ของการสังเกตในกลุ่มตัวอย่าง

4.3 หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Kerlinger and pedhazur. 1973 : 75)

$$R_y^2.123...n = \sum \beta_i r_{iy}$$

เมื่อ $R_{y.123...n}$ แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวแปรอิสระ ตัวที่ i ถึง n กับตัวเกณฑ์ (Y)

β_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนมาตรฐาน

r_{iy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระตัวที่ i กับตัวเกณฑ์ (Y)

4.4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 63)

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

เมื่อ F แทน ค่าการแจกแจงแบบเอฟ (F - distribution)

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

m แทน จำนวนตัวแปรอิสระ

$df_1 = m$

$df_2 = N - m - 1$

4.5 หาค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ (Score Weight) โดยใช้สูตร (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 63)

$$b_i = B_i \frac{S_y}{S_i}$$

เมื่อ b_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนดิบ

B_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระตัวที่ i ในรูปคะแนนมาตรฐาน

S_i แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรอิสระตัวที่ i

S_y แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากตัวแปรตาม

4.6 ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าน้ำหนักความสำคัญของคะแนน (Score Weight)โดยใช้สูตร t - test (Kerlinger and Pedhazur. 1973 : 119)

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

$$df = N - m - 1$$

เมื่อ t_i แทน ค่าการแจกแจงแบบทีของน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i

b_i แทน ค่าน้ำหนักความสำคัญตัวที่ i ในรูปคะแนนดิบ

SE_{b_i} แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญ

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

m แทน จำนวนแบบทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้การคำนวณตั้งแต่ข้อ 4.1 ถึงข้อ 4.6 ใช้โปรแกรม SPSS (Statisticals Package for the Social Sciences) (SPSS inc. 1985 : 165 - 171)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

<u>สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายใน
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R^2	แทน	สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์
SE_{bi}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าน้ำหนักความสำคัญ
β	แทน	น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน
b	แทน	น้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
F	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ F
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t
Y1	แทน	แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ
Y2	แทน	แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล
Y3	แทน	แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา
Y	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน
X1	แทน	แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

X2 แทน แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม

X3 แทน แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด

X4 แทน แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

X5 แทน แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติ ทั้ง 5 แบบ

แบบทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D
X1	25	11.902	7.177
X2	25	15.157	5.500
X3	25	17.884	7.161
X4	25	16.692	6.471
X5	25	12.725	7.561

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ มีค่าตั้งแต่ 11.902 ถึง 17.884 โดยแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละฉบับ โดยดูจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 5.500 ถึง 7.561 แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนสูงสุด ส่วนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนต่ำสุด

1.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

แบบทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D
Y1	25	11.332	5.811
Y2	25	9.473	4.831
Y3	25	11.684	5.143
Y	25	32.488	14.017

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน มีค่าตั้งแต่ 9.473 ถึง 11.684 โดยแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนน แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละฉบับ โดยดูจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 4.831 ถึง 5.811 โดยแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนสูงสุด แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนต่ำสุด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน โดยนำคะแนนแบบทดสอบความ

สามารถด้านอนุกรมมิติ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติ ทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

	X1	X2	X3	X4	X5	Y1	Y2	Y3	Y
X1	1.000	.326**	.437**	.430**	.475**	.417**	.472**	.218**	.414**
X2	.326**	1.000	.385**	.463**	.418**	.454**	.376**	.398**	.466**
X3	.437**	.385**	1.000	.482**	.451**	.459**	.374**	.343**	.448**
X4	.430**	.463**	.482**	1.000	.447**	.485**	.458**	.399**	.507**
X5	.475**	.418**	.451**	.447**	1.000	.368**	.346**	.279**	.375**
R						0.605	0.571	0.484	0.613
R^2						0.366	0.326	0.234	0.376
F						44.18**	37.12**	23.37**	46.20**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของความสามารถด้านอนุกรมมิติ แต่ละด้านมีค่าอยู่ระหว่าง .326 ถึง .482 โดยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละด้าน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .218 ถึง .507 โดยมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ คือ แบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลด แบบเรียงลำดับ และแบบหาตัวร่วม กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่าโดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิต

ศาสตร์ ด้านทักษะการคำนวณ มีค่าเท่ากับ .605 แสดงว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ วัดลักษณะร่วมกับความสามารถทางคณิตศาตร์ด้านทักษะการคำนวณ คิดเป็นร้อยละ 36.60 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านเหตุผล มีค่าเท่ากับ .571 แสดงว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ วัดลักษณะร่วมกับความสามารถทางคณิตศาตร์ด้านเหตุผล คิดเป็นร้อยละ 32.60 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านโจทย์ปัญหา มีค่าเท่ากับ .484 แสดงว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ วัดลักษณะร่วมกับความสามารถทางคณิตศาตร์ด้านโจทย์ปัญหา คิดเป็นร้อยละ 23.40 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ รวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าเท่ากับ .613 แสดงว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ วัดลักษณะร่วมกับความสามารถทางคณิตศาตร์รวมทั้ง 3 ด้าน คิดเป็นร้อยละ 37.60

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์นั้น ได้นำคะแนนของแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และคะแนนของแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน(B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของน้ำหนักความสำคัญ (SE_b) ดังแสดงในตาราง 5 ถึงตาราง 8

ตาราง 5 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

แบบทดสอบ	β	b	SE_b	t
X1	0.160	0.128	0.039	3.282**
X2	0.222	0.248	0.054	4.593**
X3	0.193	0.157	0.041	3.829**
X4	0.213	0.191	0.046	4.152**
X5	0.017	0.013	0.038	0.342

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ มีค่า .160, .222, .193, และ .213 ตามลำดับและค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .128, .248, .157 และ .191 ตามลำดับ ซึ่งส่งผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบบวกเอกลักษณ์ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมนั้นส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

แบบทดสอบ	β	b	SE_b	t
X1	0.288	0.162	0.029	5.586**
X2	0.141	0.111	0.039	2.846**
X3	0.080	0.046	0.030	1.533
X4	0.225	0.141	0.033	4.273**
X5	0.014	0.007	0.028	0.250

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม และแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่า .288, .141, และ .225 ตามลำดับและค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .162, .111 และ .141 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด และแบบหาตัวร่วม ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 7 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

แบบทดสอบ	β	b	SE_{bi}	t
X1	-0.033	-0.022	0.036	-0.61
X2	0.238	0.219	0.049	4.469
X3	0.146	0.098	0.037	2.649
X4	0.219	0.161	0.042	3.833
X5	0.032	0.020	0.034	0.58

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา มีค่า .238, .146, และ .219 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .219, .098, และ .161 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01โดยความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบลด ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลทางลบต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ รวมทั้ง 3 ด้าน

แบบทดสอบ	β	b	SE_{bi}	t
X1	0.150	0.268	0.088	3.045**
X2	0.230	0.578	0.120	4.817**
X3	0.164	0.300	0.091	3.297**
X4	0.246	0.493	0.102	4.833**
X5	0.024	0.040	0.085	0.047

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน มีค่า .150, .230, .164, และ .246 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .268, .578, .300 และ .493 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมนั้น ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ ทั้งห้ารูปแบบกับความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

5. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ แบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

6. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ แบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

7. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ แบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา

8. เพื่อศึกษาค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถทางด้านอนุกรมมิติ แบบต่าง ๆ ซึ่งส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน

กลุ่มตัวอย่าง 10.2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนในจังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น(Stratified random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) และมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม(Sampling Unit) ได้จำนวน 14 ห้องเรียน มีนักเรียน 389 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติ 5 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ

1.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

1.2 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม

1.3 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบลด

1.4 ฉบับที่ 4 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

1.5 ฉบับที่ 5 แบบทดสอบอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

2. แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3 ฉบับ ๆ ละ 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง คือ

2.1 ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตสาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ

2.2 ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านด้านเหตุผล

2.3 ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูล 10, 5

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านและรวมทุกด้าน

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านและรวมทุกด้าน

<u>สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ มีค่าตั้งแต่ 11.902 ถึง 17.884 โดยแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละฉบับ โดยดูจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 5.500 ถึง 7.561 แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนสูงสุด และแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสมมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนต่ำสุด

สำหรับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน มีค่าตั้งแต่ 9.473 ถึง 11.684 โดยแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนน แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์แต่ละฉบับ โดยดูจากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าอยู่ระหว่าง 4.831 ถึง 5.811 โดยแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนสูงสุด แบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือการกระจายคะแนนต่ำสุด

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในของความสามารถด้านอนุกรมมิติ แต่ละแบบมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง .482 ถึง .326 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติแต่ละแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง .507 ถึง .218 ซึ่งสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ คือ แบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลด แบบเรียงลำดับ และแบบหาตัวร่วม กับความสามารถทางคณิต

ศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านโจทย์ปัญหา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านโจทย์ปัญหา และรวมทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ .605, .571, .484 และ .613 ตามลำดับ ซึ่งสามารถวัดลักษณะร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 36.60, 32.60, 23.40 และ 37.60 ตามลำดับ

3. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละด้านและรวมทุกด้าน มีดังนี้

3.1 ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ มีค่า .160, .222, .193 และ .213 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .128, .248, .157 และ .191 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมนั้น ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม และแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่า .288, .141 และ .225 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .162, .111 และ .141 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด และแบบหาตัวร่วม ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา มีค่า .238, .146 และ .219 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .219, .098 และ .161 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบจตุรัสลาตินผสม ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบลดส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลทางลบต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนมาตรฐาน ของความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน มีค่า .150, .230, .164 และ .246 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักความสำคัญในรูปคะแนนดิบ มีค่า .268, .578, .300 และ .493 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยแบบเรียงลำดับ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสูงสุด และแบบบวกเอกลักษณ์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำสุด ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วมนั้น ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

<u>อภิปรายผล</u>

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ คือ อนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลด แบบเรียงลำดับ และแบบหาตัวร่วม กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา และความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในข้อ 1 ข้อ 2 ข้อ 3 และข้อ 4 ที่ว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้งห้ารูปแบบ กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้านแต่ละด้านมีความสัมพันธ์กัน โดยความสามารถด้านอนุกรมมิติทั้ง 5 แบบ วัดลักษณะร่วมกับความสามารถทางคณิตศาตร์รวมทุกด้านได้สูงสุด รองลงมาเป็นแบบทักษะการคำนวณ และน้อยที่สุด คือด้านโจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิตร ทองชั้น (2511 : 54 - 57) ซึ่งได้ศึกษาสมรรถภาพทางสมองบางประการ ที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ป.5 ถึง ป.7 จำนวน 671 คน ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 9 ฉบับ คือ แบบทดสอบจัดเข้าพวก แบบทดสอบอุปมาอุปไมย แบบทดสอบสรุปความ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบทักษะทางตา แบบทดสอบคณิตศาสตร์ แบบทดสอบภาษาไทย แบบทดสอบความจำ และแบบทดสอบอนุกรมมิติ เป็นตัวพยากรณ์และใช้แบบทดสอบศิลปะเป็นตัวเกณฑ์ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบอนุกรมมิติกับแบบทดสอบต่าง ๆ ดังกล่าว พบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบคณิตศาสตร์มากที่สุด และยังพบว่าแบบทดสอบอนุกรมมิติเป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุด ส่วนแดชและคานันโก(Dash and Kanungo. 1959 : 393) พบความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบสแตนดาร์ด โปรเกรสซีพ แมทริซีส์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างสูง

2. ค่าน้ำหนักความสำคัญของความสามารถด้านอนุกรมมิติ ที่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานในข้อ 5 ข้อ 6 ข้อ 7 และข้อ 8 ที่ว่าความ

สามารถด้านอนุกรมมิติอย่างน้อยหนึ่งแบบมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน โดย ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคำนวณ ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม และแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม แบบลดและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุวรรณา มุ่งเกษม (2513 : 2) ที่ว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถทางสมองทางด้านความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล แต่การวัดทางด้านอนุกรมมิติ เป็นการวัดความสามารถทางเหตุผลรูปแบบหนึ่ง ซึ่งทำให้ความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์ แบบจตุรัสลาตินผสม และแบบเรียงลำดับส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ 3 ด้านดังกล่าว

นอกจากนี้ ยังพบว่าความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสมและแบบเรียงลำดับ ส่งผลทางบวกต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ทุกด้าน คือ ด้านทักษะการคำนวณ ด้านเหตุผล ด้านโจทย์ปัญหา และความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม ไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ทุกด้าน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า แบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม เป็นแบบทดสอบที่มีองค์ประกอบของภาพมาก ทั้งภาพที่หนึ่งและภาพที่สอง ผู้สอบต้องพิจารณาลักษณะขององค์ประกอบในภาพที่หนึ่ง กับองค์ประกอบในภาพที่สอง ที่เหมือนกัน จึงจะได้คำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งไม่ได้ใช้ความคิดในการหาเหตุผลเท่าใดนัก ดังนั้นความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม จึงไม่ส่งผลต่อความสามารถทางคณิตศาสตร์ในทุกด้าน

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. แบบทดสอบอนุกรมมิติมีอยู่หลายรูปแบบ และเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถ ด้านเหตุผล การนำแบบทดสอบอนุกรมมิติไปใช้ ควรผสมรูปแบบต่าง ๆ คละกันเป็นฉบับเดียว ไม่ควรแยกเป็นแต่ละรูปแบบ เพราะผู้รับการทดสอบจะพิจารณาใช้เหตุผลเฉพาะในข้อต้น ๆ เท่านั้น ข้อต่อ ๆ ไปก็จะใช้วิธีการสังเกต ไม่ใช้เหตุผลในการพิจารณา เพราะข้อสอบทั้งหมดเป็นรูปแบบเดียวกันทั้งสิ้น ทำให้วัดได้ไม่ตรงวัตถุประสงค์

2. ในการดำเนินการเก็บข้อมูล ควรแยกแบบทดสอบแต่ละประเภทออกจากกัน โดยทำการทดสอบประเภทใดประเภทหนึ่ง ให้เสร็จสิ้นเสียก่อน แล้วจึงเริ่มแบบทดสอบประเภท

ต่อไป เพราะหากใช้แบบทดสอบคนละประเภททดสอบในคราวเดียวกัน จะทำให้เกิดความสับสน และความคิดไม่ต่อเนื่อง

3. ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถด้านอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด เพื่อสร้างเกณฑ์มาตรฐาน ใช้ในการคัดเลือกบุคคลทั่วไป โดยใช้แบบทดสอบอนุกรมมิติเพียงอย่างเดียว

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จินดาภา สายัญหวิกสิต และคนอื่น ๆ. การทดสอบความถนัดทางการเรียนของนักศึกษาคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2519.

ชุมพร ยงกิตติกุล. การนำแบบทดสอบข้ามกลุ่มวัฒนธรรมมาใช้วัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่น. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

_____. เทคนิคการเขียนคำถามเลือกตอบ. กรุงเทพฯ : กิ่งจันทร์การพิมพ์, ม.ป.ป.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. ความสามารถทางภาษาห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

บุญส่ง นิลแก้ว. การวัดผลทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 2519.

ประสาท ธรรมรัตน์. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีแบบการคิดต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

นิสากร ล้อถาวร. การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบอนุกรมมิติที่มีรูปแบบและจำนวนตัวเลือกต่างกัน. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

พจมาน แสงรุ่งโรจน์. การใช้แบบทดสอบวัฒนธรรมเสมอภาควัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในเขตการศึกษาสิบสอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.

พิตร ทองชั้น. สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.

ระวิพันธ์ โสมนะพันธ์. การใช้โปรเกรสซีฟ แมทริซีส์(PM) ทดสอบความถนัดทางการเรียนของนิสิตไทยขั้นปริญญาโท. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2515.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร, 2528.

_____. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2527.

วรนุช สิริภาพ. การสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดด้วยเหตุผล. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

วัญญา วิศาลาภรณ์. การวัดความถนัดเบื้องต้น. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2522.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, ชวัชชัย อาทรชุระสุข และพิสิฐ ศุกรียพงศ์. สถิติสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2523.

สุวิมล มาลีลัย. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนแบบทดสอบอนุกรมมิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

สุวรรณา มุ่งเกษม. พัฒนาการของการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2513. อัดสำเนา.

อัมพร ลิขิตปัญญารัตน์. การใช้แบบทดสอบวัฒนธรรมเสมอภาควัดความสามารถทางสมองโดยทั่วไปของเด็กไทยวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. อัดสำเนา.

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

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

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

Cattell, Ramond B. Abilities : Their Structure, Growth, and Action. Boston : Houghton mifflin Co.,1971.

Cronbach, Lee J. Essentials of Psychological Testing. 3nd ed New York : Harper, 1970.

_____. Essentials of Psychological Testing. New York : Harper, 1960.

Dash, S.C., and Kanungo R. "Progressive Matrices and School Success," Psychological Abstracts. 35 : 393; June, 1961.

Edwards, Allen Louis. Statistical Methods for the behavioral sciences. New York : Rinehart, 1954.

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 Characteristices," Journal of Experimental Child Psychology. 39 : 107 - 103 ; 1985.

Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw Hill Book Company, 1971.

_____.Fundamental Statistics in Psychology and Education. 4 th ed. New York : McGraw-Hill, Co., 1965.

Hornke, Lutz F. and Michael W.Habon. "Rule Based Item Bank Construction and Evaluation Within the Linear Logistic Framework," Applied Psychological Measurement. 10 : 369 - 380 ; December, 1986.

Jacobs, Paul I. and Mary Vandeventer. "Evaluating the Teaching of Intelligence," Educational and Psychological Measurement. 32 : 235 - 248 ; 1972.

Keehn, J.D. and Prothro E. Terry. "Non - verbal Test as Predictors of Acadamic Success in Lebanon, "Educational and Psychological Measurement. 15 : 495-498 ; Winter, 1955.

Kerlinger, Fred N. and Elazar J. Pedhazur. Multiple Regression in Behavior Research. New York : Holt Rinehart and winston, Inc., 1973

Knie, Lotus M. and James B. Stroud. "Intercorrelation Among Various Intelligence, Achievement and Social class Scores, "The Jornal of Educational Psychology. 50 : 117 - 120 ; 1959.

Mulhollan, Timothhy H., James. Pellegrino, and Robert Glaser. "Components of Geometric Analgy Solution," Cognitive Psychology. 12 : 252 - 284 ; 1980.

Raven, J.C. Guide to the Standard Progressive Matrices : Set A, B, C, D and E. London : Levis, 1960.

Rimoldi, H.J. "A Note on Raven's Progressive Matrices Test," Educational and Psychogical Measurement. 8 : 347 - 352; Autumn, 1948.

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

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

Thurstone, Louis Lean. Multiple - Factor Analysis : a Development and Expersion of the Vector of Mind. The university of Chicago Press, 1974.

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ จากการทดลองสอบครั้งที่ 1

ตาราง 9 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.29	.24			ก*	.13	-.07	
	ข*	.38	.65			ข	.19	.17	
1	ค	.16	.24	ตัดทิ้ง	6	ค	.19	.29	ตัดทิ้ง
	ง	.06	.00			ง	.42	-.65	
	จ	.12	.17			จ	.07	.11	
	ก*	.39	.63			ก	.03	.06	
	ข	.08	.09			ข	.17	.30	
2	ค	.08	.02		7	ค	.25	.17	ตัดทิ้ง
	ง	.39	.41			ง	.19	-.13	
	จ	.06	.11			จ*	.36	.39	
	ก*	.37	.70			ก*	.39	.63	
	ข	.12	.09			ข	.06	.07	
3	ค	.19	.35		8	ค	.15	.07	
	ง	.27	.26			ง	.18	.24	
	จ	.04	.00			จ	.23	.24	
	ก	.13	.19			ก	.15	0.22	
	ข	.14	.17			ข	.05	-.02	
4	ค*	.53	.72		9	ค*	.48	.67	ตัดทิ้ง
	ง	.07	.15			ง	.19	.24	
	จ	.13	.22			จ	.13	.22	
	ก	.10	.13			ก	.07	-.11	
	ข*	.35	.48			ข	.07	.11	
5	ค	.24	.26		10	ค*	.44	.37	ตัดทิ้ง
	ง	.14	.09			ง	.26	.26	
	จ	.17	.00			จ	.15	.11	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.16	.28			ก*	.46	.78	
	ข*	.47	.76			ข	.13	.22	
11	ค	.09	.11		16	ค	.29	.39	
	ง	.22	.26			ง	.09	.11	
	จ	.06	.11			จ	.03	.06	
	ก	.06	.04			ก	.15	.26	
	ข	.24	.33			ข	.15	.04	
12	ค	.10	.09		17	ค*	.48	.59	
	ง	.19	.28			ง	.20	.26	
	จ*	.41	.74			จ	.02	.04	
	ก	.18	.24			ก	.04	.07	
	ข*	.51	.65			ข*	.43	.78	
13	ค	.04	.07		18	ค	.13	.07	
	ง	.26	.33			ง	.07	.11	
	จ	.02	.00			จ	.33	.52	
	ก	.05	.06			ก	.14	-.09	
	ข	.09	.00			ข*	.36	.50	
14	ค	.21	.24		19	ค	.13	.11	ตัดทิ้ง
	ง	.26	.26			ง	.10	-.02	
	จ*	.39	.56			จ	.27	.50	
	ก	.13	.15			ก	.00	.00	
	ข	.19	.22			ข*	.48	.85	
15	ค	.12	.24		20	ค	.10	.13	ตัดทิ้ง
	ง	.11	.22			ง	.07	.15	
	จ*	.45	.83			จ	.34	.57	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.44	.61			ก	.13	.15	
	ข	.05	.02			ข	.23	.32	
21	ค	.24	.30		26	ค	.14	.02	
	ง	.12	.09			ง*	.45	.50	
	จ	.16	.20			จ	.05	.02	
	ก	.17	.26			ก	.21	.28	
	ข	.06	.07			ข*	.35	.59	
22	ค	.26	.30		27	ค	.18	.13	
	ง	.10	.13			ง	.22	.11	
	จ*	.42	.76			จ	.04	.07	
	ก	.12	.24			ก	.08	.06	
	ข	.27	.17			ข	.31	.28	
23	ค	.14	-.06	ตัดทิ้ง	28	ค	.07	.15	
	ง	.16	.24			ง*	.46	.59	
	จ*	.24	.59			จ	.07	.11	
	ก	.10	.06			ก*	.41	.78	
	ข*	.50	.70			ข	.26	.41	
24	ค	.19	.26		29	ค	.08	.02	ตัดทิ้ง
	ง	017	.33			ง	.20	.37	
	จ	.05	.06			จ	.05	-.02	
	ก	.07	.00			ก	.19	.17	
	ข	.16	.28			ข	.14	.13	
55	ค*	.20	.22	ตัดทิ้ง	30	ค	.11	-.04	ตัดทิ้ง
	ง	.49	.02			ง	.24	.19	
	จ	.07	-.07			จ*	.32	.44	

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.22	.19			ก*	.19	.28	
	ข	.19	.11			ข	.28	.56	
31	ค	.10	.20		36	ค	.19	.22	ตัดทิ้ง
	ง*	.38	.54			ง	.20	-.04	
	จ	.11	.04			จ	.14	.09	
	ก*	.39	.70			ก	.04	.00	
	ข	.29	.32			ข	.19	.28	
32	ค	.05	.09		37	ค	.17	.15	ตัดทิ้ง
	ง	.22	.30			ง	.20	.30	
	จ	.06	.00			จ*	.40	.72	
	ก	.10	.13			ก	.10	.02	
	ข*	.41	.56			ข	.14	.20	
33	ค	.21	.17		38	ค*	.48	.52	ตัดทิ้ง
	ง	.14	.17			ง	.07	-.02	
	จ	.14	.09			จ	.21	.32	
	ก	.11	-.07			ก	.13	.04	
	ข	.36	.35			ข*	.55	.39	
34	ค	.13	.11	ตัดทิ้ง	39	ค	.17	.19	
	ง*	.32	.44			ง	.06	.00	
	จ	.08	.06			จ	.10	.17	
	ก	.11	.11			ก	.12	.17	
	ข	.18	.13			ข	.10	.17	
35	ค	.21	.24		40	ค*	.44	.72	
	ง*	.39	.63			ง	.21	.28	
	จ	.11	.15			จ	.13	.11	

ตาราง 10 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาตินผสม

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.04	.07			ก	.19	.30	
	ข	.01	.02			ข*	.55	.72	
1	ค	.05	.09		6	ค	.06	.00	
	ง	.19	.39			ง	.17	.33	
	จ*	.71	.57			จ	.05	.09	
	ก	.03	.02			ก	.09	.19	
	ข	.04	.07			ข	.07	.13	
2	ค	.05	.09		7	ค*	.79	.43	
	ง*	.80	.37			ง	.01	.02	
	จ	.09	.19			จ	.05	.09	
	ก*	.64	.43			ก	.03	.06	
	ข	.02	.04			ข*	.79	.33	
3	ค	.21	.13		8	ค	.03	.06	
	ง	.04	.07			ง	.03	.02	
	จ	.09	.19			จ	.14	.20	
	ก	.08	.13			ก*	.69	.54	
	ข	.03	.06			ข	.01	.02	
4	ค*	.79	.39		9	ค	.16	.24	
	ง	.03	.06			ง	.06	.11	
	จ	.07	.15			จ	.08	.17	
	ก	.07	.13			ก	.05	.09	
	ข	.07	.09			ข	.04	.04	
5	ค*	.81	.35	ตัดทิ้ง	10	ค	.06	.00	
	ง	.02	.04			ง	.61	.07	
	จ	05	.09			จ*	.25	.20	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.08	.17			ก*	.87	.24	
	ข	.07	.13			ข	.03	.02	
11	ค	.07	.09		16	ค	.02	.04	ตัดทิ้ง
	ง*	.76	.44			ง	.08	.17	
	จ	.03	.06			จ	.01	.02	
	ก	.04	.07			ก	.18	.28	
	ข	.08	.09			ข	.09	.15	
12	ค	.04	.07	ตัดทิ้ง	17	ค*	.60	.69	
	ง	.00	.00			ง	.03	.06	
	จ*	.84	.24			จ	.10	.20	
	ก	.02	.04			ก	.07	.06	
	ข	.02	.04			ข*	.82	.22	
13	ค	.07	.13	ตัดทิ้ง	18	ค	.06	.07	ตัดทิ้ง
	ง	.07	.30			ง	.01	.02	
	จ*	.83				จ	.06	.07	
	ก*	.81	.35			ก	.03	.02	
	ข	.01	.02			ข	.02	.04	
14	ค	.08	.13	ตัดทิ้ง	19	ค	.14	.17	
	ง	.07	.13			ง	.23	.09	
	จ	.04	.07			จ*	.58	.32	
	ก	.09	.15			ก	.25	.39	
	ข	.04	.07			ข	.04	.07	
15	ค*	.78	.41		20	ค	.05	.09	
	ง	.07	.15			ง*	.64	.61	
	จ	.02	.04			จ	.03	.06	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.12	.13			ก	.02	.04	
	ข*	.78	.30			ข	.19	.37	
21	ค	.04	.04	ตัดทิ้ง	26	ค	.02	.04	
	ง	.00	.00			ง*	.72	.56	
	จ	.07	.13			จ	.06	.11	
	ก	.07	.15			ก	.18	.20	
	ข	.11	.22			ข*	.46	.63	
22	ค	.07	.13		27	ค	.02	.00	
	ง	.04	.04			ง	.32	.39	
	จ*	.71	.54			จ	.02	.04	
	ก	.06	.11			ก	.01	.02	
	ข	.06	.11			ข	.04	.07	
23	ค	.03	.06	ตัดทิ้ง	28	ค	.00	.00	ตัดทิ้ง
	ง*	.82	.33			ง	.03	.02	
	จ	.05	.06			จ*	.93	.11	
	ก*	.77	.39			ก	.29	.09	
	ข	.03	.06			ข	.03	.02	
24	ค	.02	.04		29	ค*	.47	.46	ตัดทิ้ง
	ง	.14	.24			ง	.01	-.02	
	จ	.05	.06			จ	.20	.37	
	ก*	.66	.32			ก	.04	.04	
	ข	.00	.00			ข*	.87	.19	
25	ค	.06	.00	ตัดทิ้ง	30	ค	.03	.02	ตัดทิ้ง
	ง	.03	.06			ง	.02	.04	
	จ	.26	.26			จ	.05	.09	

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.02	.04			ก*	.78	.41	
	ข	.05	.09			ข	.02	.04	
31	ค	.11	.19		36	ค	.08	.17	
	ง	.05	.09			ง	.07	.11	
	จ*	.78	.41			จ	.05	.09	
	ก*	.65	.56			ก	.19	.32	
	ข	.06	.11			ข	.08	.06	
32	ค	.06	.04		37	ค	.04	.07	
	ง	.02	.04			ง	.05	.09	
	จ	.22	.37			จ*	.64	.54	
	ก	.16	.32			ก*	.47	.61	
	ข	.05	.09			ข	.09	.11	
33	ค	.03	.06		38	ค	.12	.09	
	ง	.11	.22			ง	.17	.11	
	จ*	.66	..69			จ	.15	.30	
	ก	.06	.11			ก	.13	.22	
	ข*	.61	.26			ข	..5	.06	
34	ค	.08	.17	ตัดทิ้ง	39	ค	.10	.17	
	ง	.07	.15			ง*	.60	.65	
	จ	.18	-.17			จ	.12	.20	
	ก	.09	.19			ก	.94	.35	
	ข	.03	.06			ข	.00	.00	
35	ค	.05	.09	ตัดทิ้ง	40	ค*	.67	.56	ตัดทิ้ง
	ง	.09	.06			ง	.10	.13	
	จ*	.03	.39			จ	.04	.07	

ตาราง 11 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.85	.30			ก	.09	.19	
	ข	.02	.04			ข	.02	.04	
1	ค	.06	.11	ปรับปรุง	6	ค	.03	.06	ปรับปรุง
	ง	.07	.15			ง*	.84	.32	
	จ	.00	.00			จ	.02	.04	
	ก	.03	.06			ก	.04	.07	
	ข	.07	.13			ข	.07	.15	
2	ค	.07	.13	ปรับปรุง	7	ค	.07	.13	
	ง*	.81	.39			ง	.06	.11	
	จ	.04	.07			จ*	.77	.46	
	ก	.06	.11			ก	.02	.04	
	ข	.12	.13			ข*	.84	.32	
3	ค*	.78	.33		8	ค	.00	.00	ปรับปรุง
	ง	.02	.04			ง	.09	.19	
	จ	.03	.06			จ	.05	.09	
	ก*	.70	.56			ก	.07	.13	
	ข	.05	.09			ข	.120	.24	
4	ค	.13	.22		9	ค*	.74	.52	
	ง	.06	.11			ง	.03	.06	
	จ	.07	.13			จ	.05	.09	
	ก*	.78	.44			ก	.11	.22	
	ข	.04	.07			ข	.05	.09	
5	ค	.08	.17		10	ค*	.78	.44	
	ง	.06	.11			ง	.04	.07	
	จ	.05	.09			จ	.03	.06	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.82	.37			ก	.01	.02	
	ข	.07	.15			ข*	.89	.22	
11	ค	.02	.04	ปรับปรุง	16	ค	.01	.02	ปรับปรุง
	ง	.06	.11			ง	.07	.15	
	จ	.04	.07			จ	.02	.04	
	ก*	.84	.32			ก	.14	.20	
	ข	.07	.13			ข	.04	.07	
12	ค	.06	.11	ปรับปรุง	17	ค	.07	.15	
	ง	.03	.06			ง*	.70	.52	
	จ	.01	.02			จ	..05	.09	
	ก	.02	.07			ก	.04	.07	
	ข*	.86	.28			ข	.07	.15	
13	ค	.04	..07	ปรับปรุง	18	ค*	.79	.43	
	ง	.01	.02			ง	.03	.06	
	จ	.07	.15			จ	.07	.15	
	ก*	.80	.41			ก	.09	.19	
	ข	.03	.06			ข*	.80	.41	
14	ค	.03	.06		19	ค	.02	.04	
	ง	.03	.06			ง	.05	.09	
	จ	.12	.24			จ	.05	.09	
	ก	.08	.17			ก	.04	.07	
	ข	.02	.04			ข*	.82	.37	
15	ค	.05	.09		20	ค	.02	.04	ปรับปรุง
	ง	.08	.17			ง	.03	.06	
	จ*	.77	.46			จ	.10	.20	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.01	.02			ก	.11	.19	
	ข	.03	..06			ข	.04	.07	
21	ค*	.85	.30	ปรับปรุง	26	ค	.05	.09	
	ง	.09	.19			ง*	.76	.44	
	จ	.02	.04			จ	.05	.09	
	ก	.00	.00			ก	.05	.09	
	ข	.04	.04			ข*	.86	.28	
22	ค	.03	.02	ปรับปรุง	27	ค	.01	.02	
	ง	.15	.30			ง	.02	.04	
	จ*	.79	.35			จ	.07	.13	
	ก*	.79	.43			ก	.07	.07	
	ข	.09	.19			ข	.12	.24	
23	ค	.06	.11		28	ค	.07	.15	
	ง	.01	.02			ง	.05	.09	
	จ	.06	.11			จ*	.69	.56	
	ก	.03	.06			ก	.05	.09	
	ข*	.77	.46			ข	.03	.06	
24	ค	.07	.13		29	ค	.07	.13	ตัดทิ้ง
	ง	.05	.09			ง*	.83	.26	
	จ	.09	.19			จ	.03	-.02	
	ก	.02	.04			ก*	.71	.50	
	ข	.07	.15			ข	.09	.11	
25	ค*	.85	.30	ปรับปรุง	30	ค	.12	.24	
	ง	.03	.06			ง	.06	.11	
	จ	.03	.06			จ	.02	.04	

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.87	.26			ก	.07	.15	
	ข	.07	.15			ข*	.82	.20	
31	ค	.01	.02	ตัดทิ้ง	36	ค	.08	.02	ตัดทิ้ง
	ง	.02	.04			ง	.01	.02	
	จ	.03	.06			จ	.01	.02	
	ก	.04	.07			ก	.13	.26	
	ข	.06	.11			ข*	.66	.65	
32	ค	.04	.07	ปรับปรุง	37	ค	.14	.24	ตัดทิ้ง
	ง*	.84	.32			ง	.02	.04	
	จ	.03	.06			จ	.06	.11	
	ก	.07	.13			ก	.07	.13	
	ข*	.85	.30			ข	.03	.06	
33	ค	.03	.0.6	ปรับปรุง	38	ค*	.86	.28	ตัดทิ้ง
	ง	.04	.07			ง	.03	.06	
	จ	.02	.04			จ	.02	.04	
	ก*	.82	.37			ก*	.78	.41	
	ข	.05	.09			ข	.05	.06	
34	ค	.05	.09	ปรับปรุง	39	ค	.09	.19	
	ง	.01	.02			ง	.04	.07	
	จ	.09	.17			จ	.05	.09	
	ก	.02	.04			ก	.02	.04	
	ข	.07	.13			ข	.06	.07	
35	ค*	.87	.26	ตัดทิ้ง	40	ค	.04	.07	ตัดทิ้ง
	ง	.04	.07			ง*	.03	-.02	
	จ	.01	.02			จ	.86	-.20	

ตาราง 12 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.69	.59			ก	.04	.07	
	ข	.04	.07			ข	.05	.02	
1	ค	.06	.07		6	ค*	.89	.15	ตัดทิ้ง
	ง	.05	.09			ง	.00	.00	
	จ	.18	.35			จ	.03	.06	
	ก*	.67	.48			ก	.17	.33	
	ข	.02	.00			ข	.09	.19	
2	ค	.21	.39	ตัดทิ้ง	7	ค	.08	.17	
	ง	.065	.02			ง	.05	.02	
	จ	.04	.07			จ*	.61	70	
	ก	.06	.00			ก	.07	.13	
	ข	.29	.54			ข*	.55	.43	
3	ค	.10	.09	ตัดทิ้ง	8	ค	.07	.07	ตัดทิ้ง
	ง*	.52	.63			ง	.23	.06	
	จ	.04	.00			จ	.08	.17	
	ก	.03	.06			ก*	.62	.65	
	ข	.04	.07			ข	.08	.17	
4	ค*	.71	.57		9	ค	.06	.11	
	ง	.12	.24			ง	.18	.24	
	จ	.10	.20			จ	.07	.13	
	ก	.28	.19			ก	.07	.15	
	ข*	.51	.54			ข*	.53	.50	
5	ค	.08	.17		10	ค	.26	.19	
	ง	.06	.04			ง	.02	.04	
	จ	.07	.15			จ	.12	.13	

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.03	.06			ก	.12	.20	
	ข	.07	.11			ข	.08	.17	
11	ค	.09	.11		16	ค	.07	.15	
	ง*	.61	.59			ง	.17	.15	
	จ	.19	.32			จ*	.56	.67	
	ก*	.14	.61			ก	.13	.15	
	ข	.19	.30			ข*	.66	.57	
12	ค	.18	.20		17	ค	.07	.13	
	ง	.16	.09			ง	.04	.07	
	จ	.05	.02			จ	.11	.22	
	ก*	.71	.46			ก	.18	.02	
	ข	.06	.04			ข*	.33	.48	
13	ค	.07	.13	ตัดทิ้ง	18	ค	.26	.37	ตัดทิ้ง
	ง	.03	.02			ง	.10	.09	
	จ	.14	.28			จ	.13	.00	
	ก	.07	.15			ก	.07	.11	
	ข	.08	.13			ข	.07	.13	
14	ค*	.65	.63		19	ค*	.79	.39	ตัดทิ้ง
	ง	.07	.13			ง	.05	.09	
	จ	.13	.22			จ	.03	.06	
	ก	.14	.28			ก*	.69	.57	
	ข	.11	.22			ข	.07	.11	
15	ค	.06	.11	ตัดทิ้ง	20	ค	.02	.04	
	ง	.07	.00			ง	.12	.24	
	จ*	.62	.61			จ	.09	.19	

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.14	.28			ก	.19	.15	
	ข	.02	.04			ข	.06	.11	
21	ค	.06	.11		26	ค*	.59	.59	
	ง	.07	.15			ง	.03	.06	
	จ*	.71	.57			จ	.14	.28	
	ก	.24	.11			ก	.11	.22	
	ข	.11	.15			ข*	.74	.52	
22	ค	.12	.20		27	ค	.10	.20	
	ง*	.47	.50			ง	.03	.06	
	จ	.06	.04			จ	.02	.04	
	ก	.18	.20			ก*	.59	.63	
	ข*	.47	.69			ข	.07	.13	
23	ค	.13	.15		28	ค	.20	.37	
	ง	.17	.22			ง	.08	.09	
	จ	.06	.11			จ	.06	.04	
	ก	.09	.00			ก	.21	-.20	
	ข	.07	.15			ข	.12	.24	
24	ค	.12	.24	ตัดทิ้ง	29	ค*	.40	.52	ตัดทิ้ง
	ง*	.65	.41			ง	.19	.33	
	จ	.07	02			จ	.07	.15	
	ก	.03	.06			ก	.07	.15	
	ข	.16	.32			ข	.18	.32	
25	ค	.11	.22	ตัดทิ้ง	30	ค	.06	.11	
	ง	.07	.00			ง	.03	.06	
	จ*	.63	.59			จ*	.67	.63	

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.07	.02			ก	.06	.11	
	ข*	.68	.50			ข	.07	.15	
31	ค	.05	06		36	ค*	.73	.46	
	ง	.18	.35			ง	.06	.04	
	จ	.04	.07			จ	.08	.17	
	ก	.17	.30			ก	.12	.24	
	ข	.10	20			ข	.15	.04	
32	ค	.07	.00	ตัดทิ้ง	37	ค	.07	.09	
	ง*	.59	.63			ง*	.61	.48	
	จ	.07	.13			จ	.06	.11	
	ก	.06	.11			ก*	.71	.54	
	ข	.03	.06			ข	.10	.17	
33	ค*	.75	.50		38	ค	.08	.17	
	ง	.10	.20			ง	.01	.02	
	จ	.07	.13			จ	.09	.19	
	ก	.18	.09			ก*	.11	-.185	
	ข	.23	.20			ข	.08	.130	
34	ค*	.42	.28	ตัดทิ้ง	39	ค	.34	-.28	ตัดทิ้ง
	ง	.10	.06			ง	.26	-.11	
	จ	.07	.11			จ	.20	.07	
	ก	.17	-.07			ก	.07	.04	
	ข*	.52	.37			ข*	.57	.50	
35	ค	.16	.24	ตัดทิ้ง	40	ค	.14	.24	
	ง	.07	.07			ง	.19	.17	
	จ	.08	.13			จ	.03	.06	

ตาราง 13 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.04	.04			ก	.20	.19	
	ข*	.69	.37			ข	.09	.15	
1	ค	.04	.00	ตัดทิ้ง	6	ค	.14	.28	ตัดทิ้ง
	ง	.14	.17			ง*	.49	.69	
	จ	.10	.17			จ	.07	.07	
	ก	.07	.02			ก*	.55	.87	
	ข	.19	.26			ข	.13	.22	
2	ค*	.44	.74		7	ค	.07	.15	
	ง	.10	.20			ง	.15	.30	
	จ	.20	.26			จ	.10	.20	
	ก	.07	.13			ก*	.55	722	
	ข	..07	.13			ข	.07	.13	
3	ค	.17	.33	ตัดทิ้ง	8	ค	.16	.24	
	ง	.18	-.06			ง	.13	.26	
	จ*	.53	.54			จ	.10	.09	
	ก	.05	.09			ก	.07	.15	
	ข*	.64	.65			ข	.18	.02	
4	ค	.12	.17	ตัดทิ้ง	9	ค*	.50	.56	ตัดทิ้ง
	ง	.12	.24			ง	.13	.15	
	จ	.07	.15			จ	.12	.24	
	ก	.22	.04			ก	.15	.07	
	ข	.09	.15			ข	.07	.06	
5	ค*	.46	.56	ตัดทิ้ง	10	ค	.14	.08	ตัดทิ้ง
	ง	.11	.15			ง	.19	.28	
	จ	.11	.22			จ*	.45	.69	

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.12	.20			ก	.06	.11	
	ข	.14	.20			ข	.11	.19	
11	ค*	.51	.83		16	ค*	.61	.74	
	ง	.06	.07			ง	.13	.26	
	จ	.18	.35			จ	.09	.19	
	ก	.10	.17			ก	.05	.09	
	ข*	.53	.91			ข	..09	.19	
12	ค	.18	.35		17	ค	.12	.24	
	ง	.10	.20			ง	.29	.32	
	จ	.09	.19			จ*	.45	.83	
	ก	.06	.07			ก*	.64	.72	
	ข	.10	.20			ข	.04	.07	
13	ค	.13	.26		18	ค	.12	.24	
	ง*	.58	.80			ง	.12	.24	
	จ	.13	.26			จ	.08	.17	
	ก	.05	-.02			ก	.14	.28	
	ข*	.61	.59			ข	.13	.22	
14	ค	.11	.15	ตัดทิ้ง	19	ค	.11	.22	
	ง	.07	.13			ง	.05	.06	
	จ	.17	.33			จ*	.57	.78	
	ก*	.50	.74			ก*	.62	.76	
	ข	..10	.17			ข	.07	.15	
15	ค	.15	.07		20	ค	.14	.28	
	ง	.21	.43			ง	.06	.11	
	จ	.04	.07			จ	.11	.22	

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.07	.15			ก	.13	.04	
	ข	.12	.24			ข	.06	.11	
21	ค*	.63	.74		26	ค	.21	.43	ตัดทิ้ง
	ง	.08	.17			ง*	.54	.70	
	จ	.09	.19			จ	.07	.13	
	ก	.07	.15			ก	.06	.11	
	ข*	.57	.85			ข*	.54	.89	
22	ค	.25	.50		27	ค	.13	.26	
	ง	.08	.17			ง	.19	.33	
	จ	.02	.04			จ	.09	.19	
	ก	.07	15			ก	.16	.20	
	ข	.11	.19			ข	.16	.24	
23	ค	.06	.11		28	ค*	.50	.82	
	ง	.19	.33			ง	.05	.09	
	จ*	.57	.78			จ	.14	.28	
	ก	.06	11			ก	.21	.39	
	ข	.09	.19			ข*	.57	.70	
24	ค*	.61	.78		29	ค	.08	.09	ตัดทิ้ง
	ง	.12	.24			ง	.11	.19	
	จ	.12	.24			จ	.02	.04	
	ก*	.57	.85			ก	.07	.15	
	ข	.12	..24			ข	.14	.28	
25	ค	.09	.19		30	ค	.10	.20	
	ง	.08	.17			ง	.11	.19	
	จ	.13	.26			จ*	.57	.82	

ตาราง 13 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.56	.78			ก	.07	.15	
	ข	.07	.11			ข	.07	.15	
31	ค	.13	.26		36	ค*	.66	.61	ตัดทิ้ง
	ง	.15	.22			ง	.11	.15	
	จ	.09	.19			จ	.08	.17	
	ก	.11	.22			ก	.12	.09	
	ข	.10	.20			ข	.11	.22	
32	ค	.11	.22		37	ค*	.64	.57	ตัดทิ้ง
	ง*	.61	.78			ง	.08	.17	
	จ	.07	.13			จ	.05	.09	
	ก	.11	.19			ก	.19	.37	
	ข*	.61	.74			ข*	.56	.82	
33	ค	.08	.17		38	ค	.09	.15	
	ง	.08	.17			ง	.04	.04	
	จ	.11	.22			จ	.13	.26	
	ก	.13	.15			ก	.10	.20	
	ข	.130	.22			ข	.03	.06	
34	ค	.09	.19	ตัดทิ้ง	39	ค	.14	.28	
	ง	.09	.15			ง	.19	.33	
	จ*	.56	.70			จ*	.55	.87	
	ก	.09	00			ก	.15	.15	
	ข	.06	.11			ข	.21	.39	
35	ค*	.52	.74	ตัดทิ้ง	40	ค*	.51	.65	ตัดทิ้ง
	ง	.15	.26			ง	.07	.15	
	จ	.19	.37			จ	.06	-.04	

ตาราง 14 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.00	.00			ก	.08	.17	
	ข	.00	.00			ข	.08	.13	
1	ค*	.04	.00	ตัดทิ้ง	6	ค	.18	.28	
	ง	.94	-.02			ง*	.64	.61	
	จ	.03	-.02			จ	.02	.4	
	ก	.07	.15			ก	.00	.00	
	ข*	.71	.39			ข	.07	11	
2	ค	.03	.02		7	ค*	.87	.19	ตัดทิ้ง
	ง	.07	.07			ง	.07	.07	
	จ	.11	.15			จ	.00	.00	
	ก	.14	.17			ก	.06	.11	
	ข*	.72	.35			ข	.07	.15	
3	ค	.07	.07	ปรับปรุง	8	ค	.06	.11	
	ง	.00	.00			ง*	.79	.39	
	จ	.07	.11			จ	.03	.02	
	ก	.39	.52			ก	.00	.00	
	ข	.05	.09			ข	.07	.11	
4	ค	.00	.00	ปรับปรุง	9	ค	.12	.13	ปรับปรุง
	ง	.05	06			ง	.06	.11	
	จ*	.06	.67			จ*	.75	.35	
	ก*	.82	.33			ก	.04	.00	
	ข	..01	.02			ข	.15	.30	
5	ค	.10	.17	ตัดทิ้ง	10	ค	.04	.07	ปรับปรุง
	ง	.07	.15.00			ง*	.71	.35	
	จ	.00				จ	.07	.02	

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.00	.00			ก*	.65	11	
	ข	.09	.00			ข	.18	.02	
11	ค	.14	.17		16	ค	.09	.07	ตัดทิ้ง
	ง*	.69	.20			ง	.07	-.02	
	จ	.07	.04			จ	.02	.04	
	ก	.14	.20			ก*	.36	.09	
	ข	.18	.28			ข	.09	.00	
12	ค*	.49	.76	ตัดทิ้ง	17	ค	.24	-.26	ตัดทิ้ง
	ง	.10	.17			ง	.20	.19	
	จ	.09	.11			จ	.10	.17	
	ก	.07	.06			ก*	.44	.57	
	ข	.15	.30			ข	.17	.22	
13	ค	.06	.11		18	ค	.21	.39	ปรับปรุง
	ง	.17	.04			ง	.16	-.09	
	จ*	.57	.50			จ	.03	.06	
	ก	.42	.09			ก	.31	.32	
	ข	.14	.24			ข	.22	.07	
14	ค*	.27	.32	ปรับปรุง	19	ค*	.32	.46	ปรับปรุง
	ง	.17	-.04			ง	.15	.07	
	จ	.01	.02			จ	.00	.00	
	ก	.34	-.13			ก	.20	.04	
	ข*	.21	.13			ข	.17	.04	
15	ค	.17	.22	ตัดทิ้ง	20	ค*	.21	.17	ตัดทิ้ง
	ง	.20	.00			ง	.29	-.09	
	จ	.07	.04			จ	.13	.19	

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.21	.06			ก	.05	.06	
	ข	.32	.24			ข	.24	.26	
21	ค	.12	.02		26	ค	.19	.22	ปรับปรุง
	ง*	.19	.35			ง*	.49	.46	
	จ	.06	.04			จ	.04	-.07	
	ก*	.37	.22			ก	.19	.00	
	ข	.29	.06			ข	.07	.07	
22	ค	.22	.07		27	ค*	.48	.33	ปรับปรุง
	ง	.08	.09			ง	.14	.17	
	จ	.04	.00			จ	.12	.09	
	ก	.08	.17			ก	.18	.09	
	ข	.15	.26			ข	.12	.17	
23	ค*	.51	.68		28	ค*	.52	.59	
	ง	.13	.04			ง	.09	.15	
	จ	.13	.22			จ	.09	.19	
	ก*	.42	.20			ก	.29	-.02	
	ข	.13	.22			ข	.13	.04	
24	ค	.25	-.20	ปรับปรุง	29	ค	.07	.11	ปรับปรุง
	ง	.08	-.02			ง*	.42	.24	
	จ	.12	.20			จ	.09	.11	
	ก	.13	.26			ก	.06	.07	
	ข	.14	.06			ข	.34	.39	
25	ค	.13	.04		30	ค	.27	-.17	ปรับปรุง
	ง	.17	.22			ง*	.22	.26	
	จ*	.44	.57			จ	.11	-.04	

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.19	.24			ก	.12	.20	
	ข*	.44	.35			ข	.07	.04	
31	ค	.17	-.04	ปรับปรุง	36	ค	.11	.11	
	ง	.14	06			ง	.21	.06	
	จ	.07	.09			จ*	.48	.41	
	ก	.11	15			ก*	.41	.59	
	ข*	.18	.24			ข	.23	.09	
32	ค	.35	.26	ตัดทิ้ง	37	ค	.21	.20	
	ง	.25	-.06			ง	.09	.19	
	จ	.11	-.11			จ	.06	.11	
	ก	.27	.02			ก	.40	-.17	
	ข	.20	.04			ข	.13	.11	
33	ค*	.28	.04	ตัดทิ้ง	38	ค*	.35	.15	ตัดทิ้ง
	ง	.15	-.04			ง	.06	.07	
	จ	.10	.02			จ	.07	.13	
	ก	.17	.15			ก	.08	.09	
	ข	.11	.19			ข	.33	.11	
34	ค	.12	.20		39	ค*	.33	.33	ปรับปรุง
	ง	.08	.17			ง	.20	.15	
	จ*	.52	.70			จ	.05	-.02	
	ก	.13	19			ก	.19	.17	
	ข	.15	.22			ข	.13	.07	
35	ค*	.34	.35	ปรับปรุง	40	ค	.32	06	
	ง	.18	.06			ง*	.27	.35	
	จ	.20	-.11			จ	.08	.06	

ตาราง 15 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผล

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.08	.09			ก	.00	.00	
	ข*	.56	.41			ข	.10	.13	
1	ค	.15	.22	ปรับปรุง	6	ค*	.79	.35	ปรับปรุง
	ง	.00	.00			ง	.11	.22	
	จ	.21	.09			จ	.00	.00	
	ก	.02	.04			ก	.25	.35	
	ข	.07	.15			ข	.17	.11	
2	ค	.07	.06	ปรับปรุง	7	ค	.13	-.07	ปรับปรุง
	ง*	.82	.30			ง	.04	.00	
	จ	.02	.04			จ*	.42	.39	
	ก	.12	.24			ก	.17	.15	
	ข*	.53	.43			ข	.13	.04	
3	ค	.28	.15		8	ค	.07	.15	
	ง	.06	.00			ง	.41	.00	
	จ	.02	.04			จ*	.22	.33	
	ก	.22	-.07			ก	.14	-.06	
	ข	.10	.09			ข	.25	.35	
4	ค	.30	.00	ตัดทิ้ง	9	ค*	.27	.32	ปรับปรุง
	ง*	.35	.00			ง	.14	.13	
	จ	.03	-.02			จ	.20	-.11	
	ก	.45	.20			ก	.36	.20	
	ข*	.26	.33			ข	.14	.20	
5	ค	.05	.02	ปรับปรุง	10	ค*	.43	.48	
	ง	.10	.13			ง	.07	.06	
	จ	.14	-.02			จ	.01	.02	

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.30	.04			ก	.36	-.20	
	ข	.15	.04			ข	.15	.22	
11	ค	.16	.17		16	ค*	.20	.33	ปรับปรุง
	ง	.14	.06			ง	.22	.19	
	จ*	.26	.30			จ	.07	.13	
	ก	.10	.06			ก	.21	.24	
	ข	.08	.17			ข*	.38	.50	
12	ค	.24	.26		17	ค	.24	.15	
	ง	.11	.11			ง	.07	.11	
	จ*	.46	.59			จ	.09	.00	
	ก*	.53	.50			ก	.31	-.24	
	ข	.25	.13			ข	.00	.00	
13	ค	.05	.09		18	ค	.24	.19	ปรับปรุง
	ง	.08	.17			ง*	.12	.24	
	จ	.09	.11			จ	.33	.30	
	ก	.05	-.06			ก	.07	.11	
	ข	.07	.07			ข	.09	.19	
14	ค	.26	.15	ปรับปรุง	19	ค*	.14	.24	ปรับปรุง
	ง	.19	.06			ง	.28	.00	
	จ*	.43	.22			จ	.42	-.06	
	ก	.08	-.02			ก	.09	.19	
	ข	.09	.11			ข	.10	.20	
15	ค*	.18	.09	ปรับปรุง	20	ค	.32	-.06	ปรับปรุง
	ง	.13	.04			ง*	.42	.35	
	จ	.52	-.04			จ	.07	.02	

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.19	.09			ก*	.26	.26	
	ข*	.32	.24			ข	.17	.07	
21	ค	.22	.26	ปรับปรุง	26	ค	.29	.28	ปรับปรุง
	ง	.23	-.06			ง	.24	-.11	
	จ	.03	-.06			จ	.05	.02	
	ก*	.67	.48			ก	.16	.06	
	ข	.11	.15			ข	.03	.06	
22	ค	.16	.28		27	ค*	.53	.46	
	ง	.06	.04			ง	.21	.20	
	จ	.01	.02			จ	.07	.15	
	ก	.15	.30			ก	.15	.22	
	ข	.01	.02			ข	.17	.04	
23	ค*	.19	.28	ปรับปรุง	28	ค*	.07	-.06	ตัดทิ้ง
	ง	.33	.15			ง	.12	-.06	
	จ	.32	-.19			จ	.50	-.26	
	ก*	.28	.33			ก	.06	.11	
	ข	.04	.07			ข	.19	.15	
24	ค	.55	.02		29	ค*	.11	-.04	ตัดทิ้ง
	ง	.05	.06			ง	.06	-.04	
	จ	.09	.19			จ	.59	-.26	
	ก	.23	.24			ก*	.57	.32	
	ข	.12	.13			ข	.09	.11	
25	ค	.08	-.02	ปรับปรุง	30	ค	.21	.17	ปรับปรุง
	ง	.24	-.04			ง	.07	-.06	
	จ*	.32	.32			จ	.07	.09	

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก*	.27	.28			ก	.39	-.11	
	ข	.16	.06			ข	.13	-.04	
31	ค	.19	.17	ปรับปรุง	36	ค*	.10	-.06	ตัดทิ้ง
	ง	.14	-.09			ง	.19	-.02	
	จ	.24	.15			จ	.19	.11	
	ก*	.13	.04			ก	.13	.11	
	ข	.19	.22			ข	.07	.07	
32	ค	.31	.06	ตัดทิ้ง	37	ค*	.19	-.06	ตัดทิ้ง
	ง	.31	-.28			ง	.29	.02	
	จ	.07	.04			จ	.32	-.26	
	ก	.08	.02			ก	.07	.13	
	ข	.17	.15			ข	.08	.09	
33	ค	.51	-.13	ตัดทิ้ง	38	ค	.18	.13	
	ง*	.18	-.06			ง	.07	.02	
	จ	.07	-.09			จ*	.61	.37	
	ก*	.07	-.11			ก	.19	.06	
	ข	.38	.02			ข	.04	.074	
34	ค	.07	.00	ตัดทิ้ง	39	ค*	.27	.17	ปรับปรุง
	ง	.12	.13			ง	.23	.13	
	จ	.35	-.26			จ	.27	-.09	
	ก	.30	.00			ก	.21	.02	
	ข	.02	.04			ข	.23	-.02	
35	ค	.05	.09	ปรับปรุง	40	ค	.19	.24	ตัดทิ้ง
	ง	.17	.04			ง	.16	-.09	
	จ*	.47	.17			จ*	.20	.15	

ตาราง 16 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบทดสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.41	.48			ก*	.26	.15	
	ข	.01	.02			ข	.24	.22	
1	ค*	.58	.50	ปรับปรุง	6	ค	.38	-.15	ตัดทิ้ง
	ง	.00	.00			ง	.07	-.02	
	จ	.00	.00			จ	.05	.09	
	ก	.10	.20			ก	.04	.00	
	ข	.20	.33			ข	.08	.17	
2	ค*	.52	.67		7	ค	.07	.06	
	ง	.07	.13			ง*	.76	.33	
	จ	.11	.00			จ	.06	.11	
	ก	.02	.04			ก	.47	20	
	ข*	.65	.15			ข*	.34	.39	
3	ค	.25	-.06	ตัดทิ้ง	8	ค	.15	.22	ปรับปรุง
	ง	.03	.06			ง	.03	-.06	
	จ	.06	.11			จ	.01	.02	
	ก	.28	22			ก	.20	-.11	
	ข*	.54	.37			ข	.16	.17	
4	ค	.10	.09		9	ค*	.52	.32	ปรับปรุง
	ง	.06	.00			ง	.20	.22	
	จ	.03	.06			จ	.02	.04	
	ก*	.47	.76			ก	.08	.02	
	ข	.11	.19			ข	.23	.32	
5	ค	.04	.04		10	ค*	.29	.24	ปรับปรุง
	ง	.32	.41			ง	.32	-.11	
	จ	.07	.13			จ	.08	.02	

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.13	.11			ก	.33	-.04	
	ข	.22	-.15			ข	.14	-.06	
11	ค*	.25	.28	ปรับปรุง	16	ค	.12	.17	ตัดทิ้ง
	ง	.12	.10			ง	.15	.11	
	จ	.28	.11			จ*	.26	.19	
	ก*	.37	.41			ก	.17	.26	
	ข	.14	.09			ข	.11	.11	
12	ค	.33	.22	ปรับปรุง	17	ค*	.57	.67	
	ง	.08	.17			ง	.09	.19	
	จ	.07	-.07			จ	.06	.11	
	ก	.12	.09			ก*	.72	.41	
	ข	.11	.15			ข	.05	.09	
13	ค	.49	.09	ตัดทิ้ง	18	ค	.12	.24	
	ง	.13	-.07			ง	.07	.04	
	จ*	.15	.26			จ	.04	.04	
	ก	.17	.00			ก	.16	.17	
	ข*	.61	.37			ข	.12	.17	
14	ค	.08	.09	ปรับปรุง	19	ค	.17	.15	
	ง	.14	.28			ง	.20	.00	
	จ	.00	.00			จ*	.35	.48	
	ก	.05	.09			ก	.14	-.02	
	ข*	.72	.37			ข*	.18	.17	
15	ค	.07	.04		20	ค	.22	.26	ตัดทิ้ง
	ง	.08	.09			ง	.23	.35	
	จ	.08	.15			จ	.23	-.43	

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.19	00			ก	.12	.09	
	ข	.23	.20			ข	17	.33	
21	ค*	.16	.13	ตัดทิ้ง	26	ค*	.55	.76	
	ง	.28	-.26			ง	.10	.20	
	จ	.15	.19			จ	.07	.13	
	ก	.13	.15			ก	.13	.26	
	ข*	.33	.59			ข*	.53	.61	
22	ค	.23	.24		27	ค	.11	.11	
	ง	.16	.13			ง	.08	.17	
	จ	.15	.07			จ	.15	07	
	ก	12	.02			ก	.07	.11	
	ข*	.19	-.33			ข	.15	.22	
23	ค	.44	-.43	ตัดทิ้ง	28	ค	.23	.17	ปรับปรุง
	ง	.20	-.04			ง	.23	-.20	
	จ	.06	.11			จ*	.32	.30	
	ก	.10	.09			ก	.02	.04	
	ข	.12	.20			ข	.14	.17	
24	ค	.17	.33		29	ค*	.55	.43	
	ง*	.56	.74			ง	.12	.06	
	จ	.06	.11			จ	.18	.17	
	ก*	.47	.72			ก	.12	.24	
	ข	.17	.15			ข*	.32	.06	
25	ค	.13	.26		30	ค	.13	.11	ตัดทิ้ง
	ง	.09	19			ง	.19	.06	
	จ	.14	.13			จ	.23	.24	

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ	ข้อ	ตัวเลือก	p	r	หมายเหตุ
	ก	.08	.17			ก	.18	.32	
	ข	.07	.13			ข*	.54	.48	
31	ค*	.65	.70		36	ค	.04	.07	ปรับปรุง
	ง	.07	.15			ง	.07	.15	
	จ	.13	.26			จ	.18	.06	
	ก	.08	.17			ก	.07	.07	
	ข	.21	.35			ข	.03	.06	
32	ค	.07	.11		37	ค	.26	.04	
	ง	.07	.13			ง*	.47	.50	
	จ*	.57	.76			จ	.17	.33	
	ก	.08	.17			ก	.10	.17	
	ข	.05	.09			ข*	.64	.61	
33	ค	.21	.43		38	ค	.06	.07	
	ง*	.60	.76			ง	.10	.17	
	จ	.06	.07			จ	.10	.20	
	ก	.46	.26			ก*	.20	.19	
	ข	.19	.11			ข	.19	.19	
34	ค*	.16	.09	ตัดทิ้ง	39	ค	.40	.06	ตัดทิ้ง
	ง	.07	.07			ง	.19	.00	
	จ	.12	.17			จ	.03	.06	
	ก	.15	.22			ก	.12	.13	
	ข	.19	.17			ข	.17	.07	
35	ค	.26	.04		40	ค	.22	.19	ปรับปรุง
	ง*	.34	.54			ง	.10	.13	
	จ	.06	.11			จ*	.39	.37	

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ จากการทดลองสอบครั้งที่ 2

ตาราง 17 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	1.00	0.26	0.63	0.74	
2	0.94	0.1	0.52	0.84	
3	0.87	0.03	0.45	0.84	
4	0.97	0.29	0.63	0.68	
5	0.09	0.06	0.47	0.81	
6	0.97	0.03	0.50	0.94	
7	0.84	0.10	0.47	0.74	
8	0.90	0.61	0.76	0.29	
9	1.00	0.71	0.85	0.29*	ปรับปรุง
10	1.00	0.71	0.85	0.29*	ปรับปรุง
11	1.00	0.74	0.87	0.26*	ตัดทิ้ง
12	0.94	0.77	0.85	0.16*	ตัดทิ้ง
13	0.90	0.61	0.76	0.29	
14	0.97	0.71	0.84	0.26*	ตัดทิ้ง
15	0.93	0.70	0.80	0.23	

ตาราง 18 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.77	0.35	0.56	0.42	
2	0.94	0.48	0.71	0.45	
3	1.00	0.23	0.61	0.77	
4	0.94	0.10	0.52	0.84	
5	0.97	0.29	0.63	0.68	
6	0.94	0.39	0.66	0.55	
7	0.97	0.23	0.60	0.74	
8	0.74	0.23	0.48	0.52	
9	0.71	0.26	0.48	0.45	
10	0.84	0.26	0.55	0.58	
11	0.97	0.74	0.85	0.23 *	ตัดทิ้ง
12	0.65	0.10	0.37	0.55	
13	0.26	0.23	0.24	0.03 *	ตัดทิ้ง
14	0.35	0.13	0.24	0.23	ตัดทิ้ง
15	0.52	0.26	0.39	0.26	ตัดทิ้ง

ตาราง 19 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผล

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.61	0.16	0.39	0.45	
2	0.45	0.06	0.26	0.39	
3	0.35	0.19	0.27	0.16 *	ตัดทิ้ง
4	0.71	0.26	0.48	0.45	
5	0.42	0.10	0.26	0.32	
6	0.52	0.03	0.27	0.48	
7	0.55	0.23	0.39	0.32	
8	0.45	0.13	0.29	0.32	
9	0.48	0.13	0.31	0.35	
10	0.35	0.23	0.29	0.13 *	ตัดทิ้ง
11	0.48	0.23	0.35	0.26	
12	0.35	0.10	0.23	0.26	
13	0.71	0.32	0.52	0.39	
14	0.39	0.19	0.29	0.19 *	ตัดทิ้ง
15	0.45	0.06	0.26	0.39	
16	0.39	0.06	0.23	0.32	
17	0.13	0.03	0.08	0.10 *	ตัดทิ้ง
18	0.45	0.06	0.26	0.39	
19	0.29	0.13	0.21	0.16 *	ตัดทิ้ง
20	0.19	0.16	0.18	0.03 *	ตัดทิ้ง

ตาราง 20 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.81	0.13	0.47	0.68	
2	0.81	0.10	0.45	0.71	
3	0.97	0.48	0.73	0.48	
4	0.68	0.19	0.44	0.48	
5	0.74	0.26	0.50	0.48	
6	0.52	0.13	0.32	0.39	ตัดทิ้ง
7	0.32	0.10	0.21	0.23	ตัดทิ้ง
8	0.35	0.10	0.23	0.26	ตัดทิ้ง
9	0.35	0.06	0.21	0.29	ตัดทิ้ง
10	0.39	0.16	0.27	0.23	ตัดทิ้ง

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ จากการทดลองสอบครั้งที่ 3

ตาราง 21 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบบวกเอกลักษณ์

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.86	0.40	0.63	0.46	
2	0.88	0.18	0.53	0.70	
3	0.86	0.20	0.53	0.66	
4	0.90	0.16	0.53	0.74	
5	0.82	0.20	0.51	0.62	
6	0.86	0.20	0.53	0.66	
7	0.92	0.18	0.55	0.74	
8	0.86	0.14	0.50	0.72	
9	0.92	0.12	0.52	0.80	
10	0.92	0.22	0.57	0.70	
11	0.98	0.04	0.51	0.94	
12	1.00	0.18	0.59	0.82	
13	0.86	0.10	0.48	0.76	
14	0.90	0.14	0.52	0.76	
15	0.86	0.14	0.50	0.72	
16	0.92	0.10	0.51	0.82	
17	0.94	0.12	0.53	0.82	
18	0.92	0.10	0.51	0.82	
19	1.00	0.10	0.55	0.90	
20	0.82	0.10	0.46	0.72	
21	0.84	0.10	0.47	0.74	
22	0.90	0.12	0.51	0.78	
23	0.90	0.22	0.56	0.68	
24	0.98	0.16	0.57	0.82	
25	0.94	0.32	0.63	0.62	

ตาราง 22 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบจตุรัสลาติน

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.98	0.56	0.77	0.42	
2	0.92	0.56	0.74	0.36	
3	0.96	0.40	0.68	0.56	
4	0.98	0.42	0.70	0.56	
5	0.94	0.40	0.67	0.54	
6	0.96	0.40	0.68	0.56	
7	0.94	0.38	0.66	0.56	
8	0.94	0.50	0.72	0.44	
9	0.98	0.44	0.71	0.54	
10	0.94	0.30	0.62	0.64	
11	0.90	0.36	0.63	0.54	
12	0.82	0.36	0.59	0.46	
13	0.90	0.38	0.64	0.52	
14	0.86	0.26	0.56	0.60	
15	0.98	0.28	0.63	0.70	
16	0.82	0.18	0.50	0.64	
17	0.92	0.36	0.64	0.56	
18	0.78	0.28	0.53	0.50	
19	0.84	0.34	0.59	0.50	
20	0.68	0.30	0.49	0.38	
21	0.88	0.38	0.63	0.50	
22	0.82	0.22	0.52	0.60	
23	0.96	0.54	0.75	0.42	
24	0.82	0.28	0.55	0.54	
25	0.66	0.28	0.47	0.38	

ตาราง 23 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบลด

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	1.00	0.36	0.68	0.64	
2	1.00	0.40	0.70	0.60	
3	1.00	0.34	0.67	0.66	
4	1.00	0.34	0.67	0.66	
5	0.98	0.32	0.65	0.66	
6	0.94	0.10	0.52	0.84	
7	1.00	0.44	0.72	0.56	
8	1.00	0.30	0.65	0.70	
9	1.00	0.26	0.63	0.74	
10	0.96	0.34	0.65	0.62	
11	1.00	0.34	0.67	0.66	
12	1.00	0.26	0.63	0.74	
13	1.00	0.10	0.55	0.90	
14	0.98	0.28	0.63	0.70	
15	1.00	0.36	0.68	0.64	
16	1.00	0.34	0.67	0.66	
17	0.96	0.18	0.57	0.78	
18	0.96	0.24	0.60	0.72	
19	1.00	0.30	0.65	0.70	
20	0.98	0.30	0.64	0.68	
21	1.00	0.36	0.68	0.64	
22	0.90	0.34	0.62	0.56	
23	1.00	0.26	0.63	0.74	
24	0.98	0.26	0.62	0.72	
25	0.98	0.32	0.65	0.66	

ตาราง 24 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบเรียงลำดับ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	1.00	0.28	0.64	0.72	
2	1.00	0.54	0.77	0.46	
3	0.98	0.42	0.70	0.56	
4	1.00	0.52	0.76	0.48	
5	0.96	0.44	0.70	0.52	
6	1.00	0.22	0.61	0.78	
7	0.96	0.46	0.71	0.50	
8	0.98	0.42	0.70	0.56	
9	0.98	0.38	0.68	0.60	
10	1.00	0.42	0.71	0.58	
11	0.98	0.50	0.74	0.48	
12	1.00	0.42	0.71	0.58	
13	1.00	0.44	0.72	0.56	
14	0.72	0.22	0.47	0.50	
15	1.00	0.22	0.61	0.78	
16	0.84	0.20	0.52	0.64	
17	0.78	0.22	0.50	0.56	
18	0.92	0.22	0.57	0.70	
19	0.82	0.26	0.54	0.56	
20	0.96	0.22	0.59	0.74	
21	0.88	0.26	0.57	0.62	
22	0.92	0.28	0.60	0.64	
23	0.92	0.22	0.57	0.70	
24	0.74	0.16	0.45	0.58	
25	0.88	0.22	0.55	0.66	

ตาราง 25 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถด้านอนุกรมมิติแบบหาตัวร่วม

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	1.00	0.54	0.77	0.46	
2	0.94	0.22	0.58	0.72	
3	1.00	0.08	0.54	0.92	
4	0.92	0.32	0.62	0.60	
5	0.98	0.30	0.64	0.68	
6	0.84	0.14	0.49	0.70	
7	0.98	0.16	0.57	0.82	
8	1.00	0.18	0.59	0.82	
9	0.98	0.18	0.58	0.80	
10	0.96	0.08	0.52	0.88	
11	0.92	0.12	0.52	0.80	
12	0.94	0.14	0.54	0.80	
13	0.94	0.20	0.57	0.74	
14	0.90	0.24	0.57	0.66	
15	0.90	0.40	0.65	0.50	
16	0.94	0.34	0.64	0.60	
17	1.00	0.32	0.66	0.68	
18	0.98	0.12	0.55	0.86	
19	0.88	0.06	0.47	0.82	
20	0.76	0.14	0.45	0.62	
21	0.80	0.22	0.51	0.58	
22	0.82	0.10	0.46	0.72	
23	0.96	0.12	0.54	0.84	
24	0.90	0.18	0.54	0.72	
25	0.94	0.40	0.67	0.54	

ตาราง 26 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์ทักษะการคำนวณ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	1.00	0.46	0.73	0.54	
2	0.94	0.16	0.55	0.78	
3	1.00	0.34	0.67	0.66	
4	0.98	0.48	0.73	0.50	
5	0.98	0.30	0.64	0.68	
6	0.96	0.38	0.67	0.58	
7	0.90	0.34	0.62	0.56	
8	0.88	0.32	0.60	0.56	
9	0.84	0.14	0.49	0.70	
10	0.74	0.22	0.48	0.52	
11	0.92	0.12	0.52	0.80	
12	0.94	0.00	0.47	0.94	
13	0.94	0.16	0.55	0.78	
14	1.00	0.36	0.68	0.64	
15	0.98	0.32	0.65	0.66	
16	0.88	0.24	0.56	0.64	
17	0.86	0.40	0.63	0.46	
18	0.92	0.42	0.67	0.50	
19	0.74	0.08	0.41	0.66	
20	0.84	0.16	0.50	0.68	
21	0.78	0.48	0.63	0.30	
22	0.90	0.20	0.55	0.70	
23	0.74	0.02	0.38	0.72	
24	0.94	0.46	0.70	0.48	
25	0.74	0.04	0.39	0.70	

ตาราง 27 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผล

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.38	0.08	0.23	0.30	
2	0.94	0.62	0.78	0.32	
3	0.92	0.32	0.62	0.60	
4	0.84	0.08	0.46	0.76	
5	1.00	0.32	0.66	0.68	
6	0.70	0.08	0.39	0.62	
7	0.64	0.42	0.53	0.22	
8	0.86	0.16	0.51	0.70	
9	0.88	0.20	0.54	0.68	
10	0.82	0.22	0.52	0.60	
11	0.68	0.14	0.41	0.54	
12	0.84	0.40	0.62	0.44	
13	0.84	0.06	0.45	0.78	
14	0.76	0.48	0.62	0.28	
15	0.88	0.10	0.49	0.78	
16	0.80	0.66	0.73	0.22	
17	0.92	0.34	0.63	0.58	
18	0.76	0.12	0.44	0.64	
19	0.92	0.20	0.56	0.72	
20	0.46	0.14	0.30	0.32	
21	0.82	0.40	0.61	0.42	
22	0.54	0.12	0.33	0.42	
23	0.70	0.14	0.42	0.56	
24	0.84	0.30	0.57	0.54	
25	0.82	0.16	0.49	0.66	

ตาราง 28 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ของข้อสอบในแบบทดสอบความสามารถทางคณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	หมายเหตุ
1	0.72	0.32	0.52	0.40	
2	0.80	0.44	0.62	0.36	
3	0.74	0.18	0.46	0.56	
4	0.98	0.64	0.80	0.34	
5	0.56	0.18	0.37	0.38	
6	0.80	0.38	0.59	0.42	
7	0.50	0.06	0.28	0.44	
8	0.56	0.22	0.39	0.34	
9	0.48	0.22	0.35	0.26	
10	0.88	0.52	0.70	0.36	
11	0.92	0.50	0.71	0.42	
12	0.90	0.50	0.70	0.40	
13	0.92	0.14	0.53	0.78	
14	0.46	0.14	0.30	0.32	
15	0.96	0.16	0.56	0.80	
16	0.64	0.12	0.38	0.52	
17	0.76	0.32	0.54	0.44	
18	0.98	0.24	0.61	0.74	
19	0.88	0.44	0.66	0.44	
20	0.96	0.34	0.65	0.62	
21	0.94	0.38	0.66	0.56	
22	0.96	0.34	0.65	0.62	
23	0.86	0.08	0.47	0.78	
24	0.82	0.14	0.48	0.68	
25	0.86	0.48	0.67	0.38	

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คณิตศาสตร์ 1

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์

1. แบบทดสอบนี้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ ให้เวลา 20 นาที ฉนั้นควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อ
2. คำถามในแบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้ไว้เมื่อเลือกได้คำตอบใดก็ให้ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. จงระวังทำเครื่องหมายคำตอบให้ตรงกับข้อคำถามเสมอ
4. ถ้าพบข้อใดยาก จงเว้นข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยย้อยกลับมาทำใหม่ เพราะอาจมีข้อง่ายอยู่ตอนหลัง ๆ ก็ได้
5. การเดาไม่ช่วยให้ได้คะแนนดีขึ้นเลย ควรคิดให้รอบคอบก่อนที่จะตอบจึงจะดี
6. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบนี้
7. ถ้าหากสงสัยและต้องการถามขอให้ถามกรรมการคุมสอบ
8. ก่อนลงมือทำ ให้ทุกคนเขียนหัวกระดาษให้ครบถ้วนเสียก่อน เสร็จแล้วคอยฟังคำสั่งของกรรมการต่อไป

พยายามคิดให้รอบคอบ และตัดสินใจตอบทั้ง 25 ข้อ ในเวลา 20 นาที

1. (4808 + 8) + (301÷ 7) มีค่าเท่าใด

ก. 104

ข. 111

ค. 558

ง. 644

จ. 651

2. ข้อใดถูกต้อง

ก. 790 < 709

ข. 1053 > 1043

ค. 3800 = 38 + 1000

ง. 1050 มีค่าประมาณ 1000

จ. 10 - (5 + 3)=(10 - 5) + 3

3. ถ้า $\frac{505}{ง}$ = 5 แล้ว ง มีค่าเท่าใด

ก. 10

ข. 11

ค. 100

ง. 101

จ. 510

4. ค.ร.น. ของ 15, 18 มีค่าเท่าใด

ก. 15

ข. 30

ค. 45

ง. 60

จ. 90

5. (8 x 2.34) - 1.34 มีค่าเท่าใด

ก. 8.00

ข. 15.58

ค. 17.38

ง. 18.72

จ. 17.36

6. 50 + 10.50 มีค่าเท่าใด

ก. 11.00

ข. 15.50

ค. 40.50

ง. 50.10

จ. 60.50

7. จำนวน 625 เขียนในรูปเลขยกกำลังได้อย่างไร

ก. 5^2

ข. 5^3

ค. 5^4

ง. 5^5

จ. 5^6

8. (74 x 24) + (148 x 12) มีค่าเท่าใด

ก. 0

ข. 0.1

ค. 1

ง. 10

จ. 11

9. 28.35 ÷ 4.5 มีค่าเท่าใด

ก. 0.36

ข. 0.63

ค. 6.3

ง. 3.6

จ. 6.4

10. 11.11 X 0.001 มีค่าเท่าใด

ก. 1111

ข. 11.11

ค. 1.0111

ง. 0.1111

จ. 0.01111

11. $3\frac{1}{2} \times 2\frac{3}{5}$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{3}{5}$

ข. $5\frac{4}{7}$

ค. $6\frac{2}{5}$

ง. $6\frac{1}{2}$

จ. $9\frac{1}{10}$

12. 0.15 + 0.03 มีค่าเท่าใด

ก. 5.0

ข. 0.5

ค. 0.05

ง. 0.005

จ. 0.0045

13. $\frac{4}{5} - \left(\frac{1}{2} \times \frac{3}{5}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{1}{2}$

ข. $\frac{1}{5}$

ค. $\frac{1}{10}$

ง. $1\frac{3}{4}$

จ. $1\frac{1}{2}$

14. $\left(\frac{4}{5} + \frac{7}{8}\right) - \frac{3}{20}$ มีค่าเท่าใด

ก. $\frac{1}{8}$

ข. $\frac{13}{20}$

ค. $1\frac{11}{40}$

ง. $1\frac{21}{40}$

จ. $2\frac{21}{40}$

15. (4.2 x 2.3) ÷ 0.06 มีค่าเท่าใด

ก. 0.161

ข. 1.61

ค. 16.1

ง. 161.0

จ. 1610

16. (285 x 10) x (204 ÷ 6) มีค่าเท่าไร

ก. 2884

ข. 9670

ค. 9690

ง. 19950

จ. 96900

17. (3731 + 41) x 18 มีค่าเท่าใด

ก. 109

ข. 468

ค. 588

ง. 1638

จ. 2638

18. ถ้า 2.7 + ก = 4.3 แล้ว ก มีค่าเท่าใด

ก. 1.59

ข. 1.60

ค. 2.60

ง. 6

จ. 7

19. ถ้า 58 = ข - 102 แล้ว ข มีค่าเท่าใด

ก. 44

ข. 54

ค. 60

ง. 150

จ. 160

20. 6.17 x 0.8 มีค่าเท่าใด

ก. 4.826

ข. 4.836

ค. 4.926

ง. 4.936

จ. 49.36

21. (335 - 209) + (47 x 28) มีค่าเท่าใด

ก. 1432

ข. 1442

ค. 1452

ง. 1532

จ. 2576

22. $14\frac{2}{7} \times \left(\frac{86}{100} + \frac{5}{100}\right)$ มีค่าเท่าใด

ก. 10

ข. 13

ค. $11\frac{4}{7}$

ง. $27\frac{31}{70}$

จ. $\frac{91}{700}$

23. จากสมการ ช - 19 = 27 ช มีค่าเท่าใด

ก. 8

ข. 9

ค. 36

ง. 46

จ. 47

24. (60.5 - 9.65) + 3.2 มีค่าเท่าใด

ก. 47.65

ข. 47.70

ค. 53.05

ง. 54.05

จ. 54.15

25. ค.ร.น. 45, 75 และ 90 มีค่าเท่าใด

ก. 15

ข. 45

ค. 450

ง. 650

จ. 6750

คณิตศาสตร์ 2

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์

1. แบบทดสอบนี้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ ให้เวลา 20 นาที ฉะนั้นควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อ
2. คำถามในแบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อจะให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้ไว้เมื่อเลือกได้คำตอบใดก็ให้ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. จงระวังทำเครื่องหมายคำตอบให้ตรงกับข้อคำถามเสมอ
4. ถ้าพบข้อใดยาก จงเว้นข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยย้อนกลับมาทำใหม่ เพราะอาจมีข้อง่ายอยู่ตอนหลัง ๆ ก็ได
5. การเดาไม่ช่วยให้ได้คะแนนดีขึ้นเลย ควรคิดให้รอบคอบก่อนที่จะตอบจึงจะดี
6. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบนี้
7. ถ้าหากสงสัยและต้องการถามขอให้ถามกรรมการคุมสอบ
8. ก่อนลงมือทำ ให้ทุกคนเขียนหัวกระดาษคำตอบให้ครบถ้วนเสียก่อน เสร็จแล้วคอยฟังคำสั่งของกรรมการ ต่อไป

พยายามคิดให้รอบคอบ และตัดสินใจตอบทั้ง 25 ข้อ ในเวลา 20 นาที

1. ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ก. เส้นทะแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก

ข. เส้นทะแยงมุมยาวเท่ากัน

ค. มุมภายในรวมกันได้ 360°

ง. ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

จ. มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

2. กำหนดให้ 3ข = 15 ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. 3ข - 3 = 15 - 3

ข. 3ข + 5 = 15 + 5

ค. 3ข x 3 = 15 x 3

ง. ข = 5

จ. ถูกทุกข้อ

3. จากโจทย์ $\frac{10}{17}+\frac{6}{17}-\frac{1}{17}$ = ?

จะต้องทำสิ่งใดก่อน

ก. ทำส่วนให้เท่ากันก่อน

ข. ทำเศษให้เท่ากันก่อน

ค. นำเศษมาบวกลบกันได้เลย

ง. นำส่วนมาบวกลบกันได้เลย

จ. นำเศษบวก ลบเศษ นำส่วนบวก ลบส่วน

4. อ เป็นตัวประกอบของ ม เพราะเหตุใด

ก. อ หาร ม ลงตัว

ข. ม หาร อ ลงตัว

ค. อ มีค่ามากกว่า ม

ง. อ และ ม หารเลขอีกจำนวนหนึ่งลงตัว

จ. มีเลขอีกจำนวนหนึ่งหาร อ และ ม ลงตัว

5. ข้อใดเป็นวิธีแก้สมการ น - 4 = 20

ก. นำ น มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

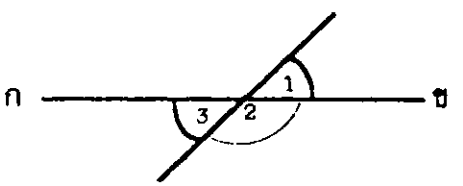
ข. นำ 20 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

ค. นำ 20 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

ง. นำ 4 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

จ. นำ 4 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

6.



ทราบค่า $\hat{1}$ ได้อย่างไร

ก. $\hat{2}$ - $\hat{3}$

ข. 180° + $\hat{2}$

ค. 180° - $\hat{2}$

ง. 180° + $\hat{3}$

จ. 380° + $\hat{2}$

7. วิธีการตรวจคำตอบการหารเลขทศนิยม

กระทำได้ดังข้อใด

ก. นำผลลัพธ์ บวกกับตัวหาร จะเท่ากับตัวตั้ง

ข. นำตัวหารไปคูณกับผลลัพธ์จะได้เท่ากับตัวตั้ง

ค. นำผลลัพธ์ ไปคูณกับตัวตั้ง จะเท่ากับตัวหาร

ง. นำผลลัพธ์ ไปบวกกับตัวตั้ง จะเท่ากับตัวหาร

จ. นำผลลัพธ์ ลบตัวตั้ง จะเท่ากับตัวหาร

8. 50 + ฉ = 72 จะแก้สมการได้อย่างไร

ก. นำ 50 บวกเข้าทั้งสองข้างของสมการ

ข. นำ 50 ลบออกจากทั้งสองข้างของสมการ

ค. นำ 72 ลบออกจากทั้งสองข้างของสมการ

ง. นำ 72 บวกเข้าทั้งสองข้างของสมการ

จ. นำ 72 บวกกับ 50

9. $(10+11)+12 = 10+(11+12)$

ตรงกับคุณสมบัติข้อใด

ก. การจัดหมู่ของการบวก

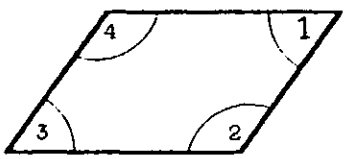
ข. การจัดหมู่ของการคูณ

ค. การสลับที่ของการบวก

ง. การสลับที่ของการคูณ

จ. การกระจาย

10.



กขคง เป็น สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ต้องการทราบค่า $\hat{1}$ จะต้องกำหนดอะไร

ก. $\hat{1} = \hat{3}$

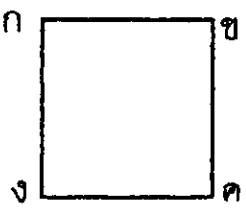
ข. $\hat{4} = \hat{2}$

ค. $\overline{กข} = \overline{คง}$

ง. $\overline{กข}$ ขนาน $\overline{คง}$

จ. $\hat{2} = 120^{\circ}$

11.



กขคง เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อใด

ก. เมื่อมุมภายในทั้งหมดรวมกันได้ 360°

ข. เมื่อเส้นตรง $\overline{กข} = \overline{ขง} = \overline{คง} = \overline{กค}$

ค. เมื่อเส้นตรง $\overline{กข} // \overline{งค}$ และ $\overline{กง} // \overline{ขค}$

ง. เมื่อมุมภายในทุกมุมเป็นมุมฉาก

จ. เมื่อเส้นตรง $\overline{กข} = \overline{ขง} = \overline{คง} = \overline{กค}$

และมุมภายในทุกมุมเท่ากัน

12. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. มุมกลับ มีขนาดเล็กกว่ามุมป้าน

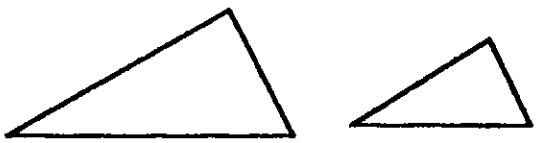
ข. มุมตรงกาง 360°

ค. มุมตรง มีขนาดเป็น 2 เท่าของมุมฉาก

ง. มุมฉาก มีขนาดเป็น 2 เท่าของมุมแหลม

จ. มุมแหลมกางมากกว่า 90°

13.



สามเหลี่ยม 2 รูปนี้ เป็นสามเหลี่ยมคล้าย เพราะเหตุใด

ก. มีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่

ข. มีด้านเท่ากันทุกด้าน

ค. มุมภายในรวมกันเท่ากับ 180°

ง. ด้านทุกด้านซ้อนทับกันได้สนิท

จ. เส้นรอบรูปยาวเท่ากัน

14. $8 \times 3 = 21$ เป็นสมการเท็จ เพราะเหตุใด

ก. ตัวเลขทั้งสองข้างของเครื่องหมาย = ไม่เหมือนกัน

ข. จำนวนทั้งสองข้างของ เครื่องหมาย = ไม่เท่ากัน

ค. จำนวนทั้งสองข้างของ เครื่องหมาย = มีค่าเท่ากัน

ง. จำนวนทั้งสองข้างของ เครื่องหมาย x ไม่เหมือนกัน

จ. จำนวนทั้งสองข้าง เครื่องหมาย x มีค่าไม่เท่ากัน

15. ข้อใดเป็นจำนวนเฉพาะ ทั้งหมด

ก. 1 2 3 4 5

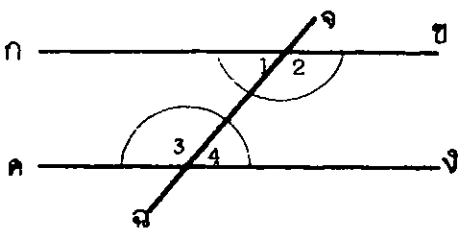
ข. 1 3 5 7 9

ค. 2 3 4 5 7

ง. 3 5 7 9 11

จ. 5 7 11 13 17

16.



$\overline{กข}$ ขนานกับ $\overline{คง}$ เพราะอะไร

ก. $\overline{กข}$ และ $\overline{คง}$ ยาวเท่ากัน

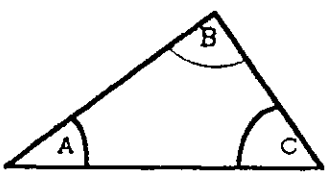
ข. $\hat{2} + \hat{3} = 180^{\circ}$

ค. $\hat{3} = \hat{4}$

ง. $\hat{1} + \hat{2} = 180^{\circ}$

จ. $\hat{2} = \hat{3}$

17.



จะทราบขนาดของมุม $\hat{A}$ ได้อย่างไร

ก. $\hat{B} + \hat{C}$

ข. $\hat{B} - \hat{C}$

ค. $(\hat{B} + \hat{C}) - 180^{\circ}$

ง. $180^{\circ} - (\hat{B} + \hat{C})$

จ. $(180^{\circ} - \hat{B}) + \hat{C}$

18. ผลสรุปข้อใดถูกต้อง

ก. $4 \times 6 = 24$ ดังนั้น $(4 \times 6)\ 12 = 24\ 12$

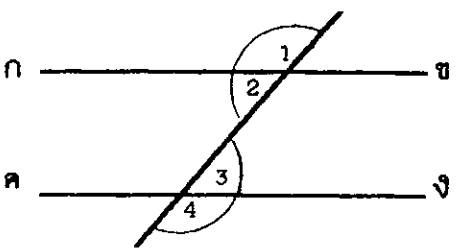
ข. $25 \times 3 = 75$ ดังนั้น $(25 \times 3) + 3 = 75 \times 3$

ค. $19 - 15 = 4$ ดังนั้น $6 \times (19 - 15) = 4$

ง. $(9 - 5) + 3 = 7$ ดังนั้น $9 - (5 + 3) = 7$

จ. $(9 - 5) + 3 = 7$ ดังนั้น $9 - (5 + 3) = 7$

19.



กข และ คง ขนานกัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. $\hat{3} = \hat{4}$

ข. $\hat{1} = \hat{2}$

ค. $\hat{3} + \hat{1} = 180^{\circ}$

ง. $\hat{1} + \hat{4} = 180^{\circ}$

จ. $\hat{2} + \hat{3} = 180^{\circ}$

20. ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของเลขสองจำนวน จะมีค่าเท่ากันในกรณีใด

ก. เลขสองจำนวนนั้นเท่ากัน

ข. เลขสองจำนวนต่างกันอยู่ 2

ค. เลขสองจำนวนรวมกันได้ 2

ง. เลขสองจำนวนต่างกันอยู่ 10

จ. เลขสองจำนวนรวมกันได้ 10

21. 3 เป็นตัวหารร่วมมาก ของ 9, 15, 18 เพราะเหตุใด

ก. เพราะ 3 หาร 9, 15, 18 ได้ลงตัว

ข. เพราะ 3 เป็นค่าที่มากที่สุดที่หาร 9, 15, 18 ได้ลงตัว

ค. เพราะ 3 เป็นค่าที่น้อยที่สุดที่หาร 9, 15, 18 ได้ลงตัว

ง. เพราะ 9, 15, 18 หารด้วย 3 ได้ลงตัว

จ. เพราะ 9, 15, 18 เป็นค่าที่น้อยที่สุดที่ 3 หารได้ลงตัว

22. ตัวคูณร่วมที่น้อยที่สุดของ พ กับ ภ หมายถึงข้อใด

ก. จำนวนที่นำไปหาร พ หรือ ภ ลงตัว

ข. จำนวนที่มากที่สุดที่นำไปหาร พ หรือ ภ ลงตัว

ค. จำนวนที่น้อยที่สุด ซึ่งไม่ว่าจะนำ พ หรือ ภ ไปหารก็ลงตัว

ง. จำนวนที่น้อยกว่า พ และภ แล้วนำไปหาร พ และ ภ ลงตัว

จ. จำนวนที่มากที่สุด ซึ่งไม่ว่าจะนำ พ หรือ ภ ไปหารก็ลงตัว

23. สี่เหลี่ยม 2 รูป จะเท่ากันทุกประการได้เมื่อใด

ก. มีด้านเท่ากันทั้ง 4 ด้าน

ข. มีความยาวรอบรูปเท่ากัน

ค. มีพื้นที่เท่ากัน

ง. มีมุมเท่ากัน 4 มุม

จ. รูปสี่เหลี่ยม 2 รูป ซ้อนทับกันสนิท

24. $45 - ฉ = 15$ จะเป็น สมการที่เป็นจริง เมื่อใด

ก. แทนค่า 15 ด้วย 45

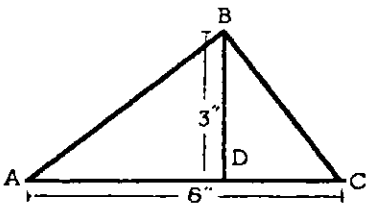
ข. แทนค่า 45 ด้วย 15

ค. แทนค่า ฉ ด้วย 15

ง. แทนค่า ฉ ด้วย 30

จ. แทนค่า ฉ ด้วย 50

25.



จากรูปที่กำหนดให้ ถ้าต้องการหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABC จะต้องกำหนดอะไรเพิ่มเติม

ก. ความยาวของ $\overline{AB}$

ข. ความยาวของ $\overline{AD}$

ค. ความยาวของ $\overline{BC}$

ง. $A\hat{D}B$ เป็นมุมฉาก

จ. $B\hat{A}D$ เป็นมุมแหลม

คณิตศาสตร์ 3

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์

1. แบบทดสอบนี้วัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ ให้เวลา 30 นาที ฉะนั้นควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อ
2. คำถามในแบบทดสอบนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือคำถามแต่ละข้อจะให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่ให้ไว้เมื่อเลือกได้คำตอบใดก็ให้ทำเครื่องหมายลงในกระดาษคำตอบ
3. จงระวังทำเครื่องหมายคำตอบให้ตรงกับข้อคำถามเสมอ
4. ถ้าพบข้อใดยาก จงเว้นข้ามไปทำข้ออื่น ๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงค่อยย้อนกลับมาทำใหม่ เพราะอาจมีข้อง่ายอยู่ตอนหลัง ๆ ก็ได
5. การเดาไม่ช่วยให้ได้คะแนนดีขึ้นเลย ควรคิดให้รอบคอบก่อนที่จะตอบจึงจะดี
6. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบนี้
7. ถ้าหากสงสัยและต้องการถามขอให้ถามกรรมการคุมสอบ
8. ก่อนลงมือทำ ให้ทุกคนเขียนหัวกระดาษคำตอบให้ครบถ้วนเสียก่อน เสร็จแล้วคอยฟังคำสั่งของกรรมการ ต่อไป

พยายามคิดให้รอบคอบ และตัดสินใจตอบทั้ง 25 ข้อ ในเวลา 30 นาที

1. สำรวยทำงานได้ค่าจ้างวันละ 135 บาท ทำงาน จ วัน ได้ค่าจ้างทั้งหมด 1,080 บาท สำรวยทำงานกี่วัน

ก. 6 วัน

ข. 7 วัน

ค. 8 วัน

ง. 9 วัน

จ. 10 วัน

2. น้ำปลา 16.5 ลิตร แบ่งใส่ขวด ๆ ละ 1.5 ลิตร จะได้ทั้งหมดกี่ขวด

ก. 10 ขวด

ข. 11 ขวด

ค. 12 ขวด

ง. 13 ขวด

จ. 18 ขวด

3. งามตาซื้อสมุดมา 3 เล่ม ราคาเล่มละ 11.25 บาท ซื้อปากกาเคมีด้ามละ 9.25 บาท จำนวน 2 ด้าม ให้ธนบัตรใบละ 500 บาท จะได้รับเงินทอนเท่าไร

ก. 447.75 บาท

ข. 457.00 บาท

ค. 470.25 บาท

ง. 479.50 บาท

จ. 474.75 บาท

4. ขายข้าวสาร 12 ถุง ราคาถุงละ น บาท ได้เงิน 360 บาท ข้าวสารราคาถุงละเท่าไร

ก. 12 บาท

ข. 24 บาท

ค. 30 บาท

ง. 36 บาท

จ. 4,320 บาท

5. ยางลบราคาแท่งละ 1.25 บาท ถ้าซื้อ 18 แท่ง ให้เงินไป 30 บาท จะได้เงินทอนเท่าไร

ก. 7.25 บาท

ข. 7.50 บาท

ค. 8.25 บาท

ง. 8.50 บาท

จ. 10.75 บาท

6. จัดนักเรียน ด คน เป็น 5 แถว ได้แถวละ 19 คนพอดี นักเรียนทั้งหมดมีกี่คน

ก. 14 คน

ข. 45 คน

ค. 50 คน

ง. 95 คน

จ. 105 คน

7. สมชายหนัก 39.6 กก. สมศรีหนัก 45.9 กก. สมพรหนัก 52.5 กก. ทั้งสามคนมีน้ำหนักเฉลี่ยคนละเท่าใด

ก. 45.00 กก.

ข. 45.33 กก.

ค. 46.00 กก.

ง. 46.33 กก.

จ. 47.00 กก.

8. มีน้ำมัน ข ลิตร ใช้ไป 87 ลิตร ยังมีน้ำมันเหลืออีก 35 ลิตร เดิมมีน้ำมันทั้งหมดเท่าไร

ก. 50 ลิตร

ข. 52 ลิตร

ค. 92 ลิตร

ง. 102 ลิตร

จ. 122 ลิตร

9. สมุดปกอ่อนราคาโหลละ 42 บาท
คิดเป็นราคาเล่มละ เท่าไร

ก. 2.75 บาท

ข. 3.00 บาท

ค. 3.25 บาท

ง. 3.50 บาท

จ. 3.75 บาท

10. $\frac{7}{8}$ ของเงิน 56 บาท เป็นเงินกี่บาท

ก. 35 บาท

ข. 42 บาท

ค. 49 บาท

ง. 54 บาท

จ. 64 บาท

11. เชือกยาว 3 เมตร ตัดให้ยาวเส้นละ $\frac{3}{4}$ เมตร ได้กี่เส้น

ก. 2.25 เส้น

ข. 3 เส้น

ค. 4 เส้น

ง. 5 เส้น

จ. 6 เส้น

12. ปากกา 12 ด้าม มีราคาเท่ากับดินสอ 20 แท่ง
ถ้าดินสอราคาแท่งละ 3 บาท ปากการาคาด้ามละเท่าไร

ก. 4 บาท

ข. 5 บาท

ค. 6 บาท

ง. 7 บาท

จ. 8 บาท

13. สี่เหลี่ยมจตุรัสรูปหนึ่งมีเส้นรอบรูปยาว 22.8 ซม.
จะมีความยาวด้านละเท่าไร

ก. 4.8 ซม.

ข. 5.7 ซม.

ค. 5.6 ซม.

ง. 5.5 ซม.

จ. 11.4 ซม.

14. เสื้อ 9 ตัว ราคา 450 บาท ถ้าขายไป 5 ตัว
จะได้เงินเท่าไร

ก. 50 บาท

ข. 90 บาท

ค. 250 บาท

ง. 300 บาท

จ. 810 บาท

15. ผงซักฟอก 8 กล่อง ราคา 432 บาท
ถ้ามีเงิน 648 บาท จะซื้อผงซักฟอกได้กี่กล่อง

ก. 12 กล่อง

ข. 14 กล่อง

ค. 54 กล่อง

ง. 81 กล่อง

จ. 216 กล่อง

16. น้ำมันราคาลิตรละ 9.45 บาท เติมน้ำมัน 12.6 ลิตร
จะต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. 22.05 บาท

ข. 129.17 บาท

ค. 128.07 บาท

ง. 119.07 บาท

จ. 118.17 บาท

17. มีน้ำตาลทราย 30 กก. แบ่งทำขนม ครั้งละ 3.2 กก. รวม 8 ครั้ง จะเหลือน้ำตาลทรายอีกเท่าไร

ก. 4.4 กก.

ข. 5.4 กก.

ค. 4.5 กก.

ง. 6.5 กก.

จ. 25.6 กก.

18. มีเชือกอยู่ 2 เส้น เส้นแรกยาว 142.50 ซม. เส้นที่สองยาว 123.50 ซม. ตัดเชือกทั้งสองออก เป็นท่อน เท่า ๆ กัน ยาวท่อนละ 9.5 ซม. จะได้เชือกทั้งหมด กี่ท่อน

ก. 2.8 ท่อน

ข. 12 ท่อน

ค. 13 ท่อน

ง. 18 ท่อน

จ. 28 ท่อน

19. แม่ซื้อผ้ามา 3 ชิ้น ชิ้นแรกยาว $2\frac{3}{4}$ เมตร ชิ้นที่สองยาว $1\frac{1}{2}$ เมตร ชิ้นที่สาม ยาว $3\frac{1}{4}$ เมตร แม่ซื้อผ้ามาทั้งหมดกี่เมตร

ก. $\frac{3}{4}$ เมตร

ข. $6\frac{3}{4}$ เมตร

ค. $7\frac{1}{4}$ เมตร

ง. $7\frac{1}{2}$ เมตร

จ. $8\frac{1}{2}$ เมตร

20. รถยนต์แล่น 5 ชั่วโมง ใช้น้ำมัน 60.5 ลิตร ถ้าแล่น $3\frac{1}{2}$ ชั่วโมง จะใช้น้ำมันกี่ลิตร

ก. 68.50 ลิตร

ข. 42.35 ลิตร

ค. 39.93 ลิตร

ง. 36.30 ลิตร

จ. 37.50 ลิตร

21. เลี้ยงไก่ 150 ตัว ออกไข่วันละ $\frac{3}{5}$ ของไก่ทั้งหมด ในเวลา 15 วัน จะได้ไข่ทั้งหมดกี่ฟอง

ก. 90 ฟอง

ข. 135 ฟอง

ค. 1,350 ฟอง

ง. 2,250 ฟอง

จ. 4,500 ฟอง

22. ซื้อขนมไข่ 3 ถุง ๆ ละ 24 ชิ้น ถ้าแบ่งออกเป็นถุงเล็ก ๆ ถุงละ 4 ชิ้น จะได้กี่ถุง

ก. 6 ถุง

ข. 8 ถุง

ค. 12 ถุง

ง. 18 ถุง

จ. 72 ถุง

23. เชือก 3 เส้น ยาวเส้นละ 2.25 เมตร นำมาวางต่อกัน จะได้ความยาวเท่าไร

ก. 0.675 เมตร

ข. 6.65 เมตร

ค. 6.75 เมตร

ง. 67.50 เมตร

จ. 675.0 เมตร

24. เลขสามจำนวนเรียงกัน เมื่อรวมกันจะได้ 327 จงหาเลขจำนวนที่อยู่ตรงกลาง

ก. 108

ข. 109

ค. 110

ง. 111

จ. 112

25. มีน้ำอยู่ครึ่งถัง เปิดน้ำใส่อีก $\frac{1}{4}$ ของถัง

ขณะนี้มีน้ำอยู่ในถังคิดเป็น เศษส่วนเท่าไรของถัง

ก. $1\frac{1}{3}$ ของถัง

ข. $\frac{2}{3}$ ของถัง

ค. $\frac{1}{6}$ ของถัง

ง. $\frac{4}{3}$ ของถัง

จ. $\frac{3}{4}$ ของถัง

อนุกรม 1

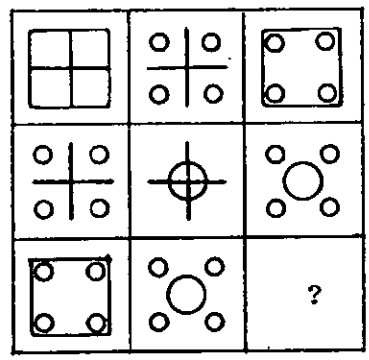
คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

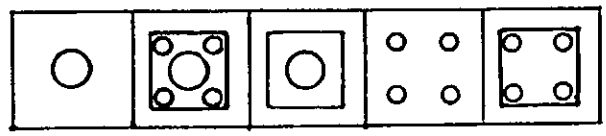
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉะนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดก็ให้กากบาท(x) ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

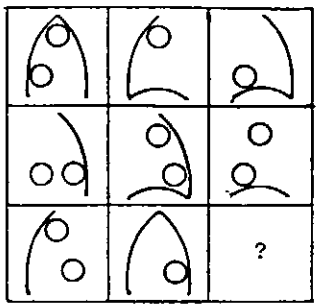
ข้อ (0)

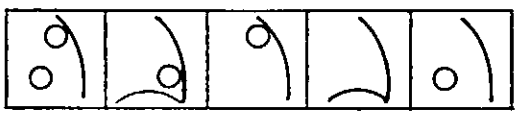




จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบที่แตกต่างกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่งกับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง มารวมกันเป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

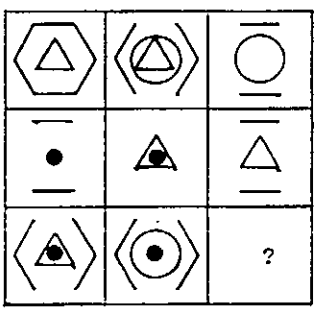
1

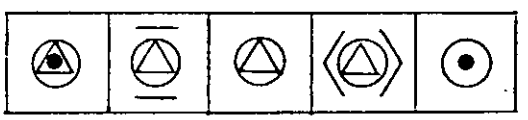




ก ข ค ง จ

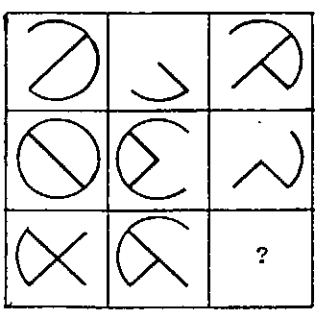
2

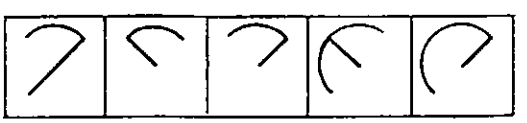




ก ข ค ง จ

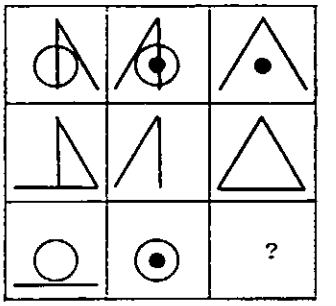
3

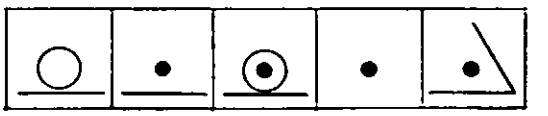




ก ข ค ง จ

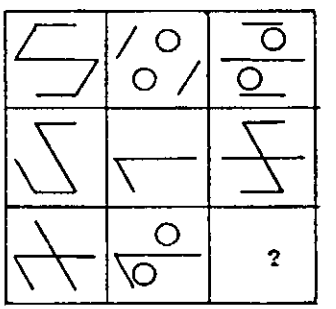
4

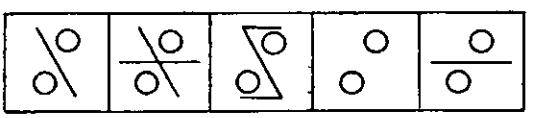




ก ข ค ง จ

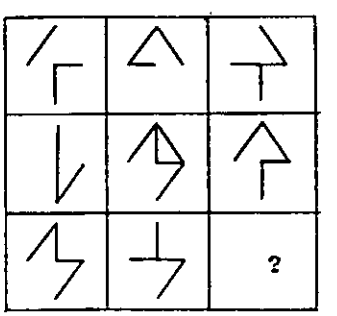
5

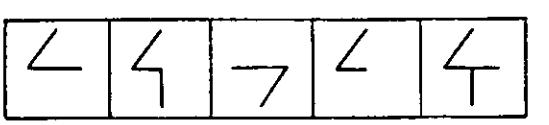




ก ข ค ง จ

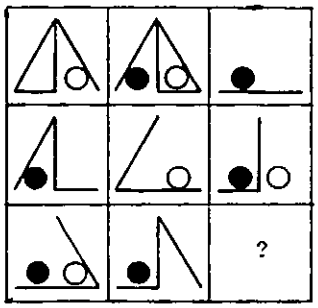
6

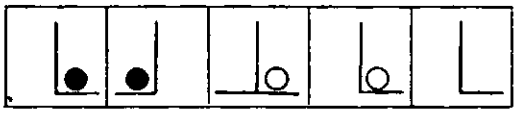




ก ข ค ง จ

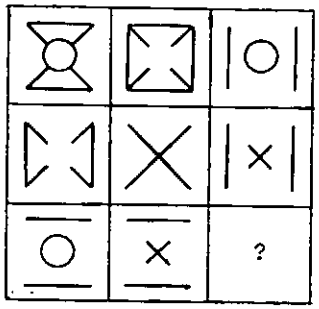
7

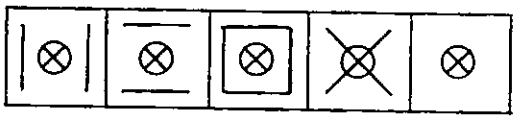




ก ข ค ง จ

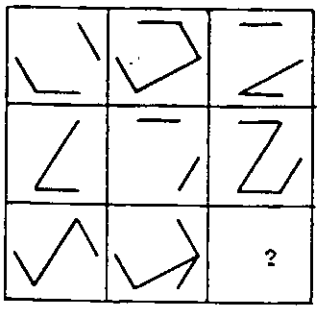
8

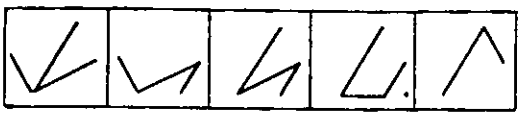




ก ข ค ง จ

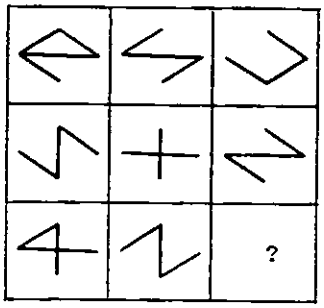
9

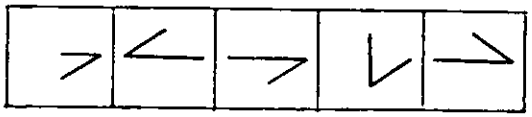




ก ข ค ง จ

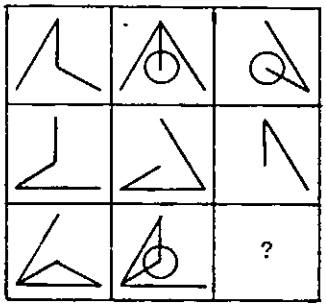
10

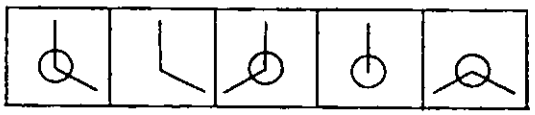




ก ข ค ง จ

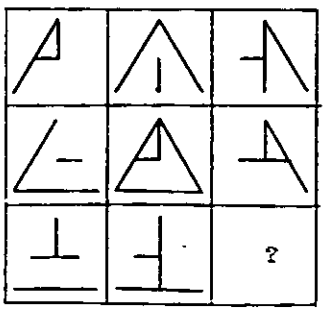
11

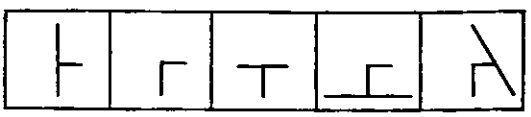




ก ข ค ง จ

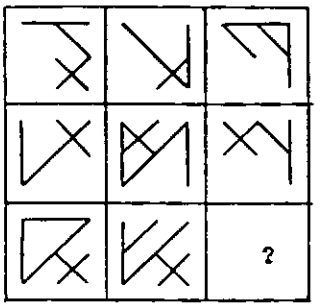
12

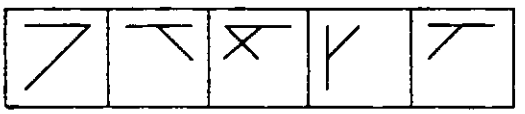




ก ข ค ง จ

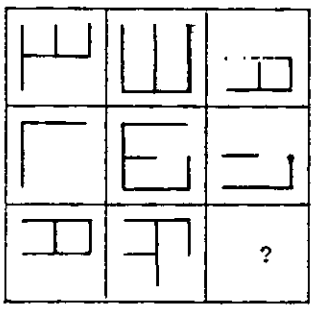
13

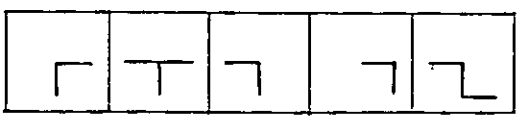




ก ข ค ง จ

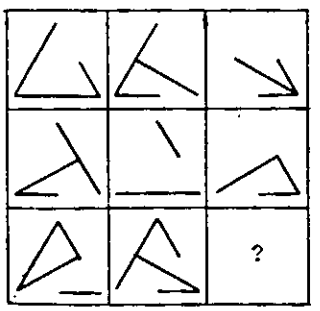
14

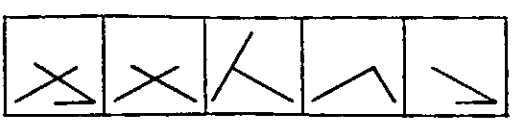




ก ข ค ง จ

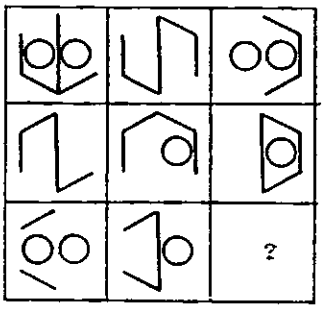
15

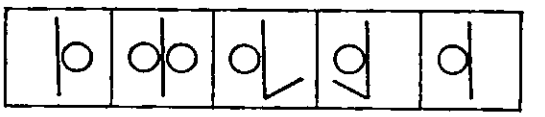




ก ข ค ง จ

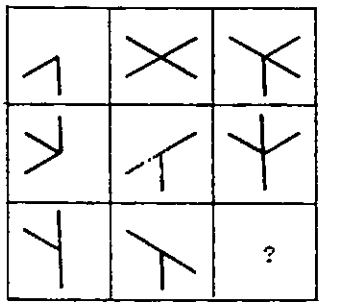
16





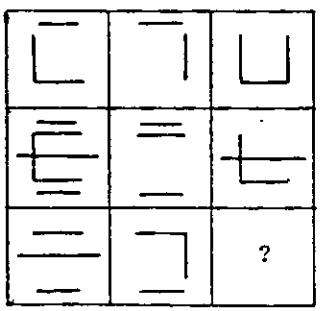
ก ข ค ง จ

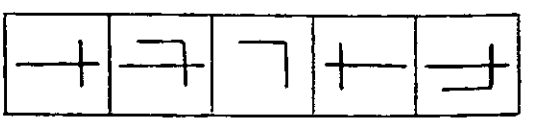
17



ก ข ค ง จ

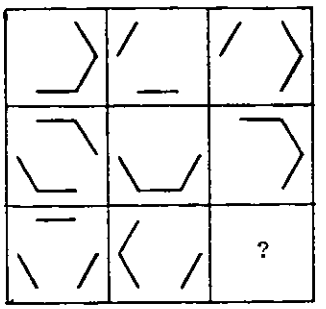
18

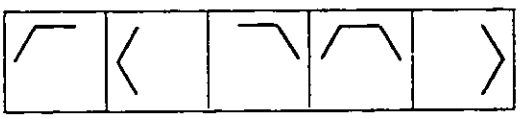




ก ข ค ง จ

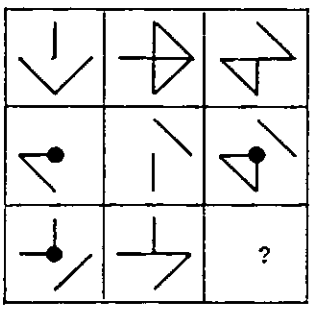
19

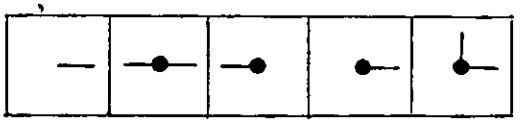




ก ข ค ง จ

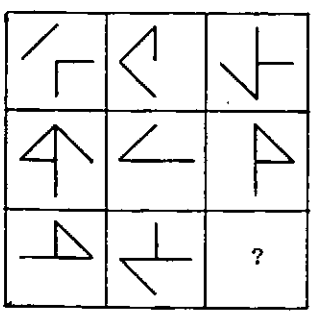
20





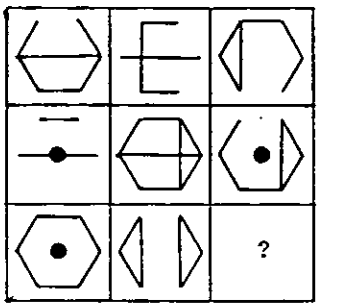
ก ข ค ง จ

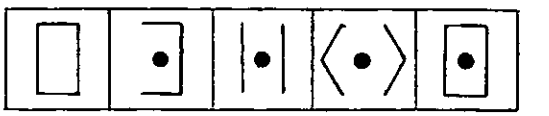
21



ก ข ค ง จ

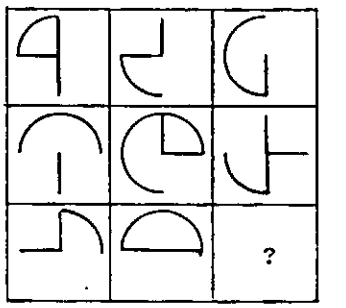
22

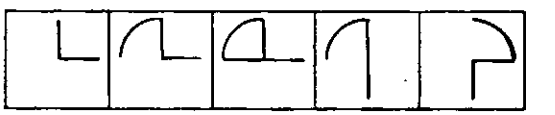




ก ข ค ง จ

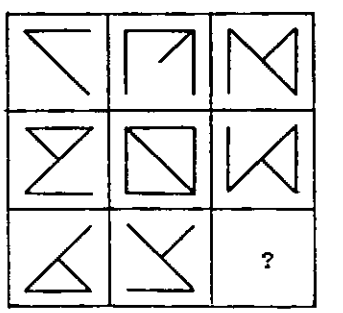
23

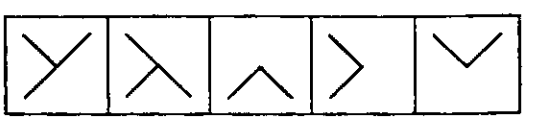




ก ข ค ง จ

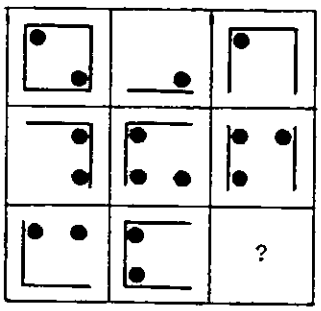
24

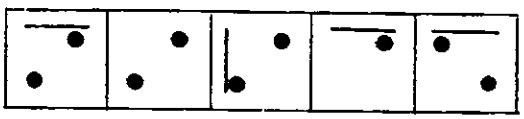




ก ข ค ง จ

25





ก ข ค ง จ

อนุกรม 2

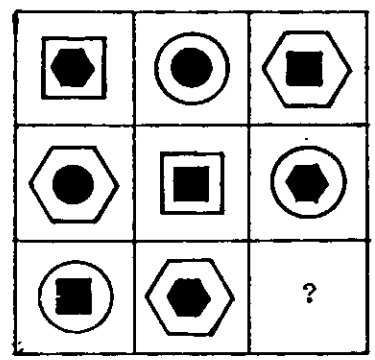
คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

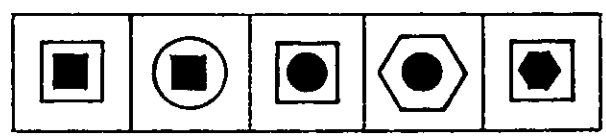
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดก็ให้กากบาท(x) ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

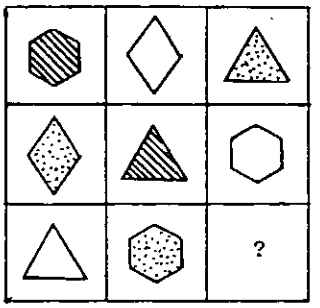
ข้อ (0)

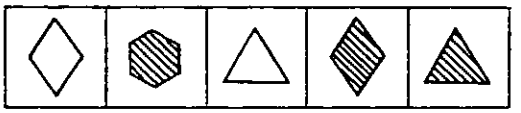




จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ส่วนประกอบของภาพแต่ละส่วนในแนวนอน(แนวตั้ง)เดียวกันจะต้องไม่เหมือนกัน

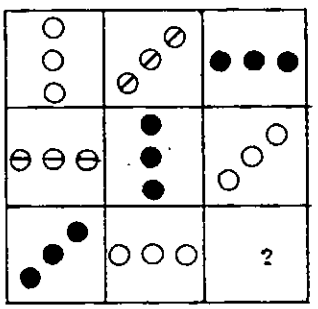
1

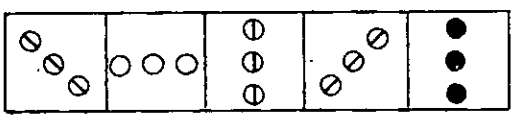




ก ข ค ง จ

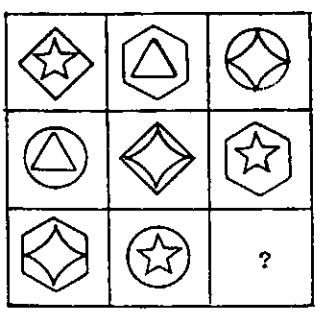
2

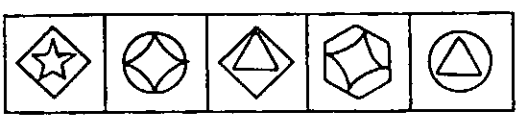




ก ข ค ง จ

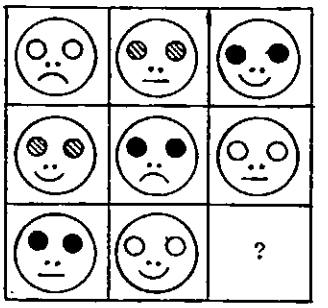
3

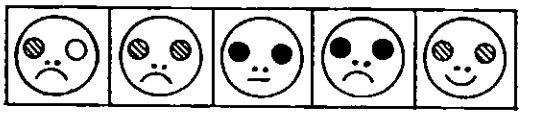




ก ข ค ง จ

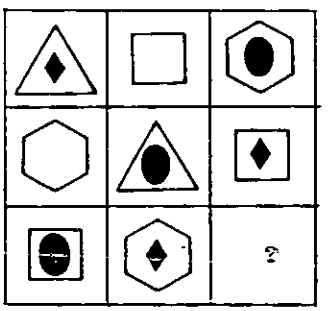
4





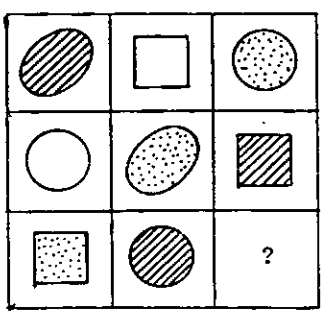
ก ข ค ง จ

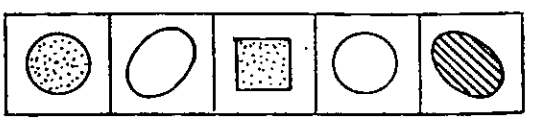
5



ก ข ค ง จ

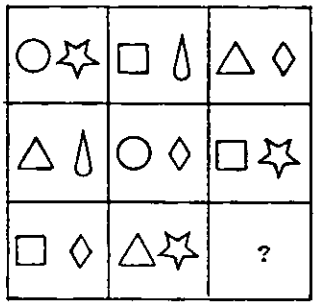
6

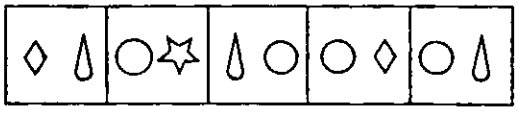




ก ข ค ง จ

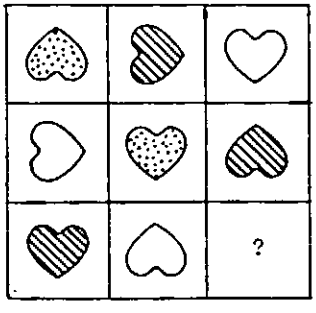
7

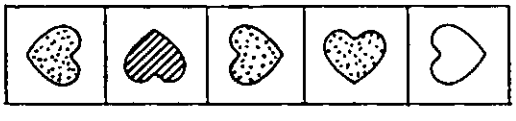




ก ข ค ง จ

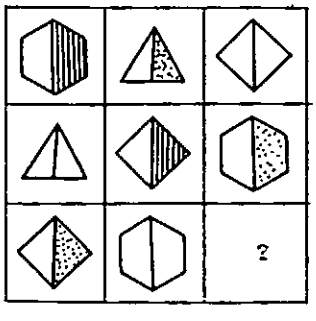
8

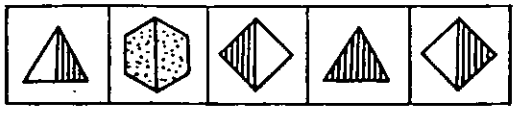




ก ข ค ง จ

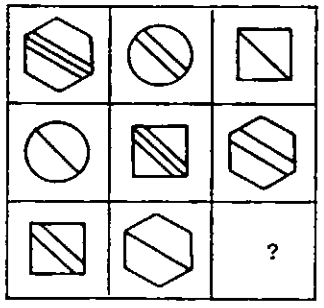
9

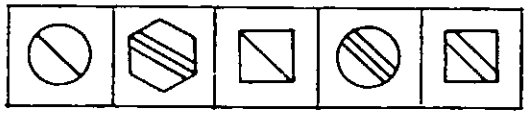




ก ข ค ง จ

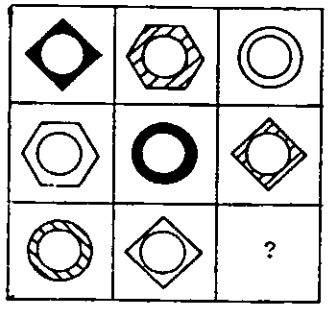
10

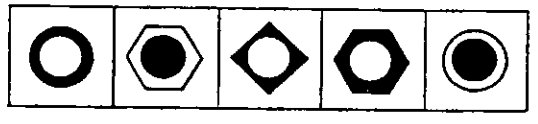




ก ข ค ง จ

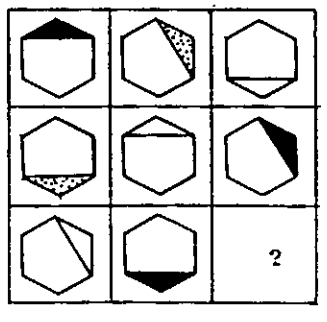
11

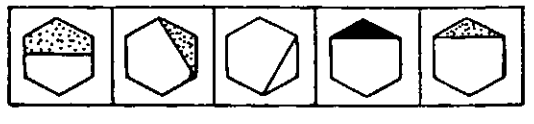




ก ข ค ง จ

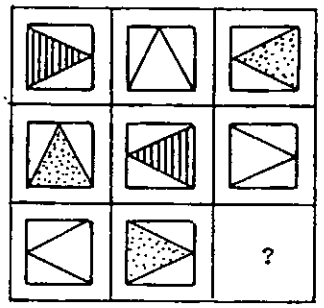
12

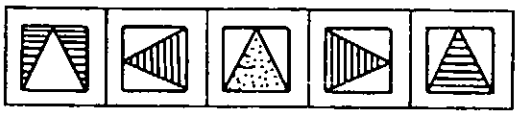




ก ข ค ง จ

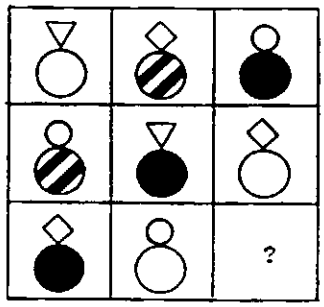
13

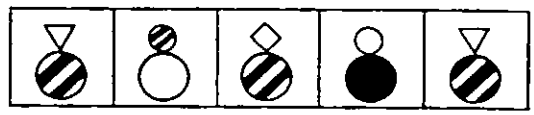




ก ข ค ง จ

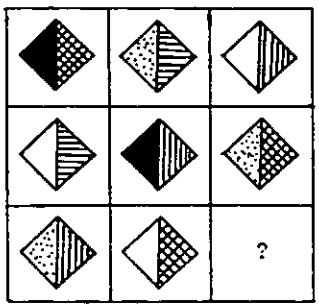
16

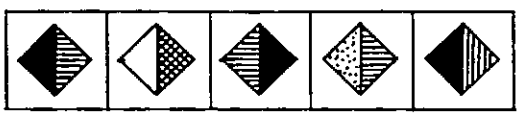




ก ข ค ง จ

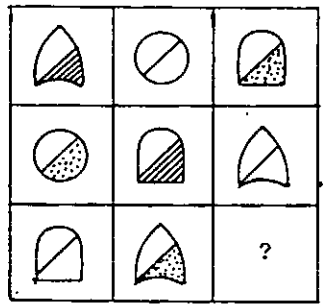
14

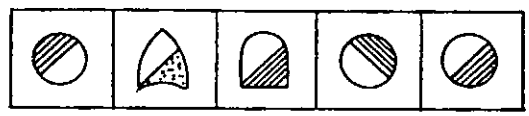




ก ข ค ง จ

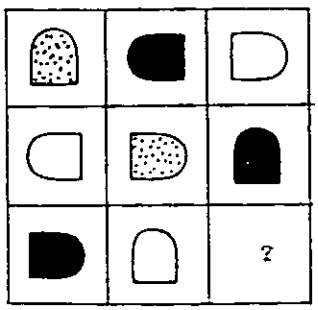
17

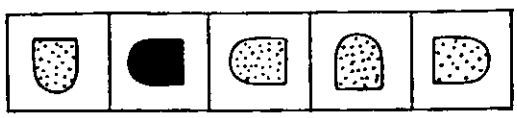




ก ข ค ง จ

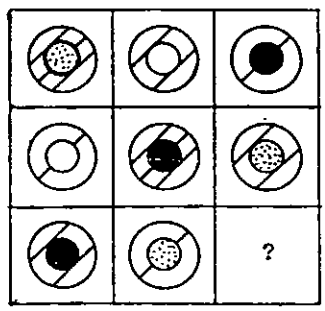
15

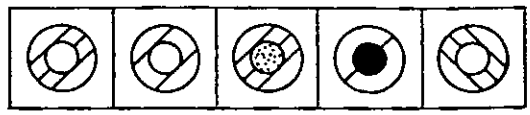




ก ข ค ง จ

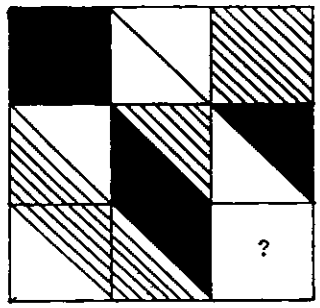
18





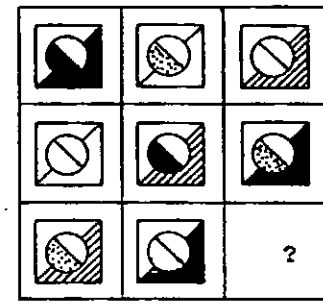
ก ข ค ง จ

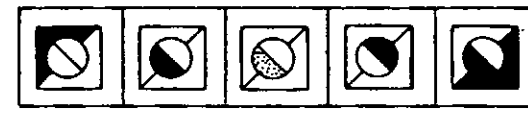
19



ก ข ค ง จ

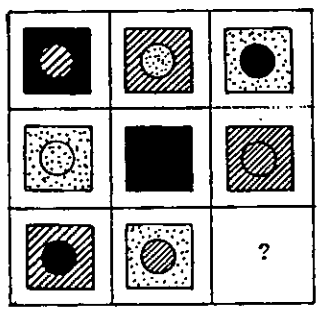
22

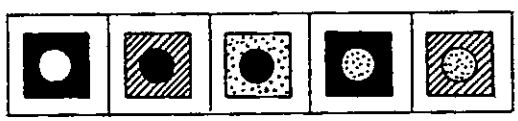




ก ข ค ง จ

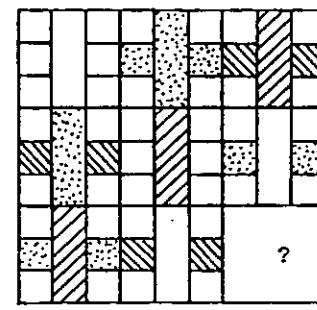
20

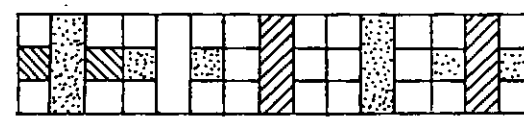




ก ข ค ง จ

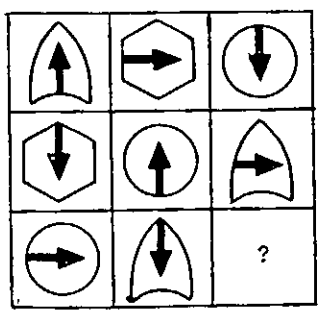
23

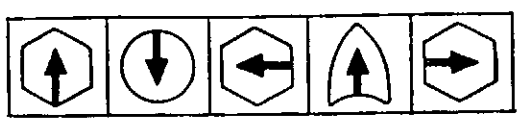




ก ข ค ง จ

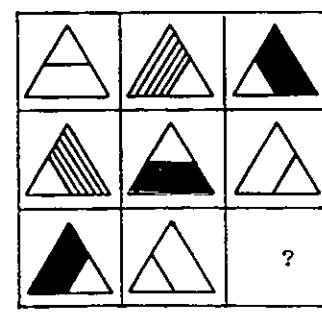
21

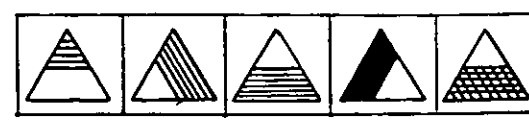




ก ข ค ง จ

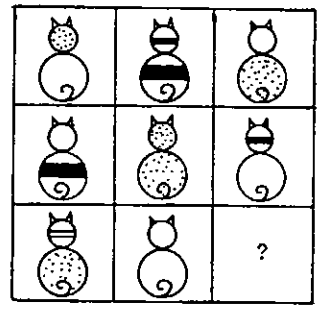
24

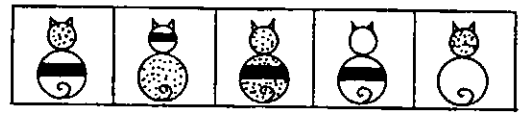




ก ข ค ง จ

25





ก ข ค ง จ

อนุกรม 3

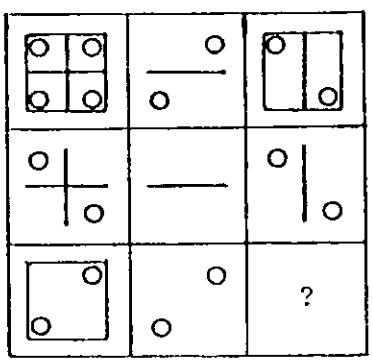
คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

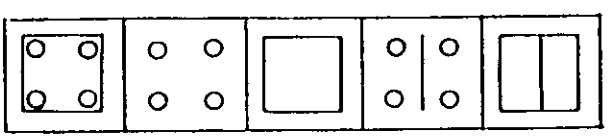
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบใดได้คำตอบใดก็ให้กากบาท(x) ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

ข้อ (0)

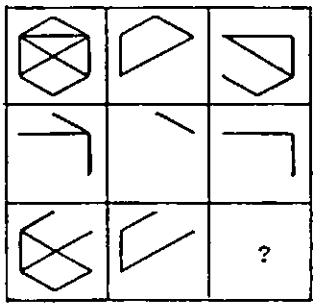


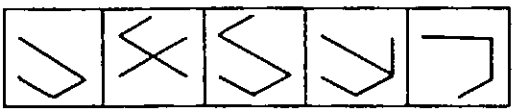


ก ข ค ง จ

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ก นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง ถูกหักออกด้วยภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สองได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

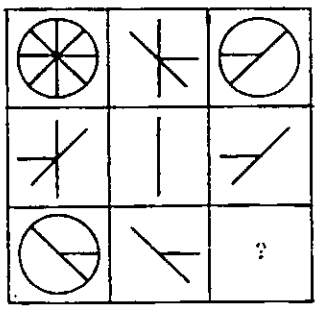
1

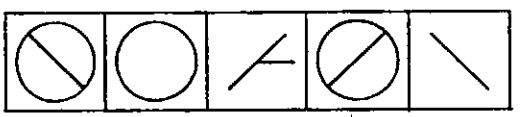




ก ข ค ง จ

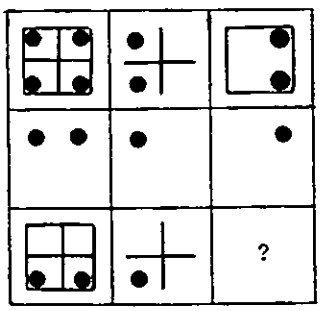
2

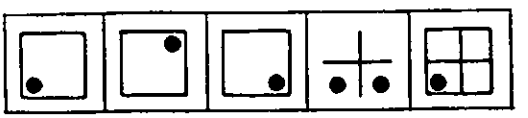




ก ข ค ง จ

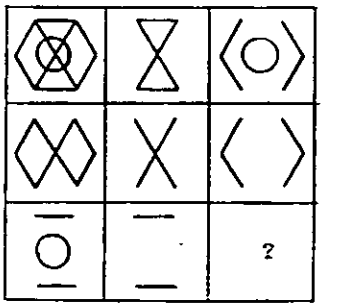
3

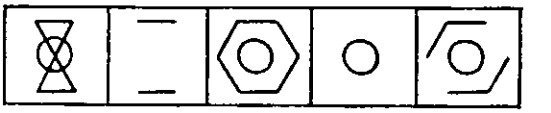




ก ข ค ง จ

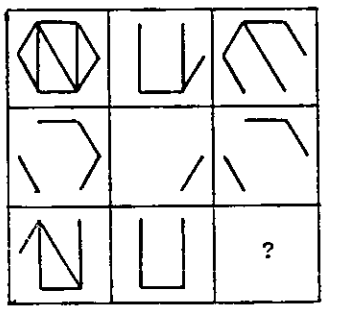
4

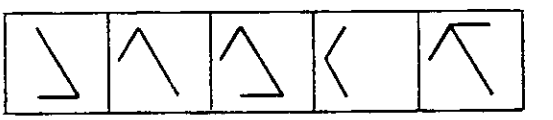




ก ข ค ง จ

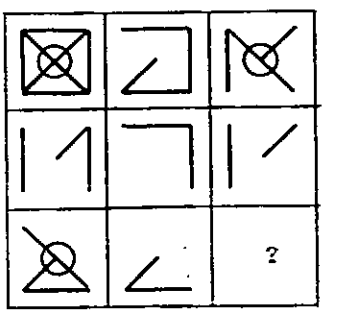
5

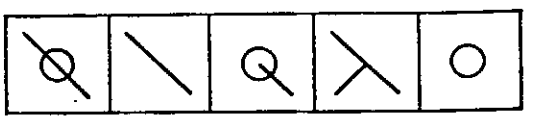




ก ข ค ง จ

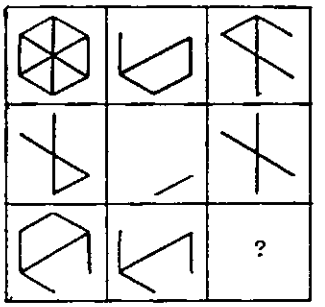
6

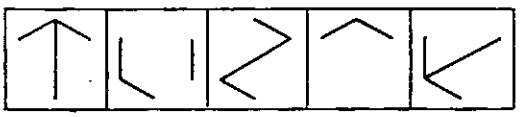




ก ข ค ง จ

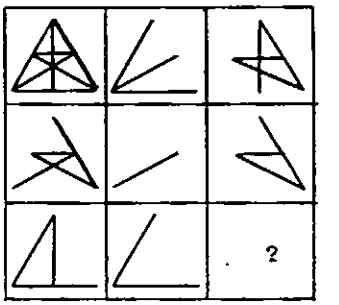
7

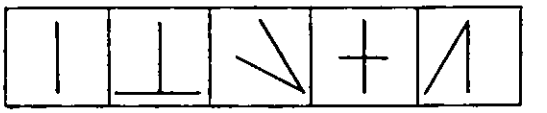




ก ข ค ง จ

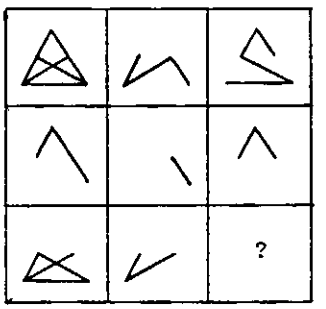
10

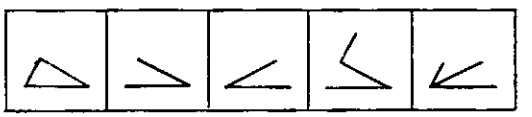




ก ข ค ง จ

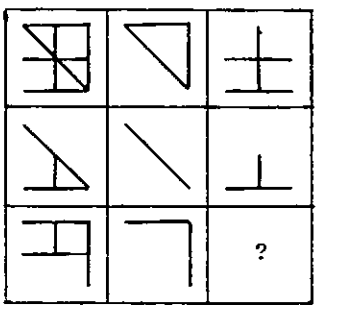
8

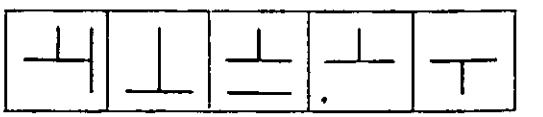




ก ข ค ง จ

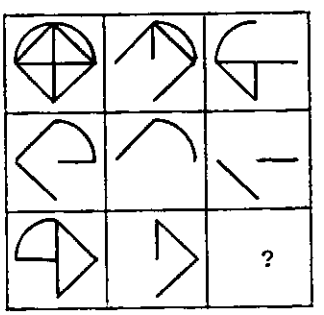
11

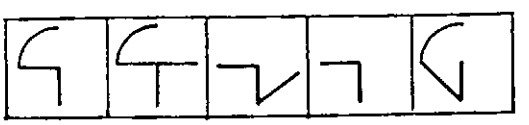




ก ข ค ง จ

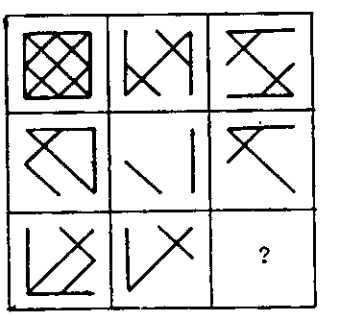
9

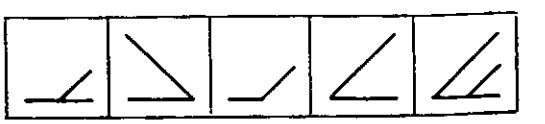




ก ข ค ง จ

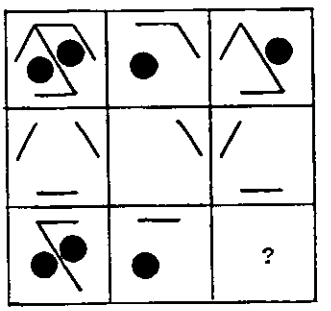
12





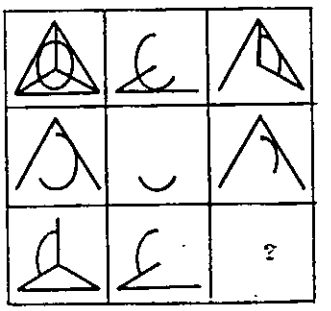
ก ข ค ง จ

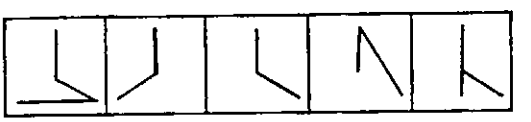
13



ก ข ค ง จ

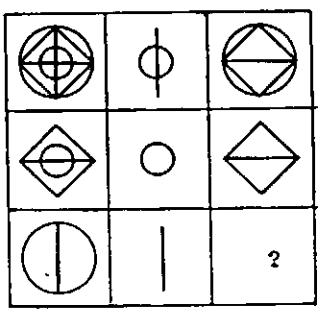
14





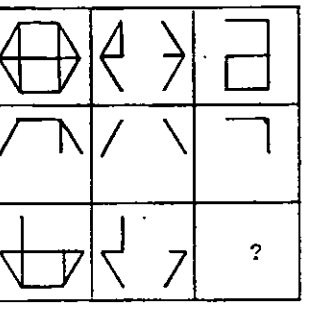
ก ข ค ง จ

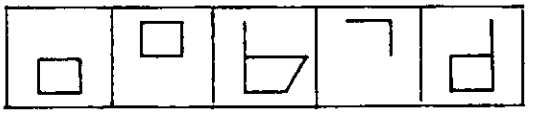
15



ก ข ค ง จ

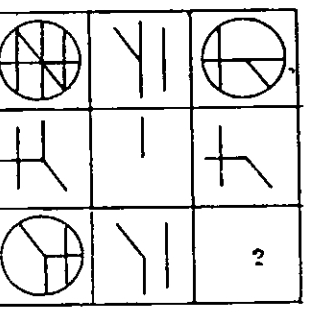
16





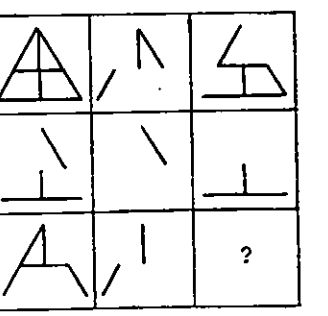
ก ข ค ง จ

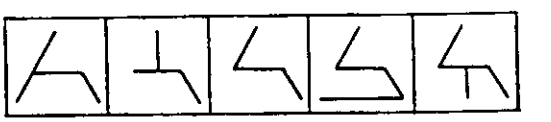
17



ก ข ค ง จ

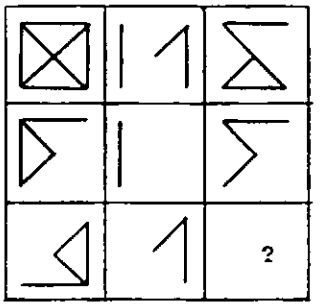
18

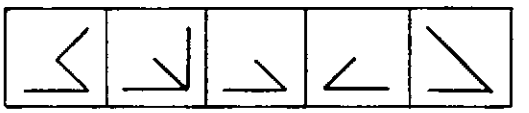




ก ข ค ง จ

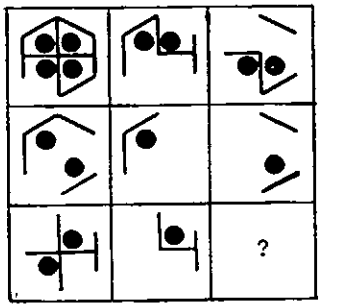
19

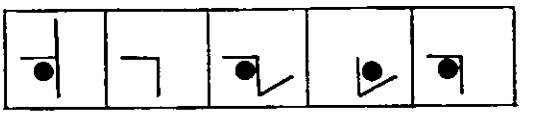




ก ข ค ง จ

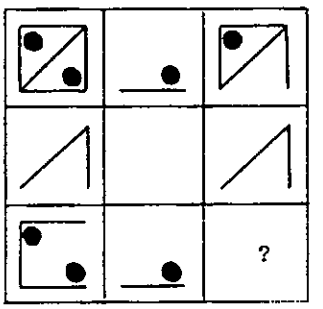
22

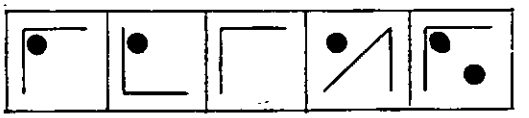




ก ข ค ง จ

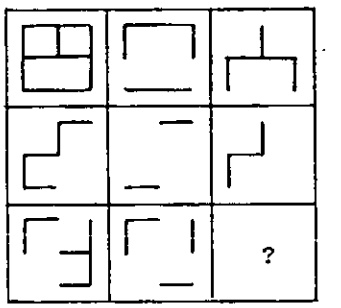
20

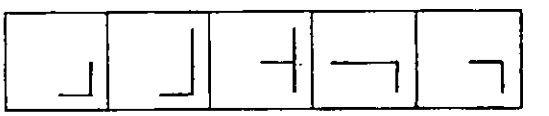




ก ข ค ง จ

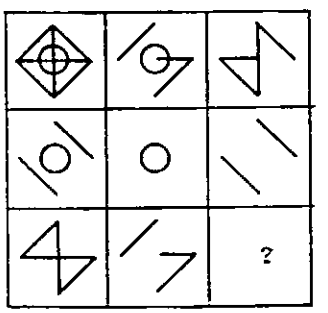
23

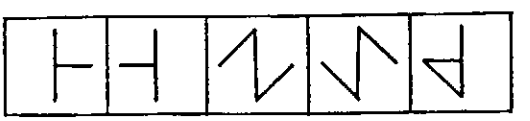




ก ข ค ง จ

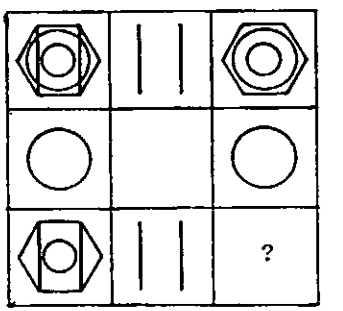
21

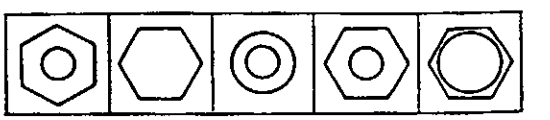




ก ข ค ง จ

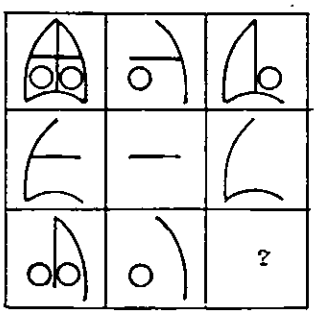
24

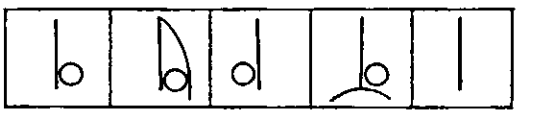




ก ข ค ง จ

25





ก ข ค ง จ

อนุกรม 4

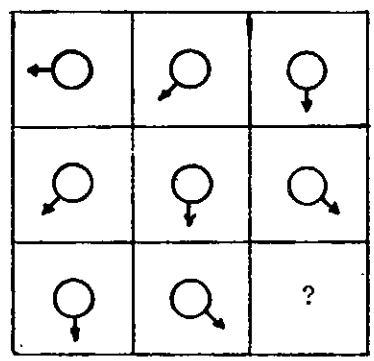
คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

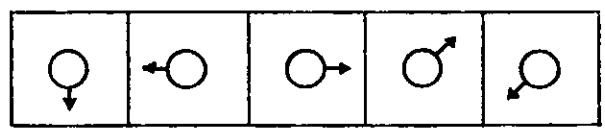
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดก็ให้กากบาท(x) ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

ข้อ (0)

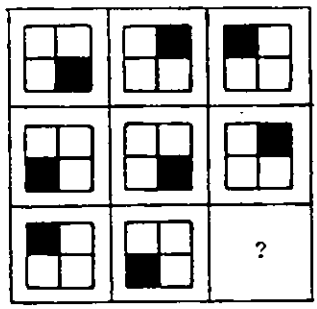


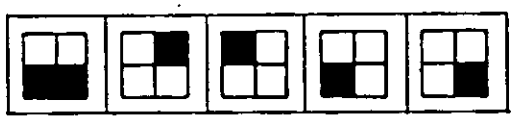


ก ข ค ง จ

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าเป็นระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่ภาพจะเปลี่ยนไปตามแนวนอนและแนวตั้ง ภายใต้เงื่อนไขของความสัมพันธ์อันใดอันหนึ่ง

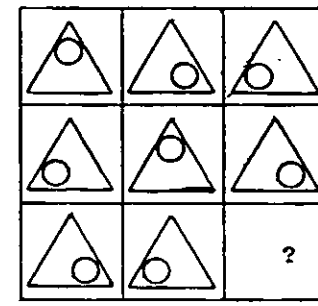
1

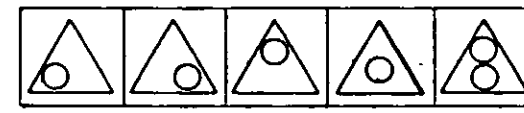




ก ข ค ง จ

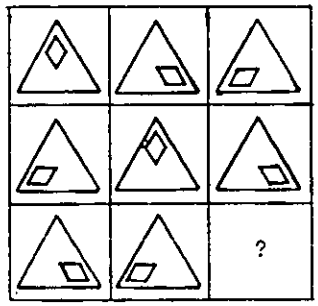
4

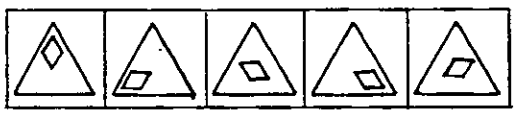




ก ข ค ง จ

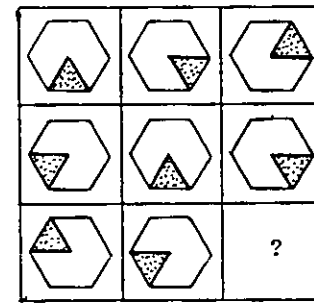
2

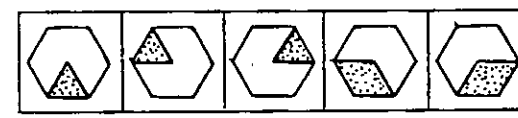




ก ข ค ง จ

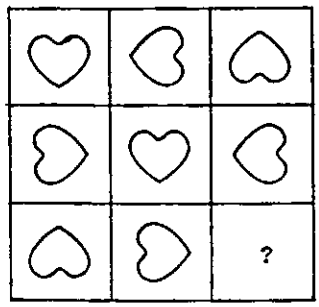
5

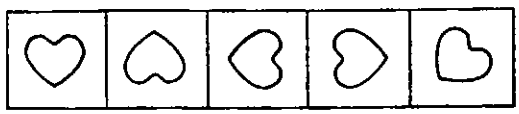




ก ข ค ง จ

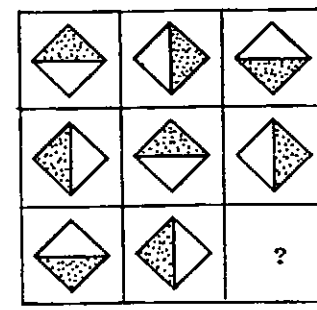
3

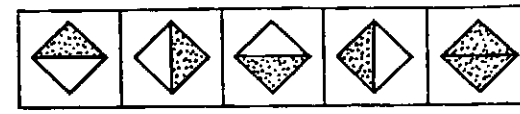




ก ข ค ง จ

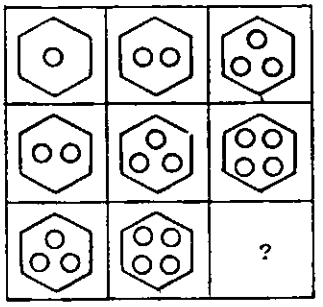
6

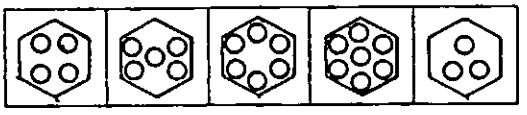




ก ข ค ง จ

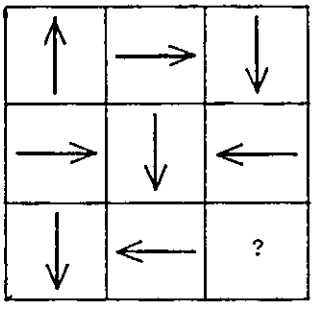
7

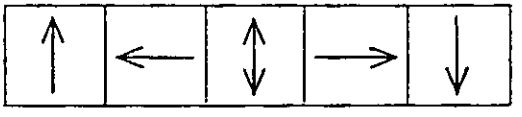




ก ข ค ง จ

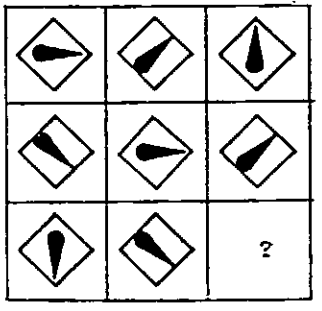
8

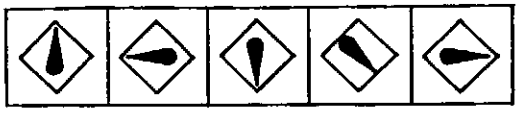




ก ข ค ง จ

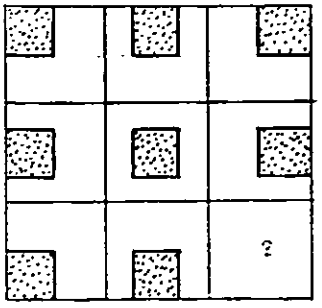
9

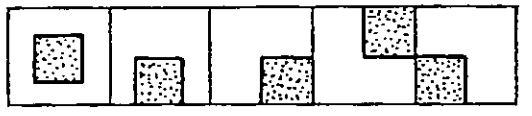




ก ข ค ง จ

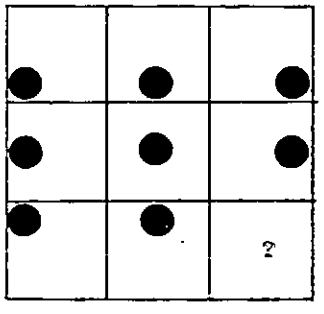
10

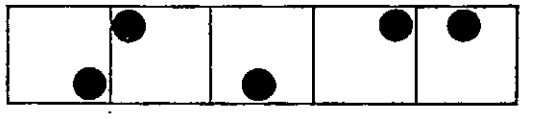




ก ข ค ง จ

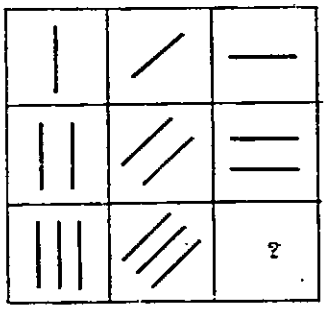
11

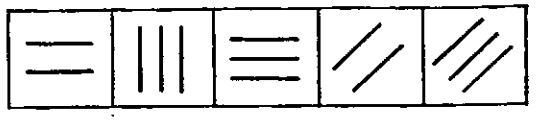




ก ข ค ง จ

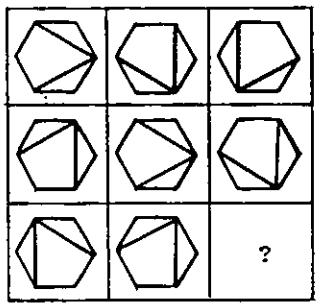
12

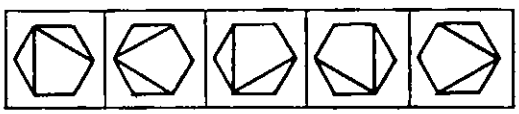




ก ข ค ง จ

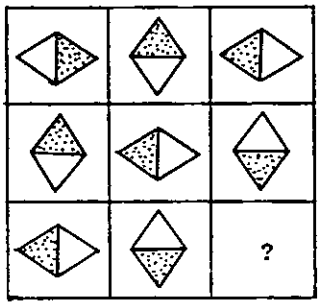
13

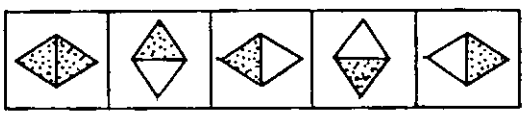




ก ข ค ง จ

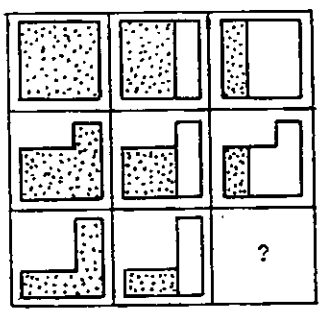
16

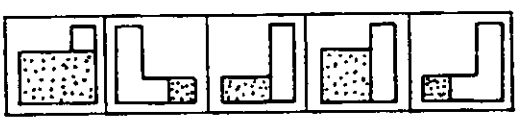




ก ข ค ง จ

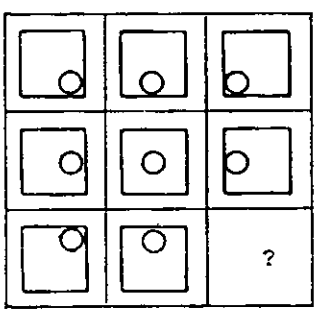
14

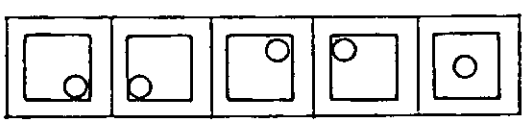




ก ข ค ง จ

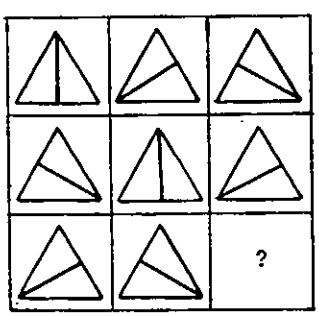
17

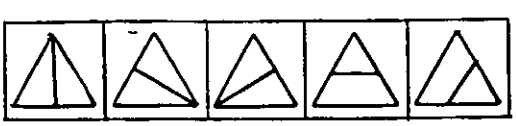




ก ข ค ง จ

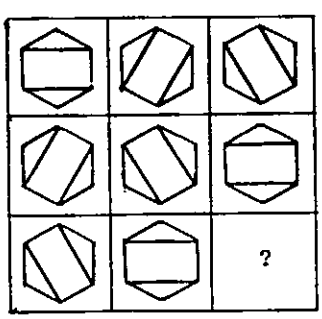
15

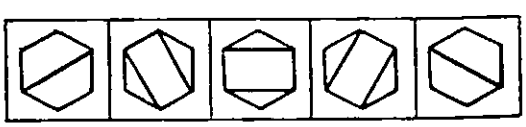




ก ข ค ง จ

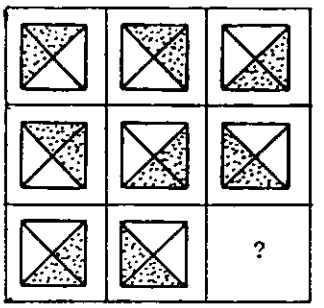
18

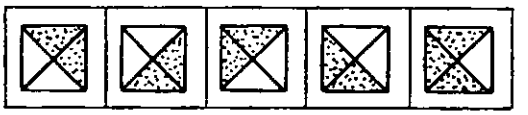




ก ข ค ง จ

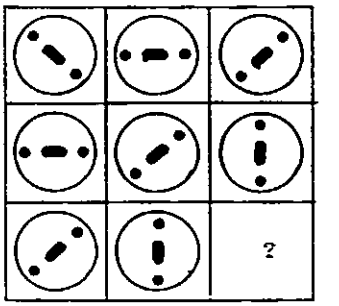
19

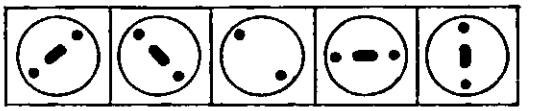




ก ข ค ง จ

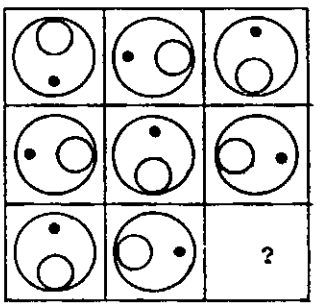
22

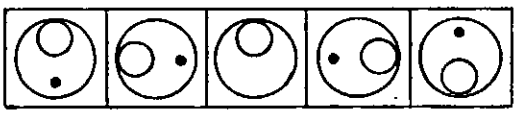




ก ข ค ง จ

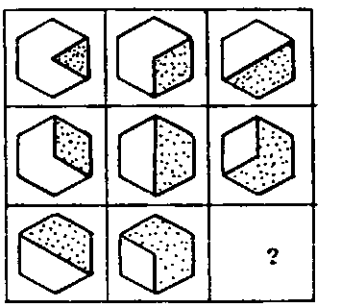
20

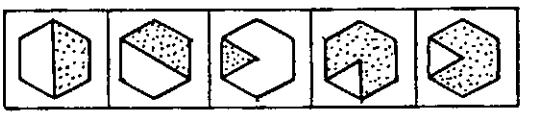




ก ข ค ง จ

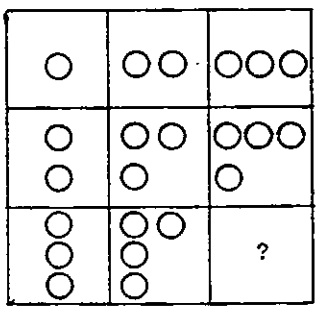
23

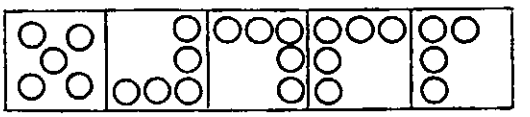




ก ข ค ง จ

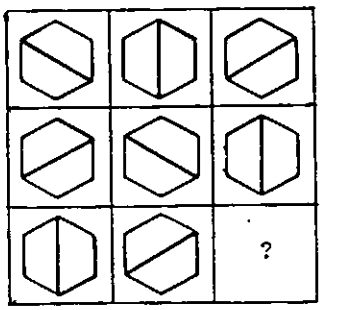
21





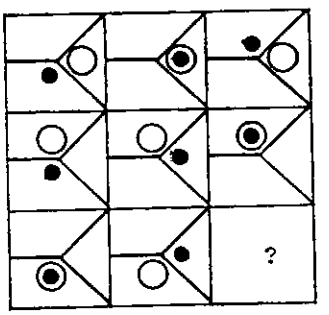
ก ข ค ง จ

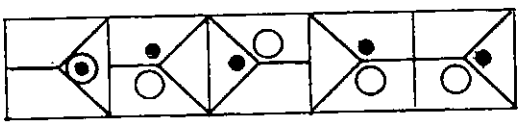
24



ก ข ค ง จ

25





ก ข ค ง จ

อนุกรม 5

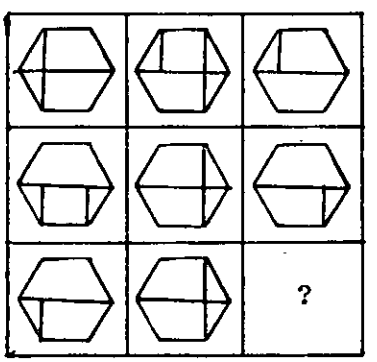
คำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบอนุกรมมิติ

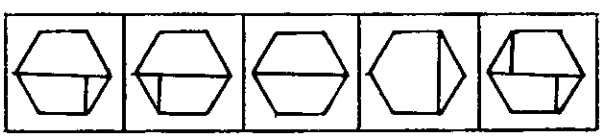
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ มีเวลาทำเพียง 15 นาที ฉนั้นนักเรียนควรรีบทำโดยเร็วให้ครบทุกข้อตามนั้น จึงจะได้คะแนนดี

2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น คือ คำถามแต่ละข้อจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบได้คำตอบใดก็ให้กากบาท(x) ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่ง กับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง (0)

ข้อ (0)

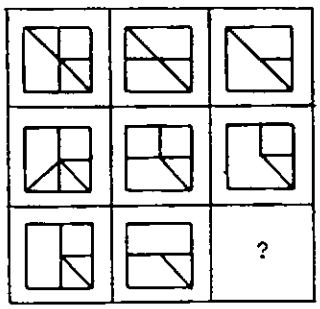


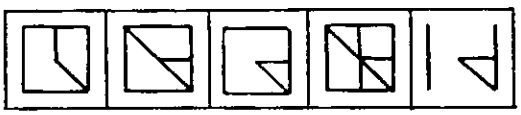


ก ข ค ง จ

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือข้อ ค นักเรียนจะสังเกตเห็นว่าเป็นระบบความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนรูปในลักษณะที่หาส่วนประกอบร่วมกันของภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่หนึ่งกับภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สอง ได้เป็นภาพในแนวนอน(แนวตั้ง)ที่สาม

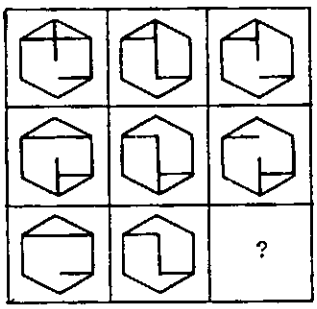
1

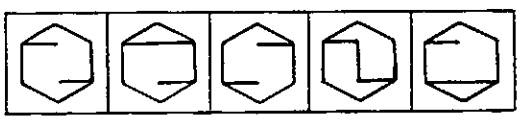




ก ข ค ง จ

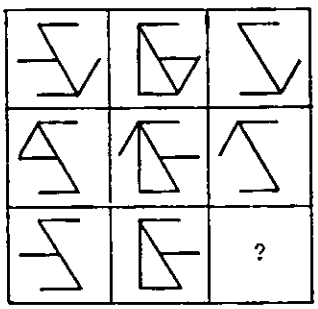
2





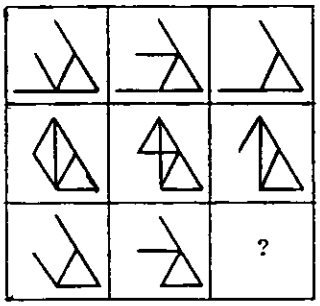
ก ข ค ง จ

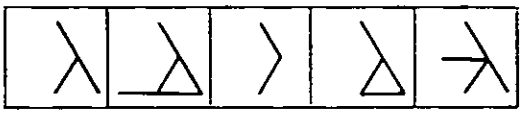
3



ก ข ค ง จ

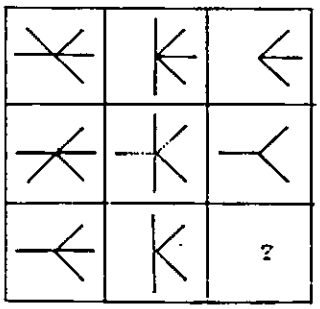
4

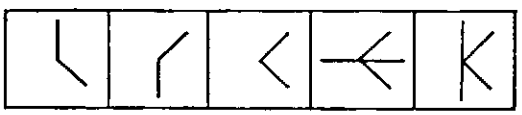




ก ข ค ง จ

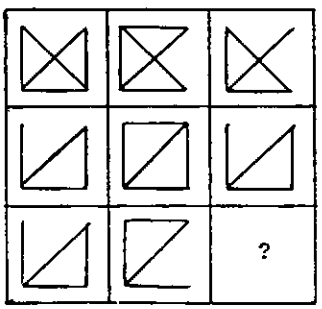
5

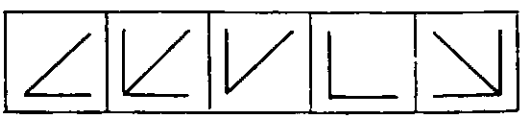




ก ข ค ง จ

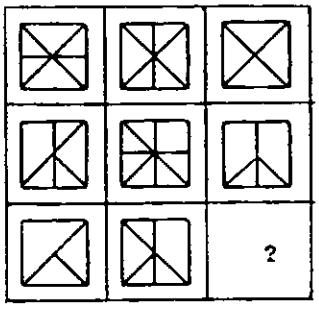
6

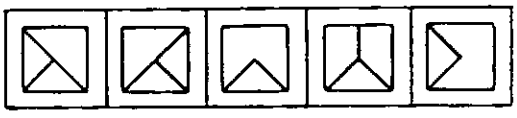




ก ข ค ง จ

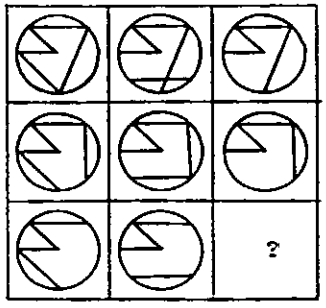
7

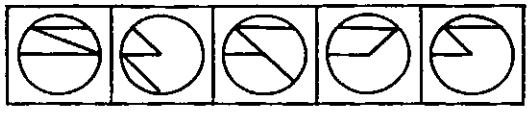




ก ข ค ง จ

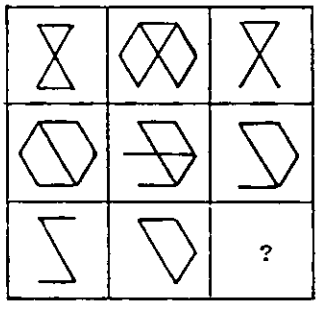
10

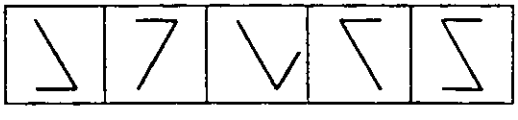




ก ข ค ง จ

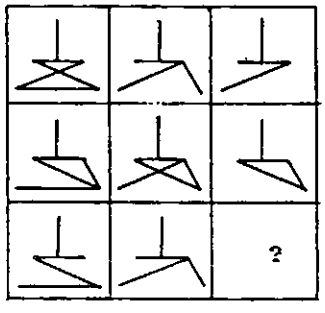
8

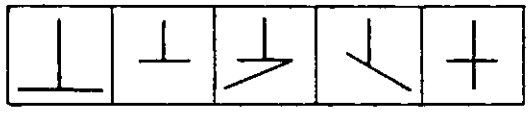




ก ข ค ง จ

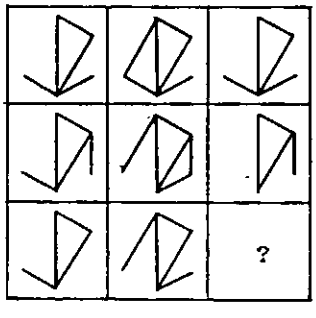
11

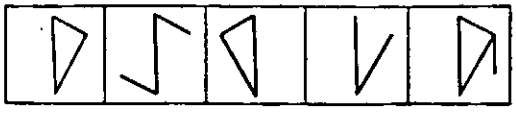




ก ข ค ง จ

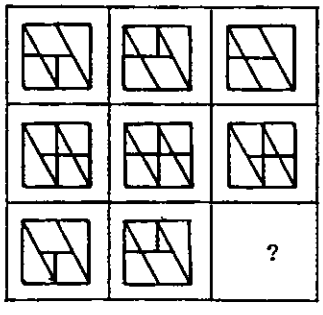
9

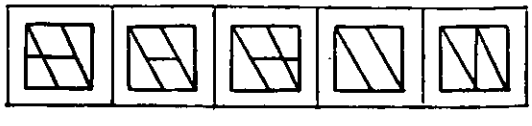




ก ข ค ง จ

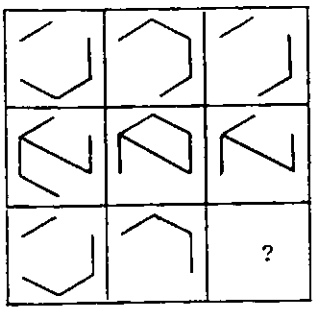
12

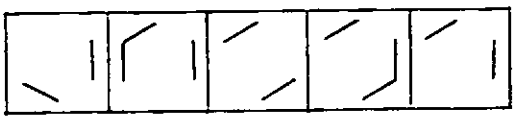




ก ข ค ง จ

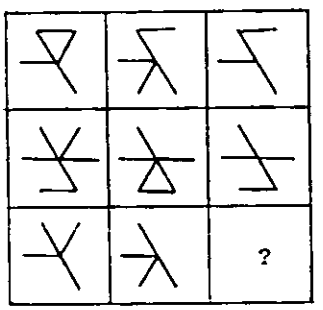
13

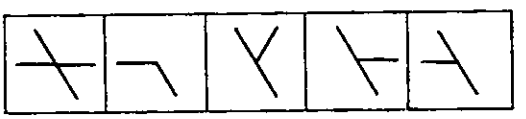




ก ข ค ง จ

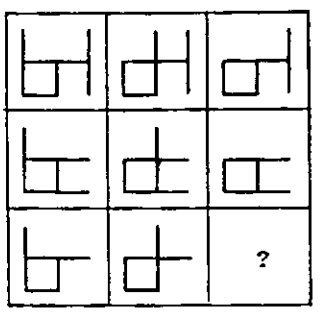
14

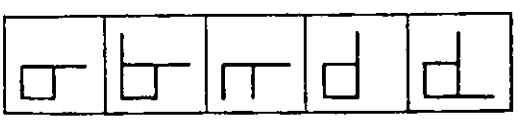




ก ข ค ง จ

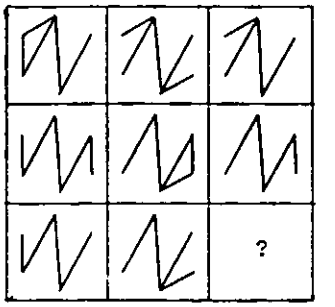
15

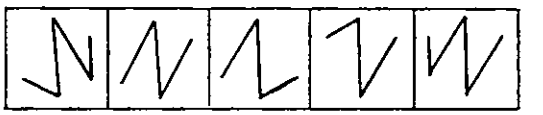




ก ข ค ง จ

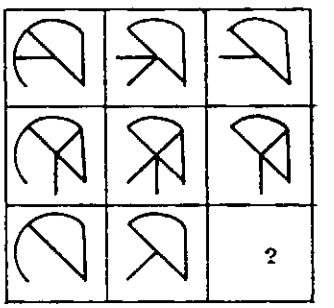
16

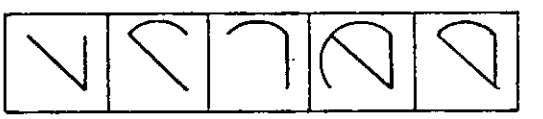




ก ข ค ง จ

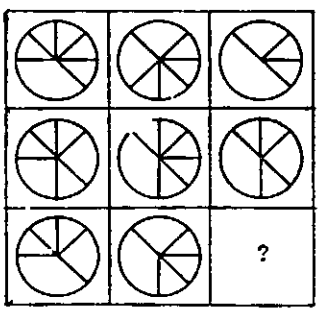
17





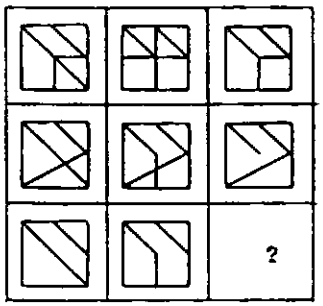
ก ข ค ง จ

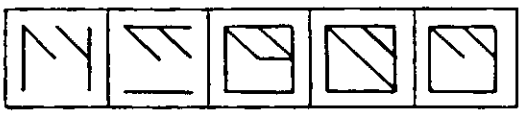
18



ก ข ค ง จ

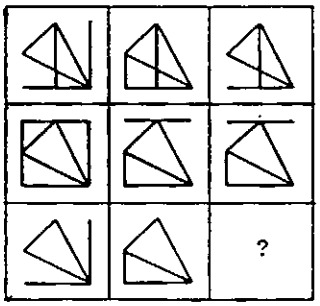
19

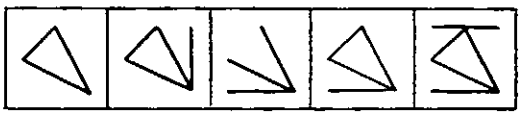




ก ข ค ง จ

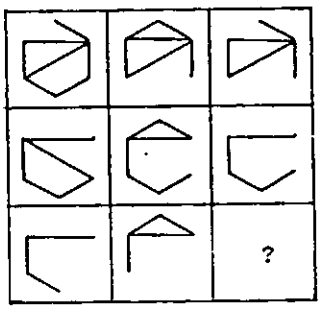
22

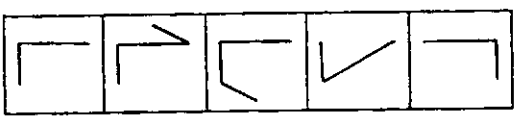




ก ข ค ง จ

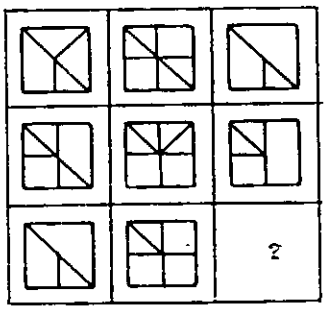
20

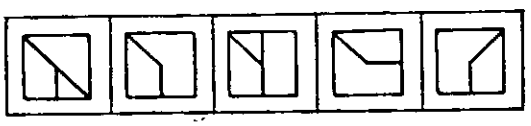




ก ข ค ง จ

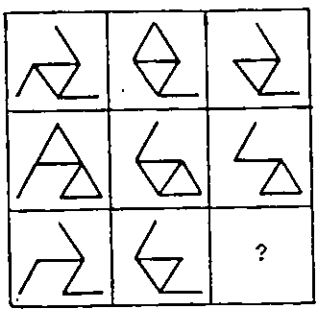
23

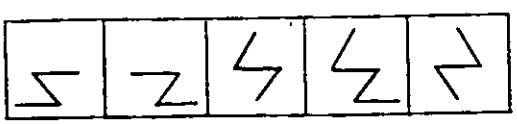




ก ข ค ง จ

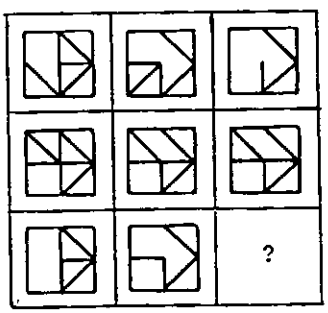
21

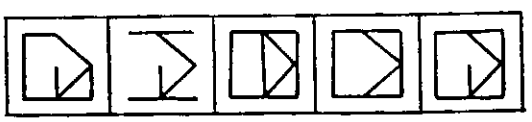




ก ข ค ง จ

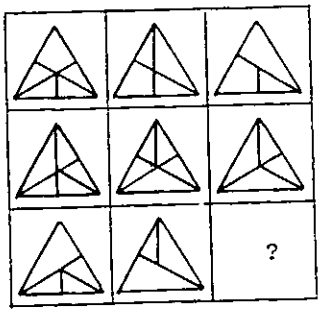
24

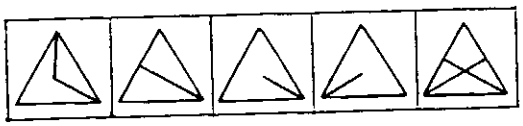




ก ข ค ง จ

25





ก ข ค ง จ

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ	นายอภิรัตน์ อรรถเวทิน	
เกิด	วันที่ 2 มกราคม 2504	
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	512 ถนนประชาธิปัตย์ อำเภอศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์	
สถานที่ทำงาน	สำนักงานศึกษาธิการอำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์	
ประวัติการศึกษา	2521	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์
	2523	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสิรินธร จังหวัดสุรินทร์
	2527	วท.บ. (ศึกษาศาสตร์-เกษตร) จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	2539	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร