

ศึกษาแบบต่าง ๆ (Styles) ของแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์

ปริญญานิพนธ์

ของ

บุญชม ศรีสะอาด

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
13 มีนาคม 2513

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปัญหานี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้.

วิมล นพรัตน์ ประธาน

ดร. ชื่นชม กรรมการ

วิมล นพรัตน์ กรรมการ

13 มีนาคม 2513

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล แพทย์กุล หัวหน้าสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร, อาจารย์ ล้วน สายยศ อาจารย์ประจำสำนักงานทดสอบ วิทยาลัย-
วิชาการศึกษา ประสานมิตร, อาจารย์ สำเริง บุญเรืองรัตน์ อาจารย์ประจำ
สำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ
ไว้อย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พจน์ สะเพียรชัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ
ขอขอบพระคุณ อาจารย์ใหญ่, อาจารย์ และครูของโรงเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ที่ให้ความ
ร่วมมืออย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่ ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ
ในการดำเนินการสอบ

ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณสุนันท์ ทองคำ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้
เสร็จทันเวลา โดยนำข้อมูลส่วนมากไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จเป็นรูปเล่มขึ้นได้ เพราะได้รับความช่วยเหลือ
อย่างดียิ่งจาก คุณรัตนา พุกพูน ผู้พิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ทั้งเล่ม ผู้เขียนขอขอบพระคุณ
ไว้ ณ ที่นี้ด้วย.

บุญถม ศรีสะอาด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
✓ ความมุ่งหมายในการค้นคว้า	7
✓ สมมติฐานในการวิจัย	7
✓ ขอบเขตของการค้นคว้า	8
✓ นิยามและศัพท์เฉพาะ	8
✓ ความสำคัญของการค้นคว้า	8
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	9
3. วิธีดำเนินการ	21
กลุ่มตัวอย่าง	21
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	22
การทดลองแบบทดสอบ	26
การทดสอบและการตรวจให้คะแนน	27
การวิเคราะห์ข้อมูล	29
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	33
สถิติกับที่ใช้ในการวิเคราะห์	33
ผลของการใช้แบบทดสอบ 8 ชนิด	34
ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ	34
โครงการแจกแจงความถี่ของแบบทดสอบ	36
การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย	37
การแสดงผลภาพเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด	38

บทที่	หน้า
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 8 ชนิด	66
การวิเคราะห์องค์ประกอบ	70
5. สรุปผลวิจัย และข้อเสนอแนะ	75
ความมุ่งหมายในการค้นคว้า	75
วิธีดำเนินการ	75
การวิเคราะห์ข้อมูล	76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	78
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	85
ภาคผนวก ก. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	86
ภาคผนวก ข. ค่าสถิติและข้อมูลพื้นฐาน	89

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ มัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่ทำการศึกษา 6 แห่ง	21
2. จำนวนนักเรียนชาย และหญิงในระดับชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 ในโรงเรียน 6 โรงเรียน	22
3. ค่าความยากง่ายเฉลี่ย, ความยากมาตรฐาน และ ช่วงระยะของค่า อำนาจจำแนก	27
4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จำนวนทั้งหมด 888 คน	35
5. ค่ารายเฉลี่ย คะแนนที่ - ปกติ และค่าความแปรปรวน ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากผลการสอบของนักเรียน 888 คน	38
6. ค่ารายเฉลี่ยและคะแนนที่ - ปกติ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติ ของนักเรียนชาย และหญิง ในระดับชั้นต่าง ๆ	40
7. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ ตัดกระดาษ	41
8. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบตัดกระดาษ ระหว่าง แต่ละระดับชั้น โดยวิธีการของนิวแมน - คีลส์ (Newman - Keuls)	42
9. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบอันดับภาพ	43
10. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบอันดับภาพ ระหว่าง แต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีลส์	44

ตาราง	หน้า
11. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	45
12. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	45
13. การทดสอบ ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิงในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบ ทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	46
14. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบหาคำตรงข้าม	47
15. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบหาคำตรงข้าม ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	48
16. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบหาคำตรงข้าม โดยวิธีของ นิวแมน – คีลส์	48
17. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบหาคำตรงข้าม โดยวิธีของ นิวแมน – คีลส์	49
18. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ของชายและหญิงในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบหาคำตรงข้าม โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	49
19. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ ประกอบภาพ	50
20. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ประกอบภาพ ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	51

21. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7,
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 51
22. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7,
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 52
23. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง ในระดับชั้นเดียวกัน
จากแบบทดสอบ ประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 52
24. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ นักรูปถูกบาศก์, 53
25. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ในแบบทดสอบนักรูปถูกบาศก์ ระหว่าง
แต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 54
26. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบทดสอบ ขั้วภาพ 54
27. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ขั้วภาพ ระหว่าง
แต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 55
28. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7,
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ขั้วภาพ, โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 56
29. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7,
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบขั้วภาพ โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 56
30. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชาย และหญิงในระดับเดียวกัน
จากแบบทดสอบ ขั้วภาพ โดยวิธีของนิวแมน – กีสส์ 57
31. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบทดสอบ ดอกภาพ 58

การวาง	หน้า
32. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ในแบบทดสอบรูปภาพ ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	59
33. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ ทัศนภาพ	60
34. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ทัศนภาพ ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	61
35. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	61
36. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	62
37. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง ในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบ ทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน – คีลส์	62
38. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. จำนวน 297 คน	66
39. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 311 คน	67
40. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 280 คน	68
41. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนทั้งหมด จำนวน 888 คน	69

ตาราง	หน้า
42. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏในแบบทดสอบ แต่ละชนิด หลังการหมุนแกน	71
43. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏในแบบทดสอบ ทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น ป.7	72
44. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏในแบบทดสอบ ทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น มศ.3	73
45. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏในแบบทดสอบ ทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น มศ.5	74
46. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ ตัดกระดาษ, ประกอบภาพ, ซ้อนภาพ, หาด้านตรงข้าม	90
47. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ ซ้อนภาพ	91
48. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ นักรูปลูกบาศก์	92
49. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ ก่อภาพ	93
50. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ ตัดกระดาษ	94
51. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ ซ้อนภาพ	95
52. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ หมุนภาพ	97

53. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ ประกอบภาพ	99
54. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ นิมิตปลูกนาสัถ	100
55. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ ช้อนภาพ	101
56. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ ถอดภาพ	102
57. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ ของแบบทดสอบ หาคำนวณตรงข้าม	103
58. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	104
59. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	105
60. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	106
61. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 รวมจาก แบบทดสอบ 8 ชนิด	107
62. ค่า ΣXY ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	108
63. ค่า ΣXY ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	108
64. ค่า ΣXY ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	109

ตาราง	หน้า
65. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	109
66. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	110
67. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	110
68. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	111
69. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	111
70. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	112
71. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้น ป.7, มศ.3, มศ.5 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด	112
72. ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน	113
73. ค่า First Residuals และการคำนวณ Second Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน	114
74. ค่า Second Residuals และการคำนวณ Third Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน	115
75. ค่า Third Residuals และการคำนวณ Fourth Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน	116

ตาราง	หน้า
76. น้ำหนักตัวประกอบทั้ง 4 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียน 888 คน	117
77. การหมุนแกนครั้งที่ 1 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 3 และ 4 คงที่	117
78. การหมุนแกนครั้งที่ 2 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 2 และ 4 คงที่	118
79. การหมุนแกนครั้งที่ 3 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 3 และ 4 คงที่	118
80. ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน	119
81. ค่า First Residuals และการคำนวณ Second Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน	120
82. ค่า Second Residuals และการคำนวณ Third Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน	121
83. น้ำหนักตัวประกอบ 3 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น ป.7	122
84. การหมุนแกนครั้งที่ 1 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 3 คงที่	122
85. การหมุนแกนครั้งที่ 2 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 2 คงที่	123

86.	ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น มศ.3 จำนวน 311 คน	124
87.	ค่า First Residuals และการคำนวณ Second Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น มศ.3 จำนวน 311 คน	125
88.	น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น มศ.3	126
89.	น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ภายหลังจากการหมุนแกน	126
90.	ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น มศ.5 จำนวน 280 คน	127
91.	ค่า First Residual และการคำนวณ Second Centroid Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น มศ.5 จำนวน 280 คน	128
92.	น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น มศ.5	129
93.	น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ภายหลังจากการหมุนแกน	129

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. โคงการแจกแจงเปอร์เซ็นต์ของความถี่สัมพัทธ์ในแบบทดสอบ 7 ชนิด	36
2. เส้นภาพความสามารถในการทำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ทั้ง 8 ฉบับ ของชายและหญิง	63
3. เส้นภาพความสามารถในการทำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ทั้ง 8 ฉบับ ของแต่ละระดับชั้น	64
4. เส้นภาพความสามารถในการทำแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ทั้ง 8 ฉบับ ของชายและหญิงในแต่ละระดับชั้น	65

ภูมิหลัง

มนุษย์เราทุกคนมีความแตกต่างกันทั้งทางร่างกาย และสมรรถภาพสมอง¹ (Mental Ability) ทำให้เกิดความเหมาะสมกับอาชีพต่าง ๆ แยกต่างกันไปตามความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล คนที่มีความสามารถหรือความถนัดด้านใด หากได้ประกอบอาชีพ หรือกระทำการงาน ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนแล้ว ก็ย่อมจะประสบความสำเร็จด้วยดีในงานนั้น ๆ ซึ่งถ้าหากเป็นเช่นนั้นกันทุกคน หรือโดยส่วนมากแล้ว สังคมก็จะเจริญก้าวหน้ามีความสงบเรียบร้อยดังที่ปรารถนา ปัญหาสำคัญจึงอยู่ที่ว่า เราจะใช้วิธีการใด และใช้อย่างไร เพื่อที่จะทราบถึงความสามารถ ความถนัดของแต่ละคนอย่างเที่ยงตรงแน่นอน ซึ่งถ้าหากเราสามารถวัดความสามารถหรือความถนัดของแต่ละคนออกมาได้ และจัดสรรคนให้เหมาะสมกับการงาน และอาชีพแล้ว ก็จะช่วยให้สังคมเจริญยิ่งขึ้น เกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวนั้น อัลเฟรด บิเน็ต (Alfred Binet) นักจิตวิทยาชาวฝรั่งเศส เป็นบุคคลแรกที่สร้างแบบทดสอบ วัดความสามารถทางสมองหรือสติปัญญา (Intelligence Test) เพื่อที่จะดูความแตกต่างของแต่ละบุคคลเป็นประการสำคัญ จากนั้น เทอแมน² (Terman) นักการศึกษาชาวอเมริกัน ได้ทำการปรับปรุงแบบทดสอบวัดสติปัญญา

¹ Baron, Denis; Bernard, Harold W., Evaluation Techniques for Classroom Teachers, pp. 68 - 69.

² Anastasi, Anne, Psychological Testing., p. 11.

ของ บิเนต (Binet - Simon Scale) มาเป็นแบบทดสอบ สแตนฟอร์ด บิเนต (Stanford Binet) หลังจากที่ได้ทดสอบแล้วก็แปลงคะแนนที่ได้ให้เป็นหน่วยเรียกว่า ไอ คิว (I.Q.) โดยใช้สูตร

$$I.Q. = \frac{MA}{CA} \times 100$$

เมื่อ MA = Mental Age คืออายุสมอง หาได้โดยนำผลการทดสอบไปเทียบกับให้เป็นอายุสมอง ตามเกณฑ์ปกติ (Norms) ที่สร้างไว้.

CA = Chronological Age เป็นอายุจริง ได้จากอายุตามปฏิทิน ต่อมาก็มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ไอ คิว กับอาชีพต่าง ๆ ไอ คิว กับผลการเรียน และ ไอ คิว กับความสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ เพื่อช่วยพยากรณ์ความสำเร็จในอาชีพ หรือในการเรียน แต่ ไอ คิว เป็นตัวพยากรณ์ที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะมีความสามารถทางด้านภาษา (Verbal Ability) ประปรายมาก³ นั่นคือ ความสามารถทางด้านภาษาและ ไอ คิว มีความสัมพันธ์กันสูง จึงกล่าวได้ว่า คนมี ไอ คิว สูง มักจะเป็นคนที่เก่งทางด้านภาษา และที่สำคัญคือ ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างของความสามารถในแต่ละอาชีพได้แน่ชัด เช่น ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างความสามารถในการเป็นทนายความ และวิศวกร

3

Baron, Denis; Bernard, Harold W., Loc. cit.

4

Cronbach, Lee J., Essentials of Psychological Testing, pp. 180 - 186.

ถ้าทั้งหน่วยความและวิถกรต่างก็มี ไอ กิว เท่า ๆ กัน⁵ ทั้งนี้เนื่องจากแบบทดสอบวัดสติปัญญาวัดความสามารถของสมองรวม ๆ ไม่ได้แบ่งแยกวัดความสามารถของสมองตามคุณลักษณะต่าง ๆ ที่นักเรีนมีอยู่ ซึ่งกะแนนจากคุณลักษณะต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กับความสำเร็จ ในการเรีนวิชาต่าง ๆ แดกต่างกัน⁶

ต่อมามีกลุ่มนักจิตวิทยาการศึกษาที่เชื่อว่า สติปัญญาของมนุษย์ แบ่งออกเป็นภาค ๆ มีการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองมนุษย์ไว้มากมาย โดยเฉพาะ เรอร์สโตน⁷ (L.L. Thurstone) ได้สร้างแบบทดสอบ 56 ฉบับ ไปทำการทดสอบ และนำผลมาวิเคราะห์ทางองค์ประกอบ (Factor Analysis) แล้วสรุปผลออกมาว่า สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองมนุษย์ (Primary Mental Ability) มีอยู่ 7 ประการด้วยกันคือ

1. ความสามารถด้านภาษา (Verbal หรือ V - Factor)
2. ความสามารถด้านจำนวน (Number หรือ N - Factor)
3. ความสามารถด้านความจำ (Memory หรือ M - Factor)
4. ความสามารถด้านเหตุผล (Reasoning หรือ R - Factor)
5. ความสามารถด้านการรับรู้ (Perception หรือ P - Factor)

5

Staff, Division of Occupational Analysis, War Manpower Commission, "Factor Analysis of Occupational Aptitude Test" Educational and Psychological Measurement, 5 : 147 - 155, 1945.

6

Segel, David, "The Validity of a Multiple Aptitude Test at the Secondary School Level," Educational and Psychological Measurement, 7 : 695 - 705, Winter, 1947.

7

Cronbach, Lee J., Loc. Cit.

6 ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Space หรือ S - Factor)

7 ความสามารถด้านการใช้คำ (World Fluency หรือ W - Factor)

เซอร์สโตน นำความสามารถต่าง ๆ เหล่านี้ ไปเป็นหลักในการสร้างแบบทดสอบ วัตถุประสงค์และเป็นแนวให้เกิดการสร้างแบบทดสอบความถนัดต่าง ๆ โดยที่นักจิตวิทยา และ นักวัดผล สร้างแบบทดสอบขึ้นมาเป็นชุด ๆ (Batteries) ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ (Subtest) ซึ่งแบบทดสอบย่อย ๆ แต่ละฉบับต่างก็วัดความสามารถด้านต่าง ๆ กันโดยเฉพาะ เพื่อทำการวิจัยว่า ในการเรียนสาขาวิชาต่าง ๆ และในแต่ละอาชีพ ต้องการบุคคลที่มีความสามารถที่สำคัญ ๆ ในด้านใดบ้าง แล้วนำผลวิจัยมาเป็นหลักในการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อ หรือเพื่อประกอบอาชีพต่าง ๆ ให้ได้ผลสมความปรารถนา แบบทดสอบที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ แบบทดสอบไพรมารี เมนทัล อะบิลิตี้ (Primary Mental Abilities or PMA) ของเซอร์สโตน ซึ่งมีหลายชุด แบบทดสอบคิฟเฟอเรนเชียล แอปทิจูด เทสต์⁸ (Differential Aptitude Test or DAT) ใช้พยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนวิชาต่าง ๆ ในระดับมัธยม พยากรณ์ความสัมฤทธิ์ในอาชีพต่าง ๆ แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 8 ชนิด คือ เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning), ความสามารถทางจำนวน (Numerical Ability), เหตุผลทางนามธรรม (Abstract Reasoning), มิติสัมพันธ์ (Space Relations), เหตุผลทางเครื่องมณฑลกลไก (Mechanical Reasoning), การใช้ภาษา (Language Usage) ความคล่องแคล่วทางเสมียน (Clerical Speed) และความแม่นยำ

⁸ Buros, Oscar Krison, editor, The Fourth Mental Measurement Yearbook, The Gryphon Press, Highland Park, N.J., 1953, 1255 pp.

Vocations p. 711.

(Accuracy) แบบทดสอบเบนเนอราล แอฟทิจูด เทสต์ แบตเตอรี่⁹ (General Aptitude Test Battery or GATB) ใช้สำหรับแนะแนวอาชีพ กักเลือกถูกจ้างเข้าทำงานในตำแหน่งต่าง ๆ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 12 ฉบับ แบบทดสอบ กิลฟอร์ด-ซิมเมอร์แมน แอฟทิจูด เซอร์เวย์¹⁰ (Guilford - Zimmerman Aptitude Survey) ใช้สำหรับกักเลือกนักบิน และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการบิน ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 7 ชนิด แบบทดสอบ ฟลานาแกน แอฟทิจูด กลาสลิฟเฟอริส เทสต์¹¹ ใช้สำหรับจำแนกความถนัดที่สำคัญ ๆ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในอาชีพต่าง ๆ และกักเลือกจัดบุคคลเข้าทำงานต่าง ๆ แบบทดสอบชุดนี้ ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย ๆ 14 ฉบับ และแบบทดสอบชุดอื่น ๆ อีกหลายร้อยชุด

สำหรับการวัดความสามารถทางคานมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) นั้น แต่ละคนต่างก็ใช้แบบ (Styles) ในการวัดต่าง ๆ กัน เช่นในแบบทดสอบ อาร์มี เบนเนอราล กลาสลิฟเฟอริส¹² (Army General Classification Test or AGCT) ใช้แบบนับรูปกล่อง (Block - Counting) ในแบบทดสอบ พินท์เนอร์นอน - แลงเกวค¹³ (Pintner Non - Language Test) ใช้แบบซ้อนภาพ

9

Buros, Oscar Krisen, Ibid., p. 714.

10

Buros, Oscar Krisen, Ibid., p. 715.

11

Buros, Oscar Krisen, editor, The Fifth Mental Measurement Yearbook, The Gryphon Press, Highland Park, N.J., 1959, 1292 pp.

Multiple - Aptitude Batteries p. 608.

12

Anastasi, Anne, op.cit. p. 225.

13

Ibid. p. 252.

(Pattern Synthesis) และแบบตัดกระดาษ (Paper folding) ในแบบทดสอบ
พี เอ็ม เอ¹⁴ (PMA) ในระดับอนุบาลถึงเกรด 6 ใช้แบบต่อภาพ (Square Completion)
และถัดจากเกรด 6 ขึ้นไป ใช้แบบหมุนภาพ ในแบบทดสอบ ดี เอ ที¹⁵ (DAT) เป็นแบบ
ประกอบภาพ (Block Developing) เป็นกัน

จะเห็นได้ว่าทั้ง ๆ ที่แบบทดสอบเหล่านี้ต่างก็ใช้วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้วยกัน
แต่ก็มีแบบ (Styles) ต่างกันหลาย ๆ แบบ บางแบบอาจมีเนื้อแท้ คือตัวประกอบมิติสัมพันธ์
(Pure Factor) มาก บางแบบอาจมีตัวประกอบมิติสัมพันธ์น้อย จึงควรศึกษาว่าแบบใด
จะมีตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด เพื่อที่จะใช้เป็นตัวแทนในการวัดสมรรถภาพสมองด้านนี้
ซึ่งจะช่วยให้มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ยิ่งขึ้น เพราะในการสร้างตัวพยากรณ์ใด ๆ จะ
ให้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดได้ก็ต่อเมื่อสร้างจากเนื้อแท้ของตัวพยากรณ์ให้เป็นตัวแทนโดยตรง¹⁶
การวิเคราะห์องค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ดังกล่าว จึงนับว่าเป็น
ประโยชน์ต่อการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านนี้เป็นอันมาก.

14
Ibid. p. 394.

15
Ibid. p. 351.

16
Furst, T. Edward, "Validity of Some Objective Scale
of Motivation for Predicting Academic Achievement," Educational
and Psychological Measurement, 26 : 927 - 933, 1966.

ความมุ่งหมายในการก่นกว

การศึกษากครั้งนี้ มุ่งหมายที่จะทราบสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อทราบว่าแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์แบบหมุนภาพ (Spatial Relations) ของเรอร์สโตน ฉบับปรับปรุงใหม่ในปี ก.ก. ๑๙๖๒ (Revised 1962) ที่ไว้สำหรับเด็กนักเรียนเกรด 6 ถึงเกรด 12 จะเหมาะสมกับเด็กชั้นตัวประโยค คือ ประถมปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของไทยหรือไม่
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์แบบ (Styles) ต่าง ๆ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์ ของเด็กนักเรียนตามระดับชั้น และระหว่างเพศ
4. เพื่อหาองค์ประกอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

สมมุติฐานในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสมมุติฐานในการวิจัย ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์ทุกแบบมีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเป็นบวก
2. นักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นสูงกว่า มีความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า
3. นักเรียนชายมีความสามารถด้านมิตีสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนหญิง.

ขอบเขตของการค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นตัวประโยค ที่วชั้น ประถมปีที่ 7 มีชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และมีชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2512 ในเขตจังหวัด พระนครศรีอยุธยา และธนบุรี

คำนิยามและศัพท์เฉพาะ

สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) หมายถึงความสามารถ ในการมองเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หรือรูปภาพในมิติต่าง ๆ ประกอบกัน นั่นคือ สามารถจำแนกความแตกต่างได้ว่า อันใดสูงกว่าหรือต่ำกว่า อันใดอยู่ขวาหรือซ้าย อันใด อยู่ใกล้กว่าหรือไกลกว่ากัน ในพื้นที่เดียวกัน สามารถจินตภาพได้ว่า ถ้าหากเคลื่อนย้าย หรือ บิด หมุน พลิก สิ่งของต่าง ๆ แล้วก็จะมีความเป็นอย่างไร.

ความสำคัญของการค้นคว้า

1. เพื่อทราบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบ (Factor) อะไร และมีอยู่เป็นสัดส่วนเท่าใด และจะได้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบต่าง ๆ เหล่านี้ว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยปานใด
2. การวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า ระดับชั้นและเพศ มีผลต่อความสามารถทาง ด้านมิติสัมพันธ์หรือไม่
3. เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์
4. เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้อื่น ที่จะได้ทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป.

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Ability) นับว่าเป็นความถนัดที่สำคัญ
ด้านหนึ่ง¹ เนื่องด้วยแบบทดสอบวัดสติปัญญาต่าง ๆ (Intelligence Tests) ที่สร้างใน
สมัยเริ่มแรก มีอิทธิพลของภาษาเข้าปะปนอยู่มาก ผู้ที่มีความสามารถทางภาษาสูงจึงมักจะ
ได้เปรียบ นักจิตวิทยาจึงพยายามคิดสร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความสามารถ
ด้านภาษา² (Non - Verbal Test) เพื่อวัดความสามารถทางสมองได้กว้างขวางยิ่งขึ้น
สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ไม่ต้องใช้ความสามารถ
ด้านภาษาชนิดหนึ่ง ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก ทั้งในอังกฤษและในสหรัฐอเมริกา
ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ฝ่ายวิจัยทางจิตวิทยา ของกองทัพอากาศสหรัฐ (Army
Air Force) หลายแห่ง ทำการสร้างและศึกษาแบบทดสอบที่วัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
มากมาย เพื่อที่จะใช้คัดเลือกคนเข้าเป็นนักบิน³ (air - crew) นอกจากนี้ก็มีผู้สนใจทำการ
สร้างและศึกษาแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านนี้กันหลายคน จึงมีแบบทดสอบหลายร้อยฉบับ

¹ Fruchter, Benjamin, "Measurement of Spatial Abilities
History and Background," Educational and Psychological Measurement,
14 : 387 - 392, 1954.

² Smith, Macfarlane, Spatial Ability, p. 41.

³ Michael, William B.; Zimmerman, Wayn S.; Guilford, J.P.,
"An Investigation of two Hypotheses Regarding the Nature of the
Spatial Relations and Visualization Factors," Educational and
Psychological Measurement, 10 : 187 - 213, 1950.

โดยมีแบบ (Styles) ในการวัดต่าง ๆ กันหลายแบบ⁴ การวิจัยจะอยู่ในขอบเขตที่ว่า ความสามารถด้านนี้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนวิชาต่าง ๆ หรืออาชีพต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด นั่นคือความสามารถด้านนี้ จะส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาต่าง ๆ และความสำเร็จในการทำงานด้านต่าง ๆ ใ้้มากเพียงใด มีความแตกต่างกันหรือไม่ระหว่างความสามารถของเพศชายและหญิง แบบทดสอบต่าง ๆ ที่วัดความสามารถด้านนี้มีความสัมพันธ์กันปานใด และศึกษาถึงตัวประกอบ (Factor Loadings) ในแบบทดสอบเหล่านี้

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กับความสามารถในการเรียนวิชาต่าง ๆ นั้น จากการศึกษาค้นคว้าเชิงตรงของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (M.H. Space Test 1) โดยศึกษาจากนักเรียนแกรมมา สกูล (Grammar School) จำนวน 71 คน ที่เรียนวิชาเรขาคณิต วิทยาศาสตร์ และศิลปะ พบว่า ผลการเรียนรู้มีสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์สูงกว่า สหสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบที่ใช้คัดเลือกเข้าเรียนทุกฉบับ อันได้แก่ แบบทดสอบวัดสติปัญญาด้านภาษา (Verbal Intelligence) ภาษาอังกฤษ และคณิตศาสตร์⁵ จากการศึกษานี้ของ สวานสัน (Swanson) โดยใช้แบบทดสอบ 5 ฉบับ คือ มิติสัมพันธ์ 2 มิติ, มิติสัมพันธ์ 3 มิติ, เหตุผลทางภาษา, ภาษาอังกฤษ และคณิตศาสตร์ สำหรับพยากรณ์ผลการเรียนวิชาต่าง ๆ พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้งที่เป็นแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ต่างก็มีความเที่ยงตรงสูง กับวิชาเรขาคณิต วิทยาศาสตร์ ศิลปะ การวาดภาพทาง การช่าง (Technical Drawing) โดยแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ พยากรณ์ผลการเรียน วิชาเรขาคณิต กับวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ ซึ่เกลด⁷ ศึกษาความเที่ยงตรง

⁴ Fruchter, Benjamin, loc. cit.

⁵ Smith, Macfarlane, op. cit., p. 158.

⁶ Ibid.

⁷ Segel, David, "The Validity of a Multiple Aptitude Test at the Secondary School Level," Educational and Psychological Measurement, 7 : 695 - 705, 1947.

ของแบบทดสอบความถนัด 7 ฉบับ ในจำนวนนี้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์รวมอยู่ด้วย 2 ฉบับ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 57 คน พบเช่นเดียวกับสวนอื่นๆว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ (two dimensional space relationships) ทำนายได้ดีกว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติ (three dimensional space relationships) ก็มีความสัมพันธ์กับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ .50 ขณะที่แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 3 มิติ นี้ สัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์น้อยกว่า จนไม่นับสำคัญ และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้งสองฉบับ ต่างก็ไม่สัมพันธ์กับวิชาภาษาอังกฤษ และการค้า (commercial) เลย จากการศึกษา ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT) โดย เบนเนตต์, ซีฮอร์ และเวสมัน⁸ พบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นสูง เป็นอันดับสาม คือมีความเที่ยงตรง .53 รองจากคำภาษา .70 และคำจำนวน .65

ชัตเติลวอร์ธ⁹ (Shuttleworth) พบว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ เน็น ไอ ไอ พี (N.I.I.P.) 3 ฉบับ มีความเที่ยงตรงในการพยากรณ์คะแนนนักเรียนที่มีอายุ 13 ปี ในโรงเรียนอาชีวศึกษา สูงกว่าแบบทดสอบอื่นๆ รวมทั้งแบบทดสอบที่ใช้ในการคัดเลือกนักเรียน เข้าเรียนด้วย เบอรัลเตอร์ และกูคัมน์¹⁰ ใช้แบบทดสอบ พี เอ็ม เอ (PMA) ของ เซอร์สโตน พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ปีที่ 1 จำนวน 170 คน

8

Bennett, G.K.; Seashore, H.G.; Wesman, A.G., "The Differential Aptitude Test an Overview," The Personnel and Guidance Journal, pp. 81 - 91, October, 1956.

9

Smith, Macfarlane, op. cit., p. 138.

10

Bernreuter, R.G.; Goodman, C.H., "A Study of the Thurstone Primary Abilities Test Applied to Freshmen Engineering Students," Journal of Educational Psychology, 32 : 55 - 60, 1941.

ไคกำลังสัมพันธ์เชิงพหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างแบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์ กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนิสิต .49 สำหรับคะแนนจากแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ มีค่าสหสัมพันธ์ กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เท่ากับ .23 สหสัมพันธ์กับวิชาคณิตศาสตร์ .25 และกับวิชาเคมี .19

ฮิลล์¹¹ วิเคราะห์ความสามารถที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย โดยศึกษานิสิตที่เรียนวิศวกรรมศาสตร์, ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์จำนวน 148 คน เป็นชาย 145 คน หญิง 3 คน พบว่าคะแนนแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบเล็งทิศทางของ กิลฟอร์ดและ ซิมเมอร์แมน (Spatial Orientation) ซึ่งมีน้ำหนักตัวประกอบในตัวประกอบ สเปเชียล โอเรียนเตชั่น (Spatial Orientation) .61 มีสหสัมพันธ์กับคะแนนวิชา แคลคูลัส .58 สูงกว่าแบบทดสอบอื่น ๆ อันได้แก่แบบทดสอบวัดความสามารถด้านจำนวน, คำภาษา และแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบจินตภาพของกิลฟอร์ด และซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) สำหรับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบจินตภาพนี้มีน้ำหนักตัวประกอบ สเปเชียล วิซวลไลเซชั่น (Spatial Visualization) .61 และมีสหสัมพันธ์กับวิชา แคลคูลัส .34 จากการศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ (N.F.E.R. Spatial Test 1) ที่มีต่อความสัมพันธ์ในการเรียนของนักเรียนอาชีวศึกษาต่าง ๆ นั้น โอลด์แฮม¹² (Oldham) พบว่า สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อการเรียนของนักเรียน สาขาต่าง ๆ ดังนี้ งานโลหะ (Metalwork) .49 วิทยาศาสตร์เครื่องกล (Mechanical Science) .49 ศิลปะ .40 คณิตศาสตร์ (หญิง) .25 คณิตศาสตร์ (ชาย) .22

¹¹ Hill, John R., "Factor - Analysis Abilities and Success in College Mathematics," Educational and Psychological Measurement, 17 : 615 - 622, Winter, 1957.

¹² Smith, Macfarlane, op. cit., p. 168.

ส่วน เวลล์มัน ¹³ พบว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ เซอร์สโตน (PMA) เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กชั้นมัธยมปลาย คือมีค่าความเที่ยงตรง .70

วูด และ เลโบลด์ ¹⁴ ศึกษาตัวพยากรณ์ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยเพอร์ดูว (Purdue) จำนวน 600 คน โดยใช้แบบทดสอบ ดี เอ ที (DAT) และแบบทดสอบ เอส เอ ที (SAT) ปรากฏว่าแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ ในชุด ดี เอ ที มีสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบต่าง ๆ ดังนี้ เหตุผลทางเครื่องมกลไก (Mechanical Reasoning) .41, คณิตศาสตร์เหตุผล (Arithmetic Reasoning) .32, แบบทดสอบคำภาษาของ เอส เอ ที .10, แบบทดสอบคณิตศาสตร์ของ เอส เอ ที .26 สหสัมพันธ์กับเกรกรวม .12 กับวิชากราฟ (Graphics) .49 ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์สูงสุด ส่วนสหสัมพันธ์ กับวิชาคณิตศาสตร์ และ เคมีนั้น ค่าสหสัมพันธ์น้อยมากจนไม่นับสำคัญทางสถิติ

บาร์เรตต์, เคเบ และ ธอร์นตัน ¹⁵ ศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบประกอบภาพ (Hidden Figure) กับแบบทดสอบวัดการรับรู้ทางสายตา (Rod and Frame Test หรือ RFT) ซึ่งมี 3 ชุด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นช่างเทคนิคและวิศวกรจำนวน 37 คน อายุระหว่าง 30 - 40 ปี พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบประกอบภาพกับแบบทดสอบการรับรู้ทางสายตา เฉพาะชุดที่ 3 เท่านั้น และสหสัมพันธ์ไม่เป็น

¹³ Wellman, F.E., "Differential Prediction of High School Achievement Using Single Score and Multiple Factor Test of Mental Maturity," The Personnel and Guidance Journal, pp. 512 - 517, April, 1957.

¹⁴ Wood, Donald A.; Lebold, William K., "Differential and Overall Prediction of Academic Success in Engineering," Educational and Psychological Measurement, 28 : 1223 - 1228, Winter, 1968.

¹⁵ Barrett, Gerald V.; Cabe, Patrick A.; Thornton, Carl L., "Relation Between Hidden Figures Test and Rod and Frame Test Measures of Perceptual Styles," Educational and Psychological Measurement, 28 : 551 - 554, 1968.

เชิงเส้นตรง ผู้วิจัยอ้างว่า ที่ปรากฏผลเช่นนี้ก็เนื่องด้วยใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไป

จริยา เกียรติบุญใหญ่¹⁶ ศึกษาองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับทักษะในการเขียนตัวเลข ของเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 504 คน เป็นชายและหญิงจำนวนเท่ากันคือ 252 คน ตัวพหุภาคเป็นแบบทดสอบ การรับรู้ทางสายตา, มีสัมพันธ์ซึ่งวัดความสามารถในการรับรู้ เรื่องขนาด ความยาว และปริมาตรต่าง ๆ และแบบทดสอบวัดการประสานงานของกล้ามเนื้อ และตา ส่วนเกณฑ์เป็นแบบทดสอบความสามารถในการเขียนตัวเลข ผลการวิจัยปรากฏว่า แบบทดสอบมีสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบ การรับรู้ทางสายตา .41 กับแบบทดสอบ การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและตา .56 และกับเกณฑ์ .63 ตัวพหุภาคทั้ง 3 มี สหสัมพันธ์เชิงพหุคูณกับเกณฑ์สูงมากคือ .92 สำหรับค่าสัมพัทธ์พบว่า ชายและหญิงมีความ สามารถปาน ๆ กัน นักเรียนที่มีอายุต่ำ และอายุสูง มีความสามารถใกล้เคียงกัน และ นักเรียนที่มีความฉลาด หรือผู้ปกครองประกอบอาชีพโดยใช้วิชาชีพ มีความสามารถเหนือกว่า นักเรียนที่มีความฉลาด หรือผู้ปกครองประกอบอาชีพทางด้าน การเกษตร

เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กับความสำเร็จในอาชีพ * หรือการงานต่าง ๆ นั้น สำนักงานบริการด้านการงานในสหรัฐอเมริกา (U.S. Employment Service) คาดคะเนว่า อาชีพที่ต้องการความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับสูง มีอยู่ 84 อาชีพ เป็นอาชีพทางวิศวกรรมศาสตร์ 27 สาขา ทางแพทย์ 14 สาขา ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ ฯลฯ 9 สาขา ทางการร่างภาพต่าง ๆ (draughtsman) เช่น การร่างภาพหอประชุม ร่างภาพเครื่องยนต์ ฯลฯ 14 สาขา ทางการออกแบบ เช่น ออกแบบทางอุตสาหกรรม (Industrial Design) ฯลฯ 7 สาขา

¹⁶ จริยา เกียรติบุญใหญ่ "องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับทักษะในการเขียนตัวเลข ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพระนคร," ปริทัศน์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511, 78 หน้า.

และอาชีพอื่น ๆ อีกเช่น เขียนภาพการ์ตูน จิตรกร¹⁷ ฯลฯ

ไมเออร์¹⁸ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคะแนนในการทำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนนายร้อย 591 คน ใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ของ ซี อี อี บี (CEEB) จำนวน 90 ข้อ 60 ข้อเป็นแบบทดสอบแบบภาพ (Intersection) คือให้หาว่าค่าตัดส่วนของภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ ออกในลักษณะต่าง ๆ แล้วจะมีลักษณะเป็นเช่นไร อีก 30 ข้อเป็นแบบจำแนกภาพกล่อง (Identical Blocks) คือให้หาภาพกล่องที่มีรูปร่างอย่างเดียวกัน แต่วางในมุมต่างกัน นำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 90 ข้อนี้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง ตอนต้นปีการศึกษา และตอนสิ้นสุดปีการศึกษา พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบ 2 ครั้งมีค่า .84 คะแนนการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นจากครั้งแรกเกือบ 1 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจากการศึกษาของโบสมา¹⁹ เกี่ยวกับความเชื่อมั่นของข้อสอบจากการสอบ 2 ครั้ง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง นิสิตปีที่ 1 มหาวิทยาลัยอัลเบอร์ตา (Alberta) จำนวน 105 คน เป็นชาย 42 คน หญิง 63 คน แบบทดสอบที่ใช้เป็นแบบทดสอบซ้อนภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 2 นำทั้งสองส่วนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 ครั้ง โดยเว้นช่วงห่างกัน 10 อาทิตย์ ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมทั้งสองส่วนที่สอบครั้งแรกกับครั้งหลังเท่ากับ .63 สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 2 ในการสอบครั้งแรก .54 และ .58 ในการสอบครั้งหลัง คะแนนการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นกว่าครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญ แต่การศึกษาครั้งนี้ ไม่ปรากฏ

¹⁷ Smith, Macfarlane, op. cit., p. 154.

¹⁸ Myers, Charl T., "A Note on A Spatial Relations Pretest and Posttest," Educational and Psychological Measurement, 13 : 596 - 600, 1953.

¹⁹ Boersma, Frederic J., "Test - Retest Reliability of the Cf - 1 Hidden Figure Test," Educational and Psychological Measurement, 28 : 555 - 559, Summer, 1968.

ความแตกต่างระหว่างเพศ

โยนส์ และแมคมิลเลน²⁰ สร้างเกณฑ์ปรกติ (Norms) ของแบบทดสอบ ดี เอ ที สองฉบับ คือ นิติสัมพันธ์ กับเหตุผลทางเครื่องยนต์กลไก สำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ปีที่ 1 จำนวน 667 คน ที่มหาวิทยาลัย ไอโอวา แบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้ ต่างก็กำหนดเวลาในการทำ 30 นาที แต่การสร้างเกณฑ์ปรกติครั้งนี้ เป็นเกณฑ์ปรกติเมื่อใช้เวลาทำ 15 นาที ผลปรากฏว่าผู้ทำแบบทดสอบนิติสัมพันธ์เสร็จทุกข้อเพียง 3 % ส่วนแบบทดสอบเหตุผลทางเครื่องยนต์กลไก มีผู้ทำเสร็จครบทุกข้อ 19 % สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบนิติสัมพันธ์ กับวิชากราฟ (Graphio) มีค่า .39 กับเกรดเฉลี่ย 1 ปีการศึกษา .23 ส่วนสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบเหตุผลทางเครื่องยนต์กลไก กับวิชากราฟ .31 กับเกรดเฉลี่ย .22

เฮอชเบอร์ก และเลพกิน²¹ ศึกษาความแตกต่าง ของความสามารถ ของชายและหญิง ในการทำแบบทดสอบ พี เอ็ม เอ ของเชอร์สโตน พบว่า ทางด้านนิติสัมพันธ์ นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง

ลวัน สายยศ²² ค้นหาตัวพยากรณ์ซึ่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

²⁰ Johnes, Charles W.; McMillen, Dan, "Engineering Freshmen Norms for the DAT Mechanical Reasoning and Space Relations Tests Utilizing Fifteen - Minute time Limits," Educational and Psychological Measurement, 25 : 459 - 464, Summer, 1965.

²¹ Herzberg, Frederick; Lepkin, Milton, "A Study of sex Difference on the Primary Mental Abilities Test," Educational and Psychological Measurement, 14 : 687 - 689, 1954.

²² ลวัน สายยศ "การค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 10, ปริทัศน์นพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511, 107 หน้า.

ของนักเรียน ป.กศ.สูง โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 573 คน จากวิทยาลัยครู 13 แห่ง พบว่านักเรียนชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เหนือกว่านักเรียนหญิง และสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยทุกวิชามีค่า .27 กับวิชาคณิตศาสตร์ .19 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นแบบทดสอบซ้อนภาพ.

พิทร ทองชั้น²³ หาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ กับความสามารถทางศิลปะ ของเด็กประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 671 คน. สำหรับแบบทดสอบมิติสัมพันธ์เป็นแบบซ้อนภาพกับต่อภาพอย่างละ 15 ข้อ. มีสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบอนุกรมมิติ .60, ทักษะทางตา .49, คณิตศาสตร์ .59, ภาษาไทย .37 ความจำ .33 และสหสัมพันธ์กับเกณฑ์ คือแบบทดสอบศิลปะ .32 จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า นักเรียนชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนหญิง และนักเรียนที่อยู่นชั้นสูงกว่า มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เหนือกว่านักเรียนที่อยู่ในชั้นต่ำกว่า.

ทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์แบบ (Styles) ต่าง ๆ รวมทั้งตัวประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แต่ละแบบนั้นเมื่อศึกษากันหลายคน เช่น ซีเกล²⁴ พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 2 มิติ ซึ่งให้คำตอบภาพ 2 มิติที่มีส่วนอย่างเดียวกันกับในภาพที่กำหนดให้ กับแบบทดสอบ 3 มิติแบบประกอบภาพมีค่า .57 คุสซี่²⁵ (Koussy) ใช้แบบทดสอบ 28 ฉบับ

²³ พิทร ทองชั้น "สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย, ปริทัศน์นพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511, 126 หน้า.

²⁴ Segel, Devid, loc. cit.

²⁵ Smith, Macfarlane, op. cit., pp. 47 - 53.

เป็นแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบเครื่องยนต์กลไก 17 ฉบับ นอกนั้นเป็นแบบทดสอบ
 ทัศนสมรรถภาพสมองทั่วไป (general factor หรือ g - factor) ทดสอบกับ
 เด็กนักเรียนอายุ 11 ถึง 13 ปี จำนวน 162 คน แล้ววิเคราะห์หัตถ์ประกอบโดยวิธี
 เทเตรด - ดิฟเฟอเรนซ์ (Tetrad - Difference) ของสเปียร์แมน พบว่ามี
 แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ ที่มีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมิติสัมพันธ์ (k - factor) สูง
 คืออยู่ระหว่าง .40 ถึง .62 และในจำนวน 8 ฉบับนี้ มี 2 ฉบับที่มีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมิติสัมพันธ์
 (k - factor) สูงกว่าน้ำหนักในหัตถ์ประกอบทั่วไป (g - factor) คือแบบทดสอบ
 คอรีเลต อีดูเคชัน ฉบับ A (Correlate Education A) กับแบบทดสอบ ความสัมพันธ์
 ระหว่างรูปทรง (Form Relations) นอกนั้นมีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมากที่สุดอยู่ในหัตถ์ประกอบ
 ทั่วไป (g - factor) ต่อมา เอ็มเมตต์²⁶ (Emmett) ทำการวิเคราะห์หัตถ์ประกอบ
 จากการาราคาสัมพันธ์ของ คูสซึช ไหม โดยใช้วิธีเซนทรอปของเชอร์สโตน พบว่า ยังมี
 แบบทดสอบฉบับอื่น ๆ อีก 9 ฉบับ ที่มีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมิติสัมพันธ์ ตั้งแต่ .40 ขึ้นไป จนถึง
 .66

เชอร์สโตน²⁷ ทำการวิเคราะห์หัตถ์ประกอบจากผลการสอบของนักเรียนอายุ 16
 ถึง 25 ปี จำนวน 218 คน พบว่ามีแบบทดสอบ 13 ฉบับที่มีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมิติสัมพันธ์
 (Visual Spatial) โดยเฉพาะแบบทดสอบ ธง (Flags) ซึ่งมีน้ำหนักหัตถ์ประกอบมิติสัมพันธ์
 มากที่สุด รองลงมาคือแบบทดสอบ นักรูปลูกบาศก์

มิเชล, ซิมเมอร์แมน และกิลฟอร์ด²⁸ ศึกษาองค์ประกอบในแบบทดสอบมิติสัมพันธ์
 โดยใช้แบบทดสอบ 14 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่ทราบหัตถ์ประกอบแน่นอน 8 ฉบับ อันได้แก่
 หัตถ์ประกอบคำภาษา, จำนวน, เหตุผล, และการรับรู้ทางสายตา อีก 6 ฉบับเป็น

²⁶ Ibid.

²⁷ Smith, Macfarlane, *op. cit.*, pp. 59 - 60

²⁸ Michael, William B.; Zimmerman Wayne S.; Guilford, J.P., *loc. cit.*

แบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 360 คน ที่เรียน
 วิชาจิตวิทยาเบื้องต้นในภาคเรียนที่ 2 ที่มหาวิทยาลัย รูทเจอร์ (Rutgers) พบว่า
 สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 6 ฉบับ มีค่าระหว่าง .35 ถึง .61 จากการ
 วิเคราะห์ตัวประกอบสามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ออกเป็นสองตัวประกอบ คือ
 ตัวประกอบ สเปเชียล รีเลชัน (Spatial Relation) และ ตัวประกอบวิซวลไลเซชัน
 (Visualization) แบบทดสอบที่ใช้น้ำหนักตัวประกอบ สเปเชียล รีเลชันมากได้แก่
 แบบทดสอบลูกบาศก์ของเทอร์สโตน (Thurstone's Cubes) .43 แบบทดสอบ ขง
 ของเทอร์สโตน (Thurstone's Flages) .44 และแบบทดสอบเล็งทิศทางของ
 กิลฟอร์ด และซิมเมอร์แมน (Spatial Orientation) .58 ส่วนแบบทดสอบที่มี
 น้ำหนักตัวประกอบ วิซวลไลเซชันมากได้แก่ แบบทดสอบเจาะรูของเทอร์สโตน
 (Thurstone's Punched Holes) .52 แบบทดสอบตาข่ายของเทอร์สโตน
 (Thurstone's Form Board) .52 และแบบทดสอบรูปภาพของกิลฟอร์ด และ
 ซิมเมอร์แมน (Spatial Visualization) .52 จากการวิจัยอีกครั้งโดยใช้
 กลุ่มตัวอย่างในระดับมัธยม²⁹ เกรด 12 เป็นชาย 151 คน หญิง 139 คน อายุระหว่าง
 15 - 20 ปี พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ จากคะแนนของนักเรียนชาย
 มีค่าระหว่าง .24 ถึง .63 ของนักเรียนหญิงอยู่ระหว่าง .21 ถึง .61 หลังจากวิเคราะห์
 ตัวประกอบ สามารถแยกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ 2 ตัวประกอบ คือ สเปเชียล รีเลชัน
 และ วิซวลไลเซชัน เช่นเดียวกันทั้งจากผลการสอบของนักเรียนชาย และจากผลการสอบ
 ของนักเรียนหญิง ทางด้านความแตกต่างของความสามารถระหว่างเพศ พบว่านักเรียนชาย
 มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงในแบบทดสอบ รูปภาพ, เล็งภาพ, มิติสัมพันธ์ของ

²⁹ Michael, William B.; Zimmerman, Wayne S.; Guilford, J.P.,
 "An Investigation of the Nature of the Spatial - Relations and
 Visualization Factors in two High School Samples," Educational and
 Psychological Measurement, 11 : 561 - 577, 1951.

เซอร์สโคน (Space) ลูบาศก์ และต่อภาพ ส่วนในแบบทดสอบเจาะรู และมีติสัมพันธ์ (Spatial Relation) ไม่ปรากฏความแตกต่าง

เฟรนช์³⁰ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับตัวประกอบในแบบทดสอบ โดยใช่แบบทดสอบ 15 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนชาย เกรด 11 และ 12 จำนวน 177 คน ที่โรงเรียน พรินสตัน (Princeton) ปรากฏว่าแยกตัวประกอบได้ 5 ตัวประกอบ ตัวประกอบที่ 1 เป็นมิติสัมพันธ์ (Spatial Visualization) แบบทดสอบที่มีน้ำหนัก ตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่แบบทดสอบประกอบภาพ (Surface Developing) คือมีน้ำหนักตัวประกอบ .80 รองลงไปได้แก่ แบบทดสอบจำแนกบัตร (Cards) .57, ลูบาศก์ .46, ขอนภาพ .43, เจาะรู .42, อุบมาอุปไมย .40 และเล็งทิศทาง .37 ตัวประกอบที่ 2 เป็นความเข้าใจในภาษา ตัวประกอบที่ 3 เป็นคณิตศาสตร์ และ ตัวประกอบที่ 4 เป็นเหตุผล ส่วนตัวประกอบที่ 5 ไม่ได้กำหนดชื่อไว้ เพราะมีน้ำหนักตัวประกอบ น้อยมาก.

³⁰ French, John W.; "The Relationship of Problem - Solving Styles to the Factor Composition of Tests," Educational and Psychological Measurement, 25 : 9 - 28, Spring, 1965.

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ได้แก่นักเรียนชายและหญิงในชั้นตัวประกอบ คือ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียน 6 โรงเรียน
เขตจังหวัดพระนคร และธนบุรี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.

ตาราง 1. จำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่ทำการศึกษา 6 แห่ง

สถานศึกษา	ป.7	มศ.3	มศ.5	รวม	ร้อยละ
โรงเรียนสาธิตน้ำทิพย์	222	—	—	222	25
โรงเรียนวัดคูขี้ขาว	75	—	—	75	8
โรงเรียนปทุมคงคา	—	37	77	114	13
โรงเรียนศึกษานารี	—	70	58	128	14
โรงเรียนปทุมวันวิทยุ	—	204	—	204	23
โรงเรียนเทเวศรศึกษา	—	—	145	145	17
รวมทั้งสิ้น	297	311	280	888	100
ถือเป็นร้อยละ	33	35	32	100	

จากตารางที่ 1. จำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้นเรียนรวมชายหญิง มีจำนวน ปาน ๆ กัน กล่าวคือ ชั้น ป.7 มี 297 คน คิดเป็นร้อยละ 33 ชั้น มศ. 3 มี 311 คน คิดเป็นร้อยละ 35 และชั้น มศ. 5 มี 280 คน คิดเป็นร้อยละ 32 เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างเพศในเด็กนักเรียนชั้นตัวประโยค จึงแจกเพศออกเป็นชาย และหญิง ในแต่ละระดับชั้นจากกลุ่มที่ศึกษา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.

ตาราง 2. จำนวนนักเรียนชาย และหญิง ในระดับชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 ในโรงเรียน 6 โรง

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน		รวม	ร้อยละ
	ชาย	หญิง		
ป. 7	171	126	297	33
มศ. 3	143	168	311	35
มศ. 5	149	131	280	32
รวมทั้งสิ้น	463	425	888	100
คิดเป็นร้อยละ	52	48	100	

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

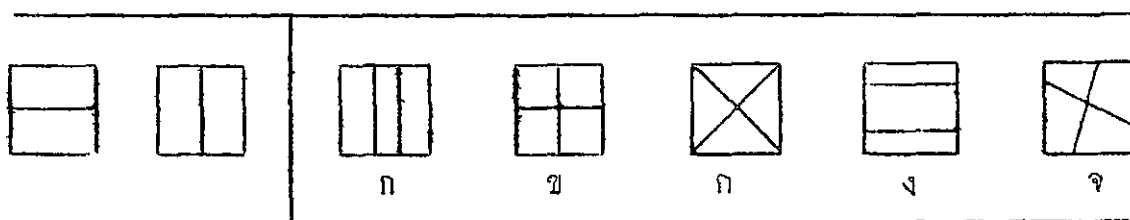
การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษารั้วนี้ ใช้แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ 8 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ และแบบทดสอบรูปภาพของเจอร์สโตน (Spatial Relations) อีก 1 ฉบับ แต่ละฉบับมีแบบ (Style) ในการวัด

แตกต่างกันไป ดังนี้

1. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ ทุกฉบับเป็นข้อสอบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว แต่ละฉบับมีลักษณะดังนี้

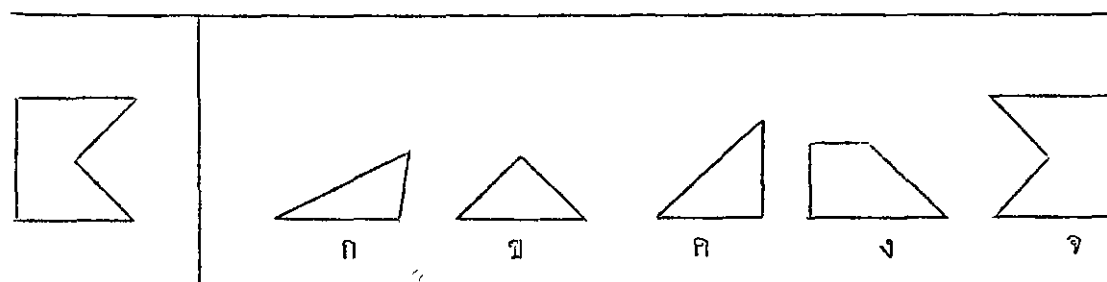
1.1 แบบทดสอบรวมภาพ

มีจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ แต่ละข้อจะมีภาพ 2 ภาพ อยู่ทางซ้ายมือ ใหญ่ตอนบนกว่าอีก 2 ภาพ ซ้อนทับกันให้สนิทแล้ว จะเกิดเป็นภาพเช่นไร ตามภาพ ก. ข. ค. ง. และ จ. ตามลำดับที่ให้อยู่ ดังตัวอย่าง



1.2 แบบทดสอบต่อภาพ

มีจำนวนทั้งสิ้น 40 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือให้ดูก่อน แล้วใหญ่ตอนบนกว่าจะต่อว่าภาพเช่นไร จาก ก. ถึง จ. มาติดต่อหรือเติมเพื่อให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยสมบูรณ์ ดังตัวอย่าง.



1.3 แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์

มีจำนวนทั้งสิ้น 42 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีภาพวัตถุทรงลูกบาศก์วางซ้อนกัน เหลื่อมกัน หรือบังกันอยู่ ใหญ่ตอนบนจำนวนวัตถุในภาพนั้นว่ามีเท่าไร แล้ว

เลือกคำตอบที่ถูกต้องจาก ก. ถึง จ. ที่ให้ไว้ ดังตัวอย่าง

	ก. 3 ข. 4 ค. 5 ง. 6 จ. 7
---	--------------------------------------

1.4 แบบทดสอบหาความรู้

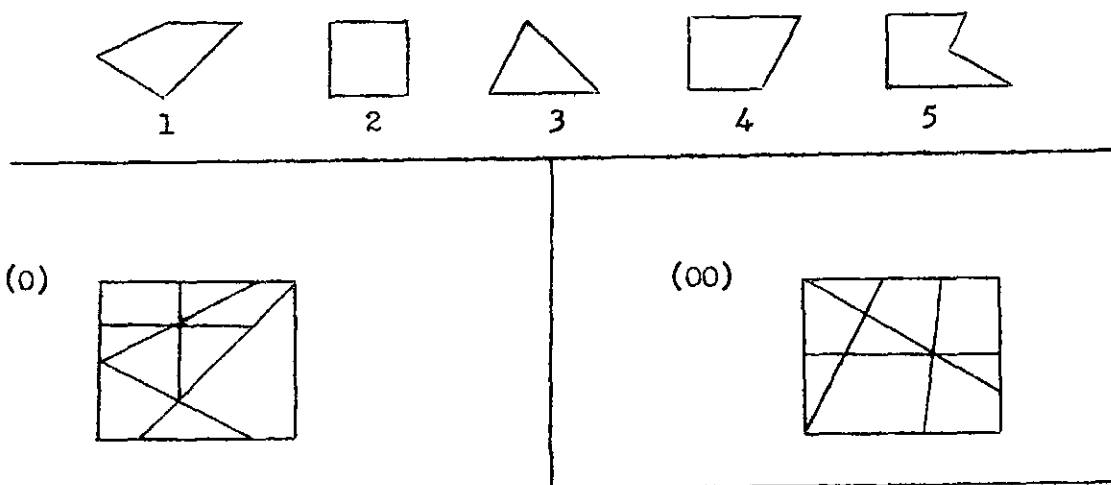
มีจำนวน 40 ข้อ ในแต่ละข้อจะมีภาพลูกบาศก์ ซึ่งมีด้านทั้งหมด 6 ด้าน แต่ละด้านมีเครื่องหมายแตกต่างกันไปทั้งสิ้น 3 ภาพแรกทางซ้ายมือ แสดงให้เห็นตำแหน่งของด้านต่าง ๆ ของลูกบาศก์ โดยแสดงให้เห็นทีละ 3 ด้าน ให้ผู้ตอบพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของด้านต่าง ๆ แล้วก็หาคำว่าด้านที่อยู่ตรงข้ามกับด้านที่อยู่ในเส้นทึบ จะเป็นด้านใด จาก ก. ถึง จ. ดังตัวอย่าง

		<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>ก</td><td>ข</td><td>ค</td><td>ง</td><td>จ</td></tr></table>						ก	ข	ค	ง	จ
												
ก	ข	ค	ง	จ								

1.5 แบบทดสอบชอนภาพ

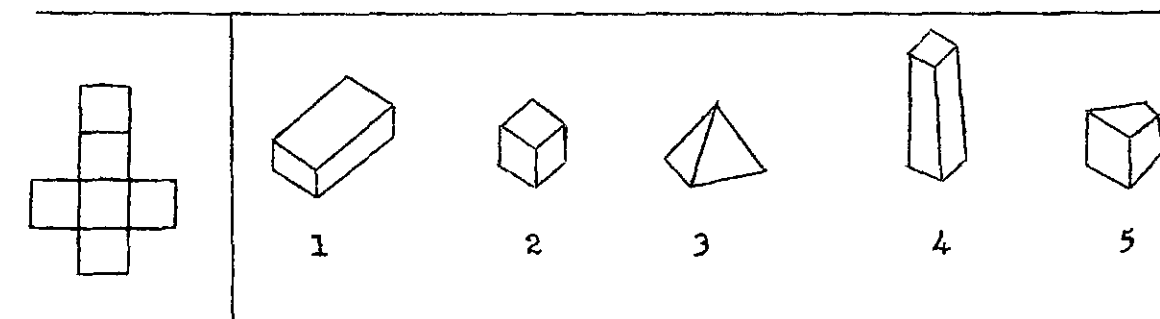
เป็นแบบทดสอบที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต มี 5 ตอน แต่ละตอนมี 10 ข้อ รวมเป็นคำถามทั้งสิ้น 50 ข้อ แต่ละตอนจะมีภาพคำตอบซึ่งจะไปซ่อนอยู่ในข้อคำถาม 5 ภาพ เรียงตามลำดับจาก 1 ถึง 5 ส่วนข้อคำถามแต่ละข้อ จะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งภายในมีเส้นต่าง ๆ ลากตัดกัน เกิดเป็นลวดลายซ้อนทับกันมากมาย ในรูปเหล่านี้จะซ่อนมี

ภาพคำตอบจาก 1 ถึง 5 ภาพใดภาพหนึ่งซ่อนอยู่เสมอ โดยจะมีทั้งขนาด รูปร่างและทิศทาง เหมือนกันภาพคำตอบที่ให้ไว้ทุกประการ ดังตัวอย่าง



1.6 แบบทดสอบประกอบภาพ

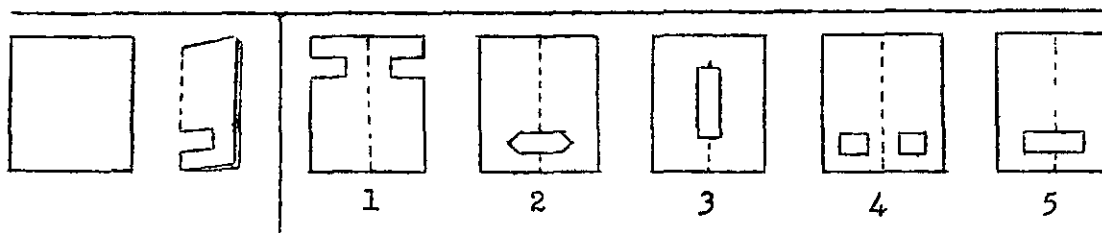
มีจำนวน 36 ข้อ แต่ละข้อจะมีภาพทางซ้ายมือ ให้ผู้สอบ เป็นภาพกระดานซึ่งสามารถพับให้เป็นกล่อง ให้ผู้ตอบพิจารณาว่า ถ้าหากพับให้เป็นกล่องแล้ว จะมีลักษณะเช่นไร ตามภาพ 1. 2. 3. 4. และ 5 ดังตัวอย่าง.



1.7 แบบทดสอบตัดกระดาษ

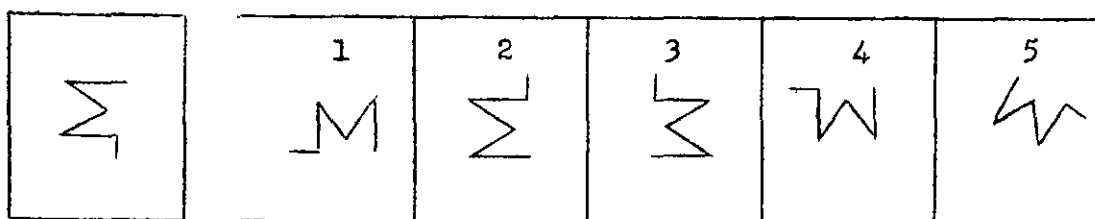
มีจำนวน 40 ข้อ ในคำถามแต่ละข้อจะมีภาพแผ่นกระดาษ ทางซ้ายมือ ให้ผู้ตอบพิจารณาว่า ถ้าหากพับและตัดตามรอย แล้วแล้วกางแผ่ออกเช่นเดิม

จะมีลักษณะเช่นไร ตามภาพ 1. 2. 3. 4. และ 5. ดังตัวอย่าง



2. แบบทดสอบรูปภาพ (Spatial Relations) ของเวอร์สไตน์

มีจำนวนทั้งสิ้น 30 ข้อ ให้เวลาในการทำ 7 นาที ในแต่ละข้อ จะมีภาพทางซ้ายมือ 1 ภาพ ให้ผู้สอบเลือกดูว่าภาพไหนไปในแนวตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะมีลักษณะเหมือนภาพใดใน 1. 2. 3. 4. และ 5. ซึ่งแต่ละข้อ อาจมีภาพที่ถูกต้องหลาย ๆ ภาพก็ได้ ดังตัวอย่าง.



การทดลองแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองทั้ง 7 ฉบับ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทดลอง โรงเรียนคานส์โรง จำนวน 100 คน แล้วนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นชนิด ๆ ตาม เทคนิคการตัดกลุ่มสูง 27 % และกลุ่มต่ำ 27 % เปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง - เทห์ แพ้น¹ เพื่อหาความยากง่าย (P), อำนาจจำแนก (r_{bis}) และความยากมาตรฐาน

¹

Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, pp. 6 - 32.

(Δ) เป็นรายชื่อ แล้วก็ได้ออกเฉพาะข้อที่ที่ โดยพิจารณาจากอำนาจจำแนก และความยากง่าย ของแต่ละข้อประกอบกัน ผลการวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตาราง 46 - 49 ในภาคผนวก และในตาราง 3.

ตาราง 3. ค่าความยากง่ายเฉลี่ย, ความยากมาตรฐาน และ ช่วงระยะของค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับ

แบบทดสอบ	ความยากง่ายเฉลี่ย	ความยากมาตรฐาน	ช่วงค่าอำนาจจำแนก
ถักกระดาม	55.6333	12.2800	.21 - .78
ชนภาพ	66.5750	11.1175	.33 - .85
ประกอบภาพ	34.1000	14.3700	.20 - .87
นับรูปลูกบาศก์	42.3055	13.4138	.20 - .87
ชนภาพ	59.7000	11.8766	.22 - .93
ถนภาพ	55.0666	12.4366	.25 - .93
หาคานตรงข้าม	59.3666	12.0133	.25 - .85

จากนั้นก็พิมพ์แบบทดสอบจริง โดยเรียงลำดับข้อสอบที่คัดเลือกไว้จากง่ายไปหายาก แล้วนำแบบทดสอบทั้ง 7 ฉบับนี้ รวมกับแบบทดสอบหมุนภาพของเซอร์สโตน ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

การทดสอบและการตรวจวิเคราะห์

นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาระหว่างวันที่ 26 ธันวาคม 2512 ถึงวันที่ 19 มกราคม 2513 ซึ่งเป็นระยะเวลาในภาคเรียนสุดท้ายของปีการศึกษา 2512 ดังนั้น การรวบรวมข้อมูลของการศึกษารังนี้จึงเป็นข้อมูลที่ได้อาจกลุ่มนักเรียนที่มีสมรรถภาพทางสติปัญญาในระดับชั้นทั่วไปโดยเฉลี่ย.

การสอบให้คำเนิการสอบรวกเดีวหมคทั้ง 8 ฉบับ ตามลำดับ และตามเวลา
ที่กำหนดไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบักกระคาค	8	นาที
2. แบบทดสอบอนภาพ	20	นาที
3. แบบทดสอบรูปภาพ	7	นาที
4. แบบทดสอบประกอบภาพ	10	นาที
5. แบบทดสอบับรูปลูกบาศก์	14	นาที
6. แบบทดสอบภาพ	10	นาที
7. แบบทดสอบภาพ	12	นาที
8. แบบทดสอบหาคานตรงข้าม	15	นาที

รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบและเวลาในการชี้แจงวิธีการทำ ประมาณ 2 ชั่วโมง
30 นาที.

การตรวจให้คะแนน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ คือ แบบทดสอบักกระคาค ขอนภาพ
ขอนภาพ คอภาพ ับรูปลูกบาศก์ หาคานตรงข้าม และประกอบภาพ จะมีคำตอบถูกขอละ
1 คำตอบ ให้คะแนน 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือชี้คตอบขอละเกิน 1 ชี้ค
ถือว่าผิดไม่ให้คะแนน

2. แบบทดสอบรูปภาพของเวอร์สโตน ให้คะแนนคำตอบถูกคำตอบละ
1 คะแนน ถ้าตอบผิดคำตอบละ - 1 คะแนน ในจำนวน 30 ข้อ จะมีคำตอบถูกทั้งสิ้น 70
คำตอบ จึงมีคะแนนเต็ม 70 คะแนน.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ก่อนที่จะสรุปผล หรือหาข้อยุติในการวิจัยครั้งนี้ จะได้ทำการวิเคราะห์ และคำนวณค่าสถิติต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแปลผล ทั้งนี้จะได้คำนวณค่าสถิติ ดังต่อไปนี้

1. รายเฉลี่ยของคะแนน (Mean) คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 8 ฉบับ นำมาหารายเฉลี่ยเพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มตามต้องการ การหารายเฉลี่ยในสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ตัวเลขสถิตินี้จะบอกถึงปริมาณการกระจายของคะแนน ถ้ามีค่าสูงก็แปลว่า คะแนนที่นักเรียนสอบได้มีค่าแตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าน้อยก็แปลว่า นักเรียนได้คะแนนใกล้เคียงกันมาก เด็กมีความเก่งอ่อนปาน ๆ กัน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณหาได้จากสูตร

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

² Spiegel, Murray R., Theory and Problems of Statistics, p.45.

³ Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, p. 67.

⁴เมื่อ s แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทนผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทนจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

3. ความเชื่อมั่น (Reliability) วัฏสูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson) กึ่งนี้

$$r_{1I} = \frac{n \sigma_t^2 - M(n - M)}{\sigma_t^2 (n - 1)}$$

⁴เมื่อ r_{1I} แทนความเชื่อมั่นของข้อสอบ

n แทนจำนวนข้อสอบ

σ_t^2 แทนค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

M แทนรายเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบ

4. ความคลาดเคลื่อนในการวัด (Standard Error of Measurement)

หาจากสูตร

$$SE_{meas.} = s_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

⁴ Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education p. 341.

⁵ Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, p. 444.

เมื่อ SE_{meas} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
 s_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
 r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็น
 ค่าความสัมพันธ์ของคะแนน 2 ชุด โดยหาจากสูตร

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad 6$$

เมื่อ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณคะแนน X กับ Y
 $\sum X \sum Y$ แทน ผลคูณของผลรวมคะแนน X กับผลรวมคะแนน Y
 $\sum X, \sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X, คะแนน Y
 $\sum X^2, \sum Y^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X, Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มนั้น

6. วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อทดสอบ
 ความแตกต่างหลาย ๆ กลุ่ม ระหว่างระดับชั้น และระหว่างเพศในแต่ละชั้น โดยใช้
 3×2 แฟกเตอร์เรียล ดีไซน์ ($p \times q$ Factorial Design) ⁷

⁶ Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, p. 143.

⁷ Winer, B.J., Statistical Principles in Experimental Design, pp. 241 - 244.

7. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม โดยใช้
 q - statistics ตามวิธีของ นิวแมน - คีลส์ (Newman - Keuls Method)
 ซึ่งสูตร

$$q_r = \frac{\bar{T}_j - \bar{T}_{j'}}{\sqrt{MS_{\text{error}}/\tilde{n}}}$$

เมื่อ MS_{error} แทน ค่า Mean square error

$\bar{T}_j$ และ $\bar{T}_{j'}$ แทน คะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

$\tilde{n}$ แทน Harmonic mean ของ n หลาย ๆ ตัว

ที่ทดสอบ หรือผลรวมของส่วนกลับของจำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

เป็นการหาน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings)

ที่มีอยู่ในแบบทดสอบแต่ละอันว่ามีแต่ละตัวประกอบมากน้อยต่างกันอย่างไร โดยวิธี

เรนทรอยของ เฮอร์สโตน (Thurstone's Centroid Method).

ผลการวิเคราะห์

ในบทนี้ จะได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และความหมายของการวิเคราะห์เหล่านั้น โดยกล่าวเป็นตอน ๆ ตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ผลจากการใช้แบบทดสอบ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบต่าง ๆ
3. การวิเคราะห์องค์ประกอบ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เนื่องจากการวิเคราะห์และแปลผลที่จะกล่าวต่อไปนี้ เกี่ยวข้องกับตัวเลขและความหมายทางสถิติอยู่มาก จึงขอกำหนดสัญลักษณ์ และอักษรย่อ เพื่อให้การเสนอนั้นเข้าใจง่าย และมีความหมายตรงกัน ดังนี้

X	แทน	คะแนนดิบ (Raw Score)
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบแต่ละตัวยกกำลังสอง
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
s^2	แทน	ความแปรปรวน (Variance)
N	แทน	จำนวนนักเรียน (Subjects)
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Product - Moment Correlation)
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)
X_1	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบ ดัดกระดาง
X_2	แทน	คะแนนจากแบบทดสอบ ชอนภาพ

X_3	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	หมุนภาพ
X_4	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	ประกอบภาพ
X_5	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	นับรูปลูกบาศก์
X_6	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	ช้อนภาพ
X_7	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	ตอภาพ
X_8	แพน	คะแนนจากแบบทดสอบ	หาคำตรงข้าม

ดังจะได้เสนอผลการวิเคราะห์ไปตามลำดับ ดังนี้

1. ผลของการใช้แบบทดสอบ 8 ชนิด

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ จะเริ่มด้วยการ เสนอค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ ทั้ง 8 ชนิด จากคะแนนผลการสอบของนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น จำนวนทั้งหมด 888 คน เพื่อทราบคุณภาพโดยส่วนรวมของแบบทดสอบเหล่านี้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.

ตาราง 4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิดจากคะแนนของนักเรียน
ชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จำนวนทั้งหมด 888 คน

แบบทดสอบ	จำนวน ข้อสอบ	$\bar{X}$	s^2	s	r_{tt}	$SE_{meas.}$
คัดกระดาก	30	17.5461	33.7768	5.8118	.81	± 2.5246
ชอนภาพ	40	21.6790	76.2768	8.7337	.89	± 2.8690
หาคำตรงข้าม	30	18.8434	47.3993	6.8847	.88	± 2.3697
ประกอบภาพ	30	12.4042	25.1858	5.0185	.74	± 2.5805
นับรูปดูภาษา	36	21.2004	84.9000	9.2141	.92	± 2.5588
ชอนภาพ	30	17.7072	28.3538	5.3248	.76	± 2.2554
ถักภาพ	30	15.9200	36.0601	6.0050	.82	± 2.5473
หมุนภาพ	30	21.9380	213.2734	14.6039	.94	± 3.4918

จากตาราง 4. คำนวณความง่ายของข้อสอบ จากการใช้แบบทดสอบเหล่านี้
กับนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น จำนวน 888 คน พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ
แต่ละฉบับ ปรากฏว่าแบบทดสอบที่เหมาะสมกับกลุ่มนี้มากที่สุด คือแบบทดสอบถักภาพ และ
ชอนภาพ โดยมีคะแนนเฉลี่ยประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อสอบของแต่ละฉบับ ส่วนแบบทดสอบ
คัดกระดาก นับรูปดูภาษา ชอนภาพ หาคำตรงข้าม ค่อนข้างง่าย แต่ยังไม่ถือว่าอยู่ในขั้น
เหมาะสมสำหรับเด็กกลุ่มนี้ เพราะมีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับครึ่งหนึ่งของจำนวนข้อสอบ
สำหรับแบบทดสอบประกอบภาพ ค่อนข้างยาก สำหรับเด็กกลุ่มนี้ แต่ก็อยู่ในระดับที่เหมาะสม
เช่นกัน ส่วนแบบทดสอบหมุนภาพ ซึ่งเป็นแบบทดสอบของเซอร์สโตน นั้น จัดว่ายากสำหรับ
เด็กกลุ่มนี้ เนื่องจากมีบางข้อที่คำตอบถูกหลายคำตอบ จึงมีคะแนนเต็ม 70 คะแนน

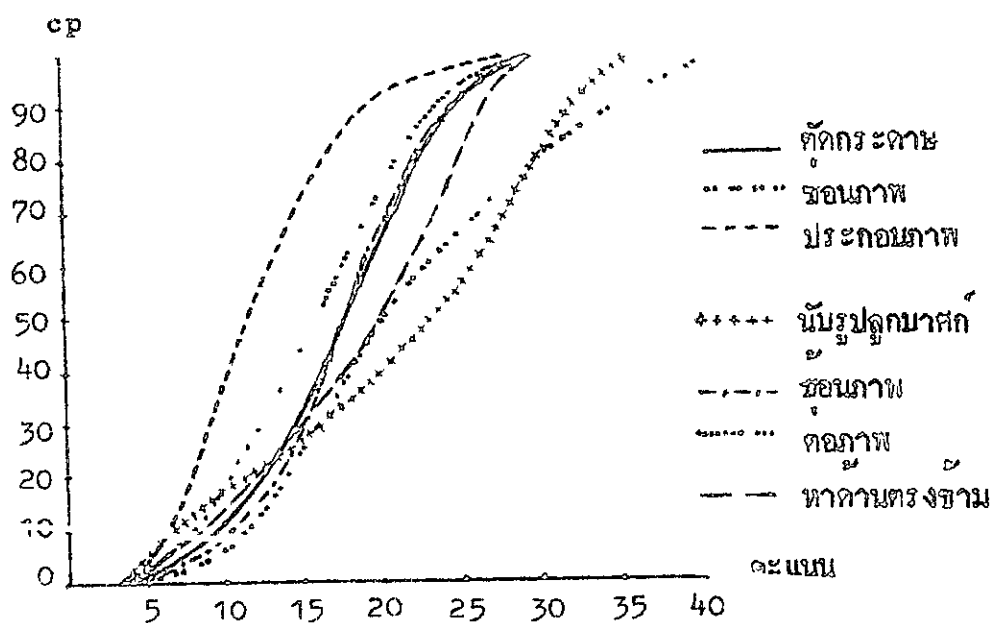
แต่รายเฉลี่ยของเด็กกลุ่มนี้เท่ากับ 21.94 ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มอยู่มาก

ในด้านความเชื่อมั่นของข้อสอบ แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูงสุด ได้แก่

แบบทดสอบคุณภาพของเชอร์สโตน ซึ่งมีค่า .94 รองลงมาเป็นแบบทดสอบนับรูปลูกมาศ¹ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น .92 ส่วนแบบทดสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นต่ำสุดเป็นแบบทดสอบประกอบภาพ คือได้ค่าความเชื่อมั่น .74 จากความเชื่อมั่นทั้งหมดที่ได้ นับว่าเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีความเชื่อมั่นได้ ตามปกติค่าความเชื่อมั่นที่นับว่าใช้ได้สำหรับแบบทดสอบฉบับหนึ่ง ๆ มีค่าตั้งแต่ .60 ขึ้นไป การหาค่าความเชื่อมั่นครั้งนี้ หาโดยใช้สูตรของคูเตอร์ - ริชาร์ดสัน สูตรที่ 21 ซึ่งจะให้ค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด ถ้าหาโดยวิธีอื่นจะได้ค่าสูงกว่านี้¹

1.2 โครงการแจกแจงความถี่ของแบบทดสอบ

เพื่อเสนอผลการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบทดสอบ 8 ชนิด ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเฉพาะด้านความง่าย และโครงการแจกแจงความถี่ของแบบทดสอบแต่ละชนิด จึงนำเสนอด้วยการสร้างโค้งแบบ Ogive โดยนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile) จากการแจกแจงความถี่สะสมในแบบทดสอบแต่ละชนิดมาจุดกราฟแสดงทรวงตรง ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1.



ภาพที่ 1. โครงการแจกแจงเปอร์เซ็นต์ของความถี่สะสมในแบบทดสอบ 7 ชนิด

¹ Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, p. 342.

จากภาพที่ 1. เปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบ ตัดกระดาษ ประกอบภาพ ช้อนภาพ ต่อภาพ และหาคำนตรงข้าม ซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 คะแนนเท่ากัน จะเห็นว่าแบบทดสอบ ประกอบภาพ ยากกว่าแบบทดสอบอื่น ๆ รองลงมาเป็นแบบทดสอบต่อภาพ แบบทดสอบตัดกระดาษกับช้อนภาพ มีความยากง่ายประมาณเท่า ๆ กัน ทั้งมีทรวดทรงการแจกแจงใกล้เคียงปกติเหมือน ๆ กัน ส่วนแบบทดสอบหาคำนตรงข้ามง่ายกว่าแบบทดสอบฉบับอื่น อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบทดสอบ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการทำ² (Speed Test) เราจึงอาจเพิ่มหรือ ลดความยากง่ายได้โดยการเพิ่มหรือลดเวลาในการทำ

สำหรับแบบทดสอบรูปภาพนั้นไม่ได้จัดกราฟแสดงทรวดทรงเพราะมีช่วงคะแนนกว้างมาก

1.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถโดยเฉลี่ยระหว่างระดับชั้น จึงได้แจ้งข้อมูล ออกเป็นระดับชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 แล้วคำนวณค่าสถิติหาค่ารายเฉลี่ยค่าความแปรปรวน เทียบค่ารายเฉลี่ยให้เป็นคะแนน ที่ - ปกติ (T - Normalized) จากเกณฑ์ปกติ (Norms) ที่สร้างไว้ วิธีการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน ที่ - ปกติ ก็โดยการนำข้อมูลของคนทั้งหมด ทั้ง 3 ระดับชั้น มาหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ แล้วแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ให้เป็นคะแนน ที่ - ปกติ ซึ่งเป็นคะแนนมาตรฐานชนิดหนึ่ง มีค่ารายเฉลี่ย 50 และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 จุดมุ่งหมายในการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนน ที่ - ปกติ ก็เพื่อสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) สำหรับนักเรียนทั้ง 3 ระดับ และเพื่อช่วยในการเปรียบเทียบคะแนนให้มีความหมาย โดยการ ลากเส้นภาพ (Profiles) อีกด้วย ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นสมรรถภาพของนักเรียนแต่ละคน ว่ามีความเก่งหรืออ่อนอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มรวม ค่ารายเฉลี่ย คะแนน ที่ - ปกติ และค่าความแปรปรวนของแต่ละระดับชั้นแสดงไว้ในตาราง 5.

ตาราง 5 การรายเฉลี่ย คะแนน ที่ - ปกติ และค่าความแปรปรวน ของแบบทดสอบ
8 ชนิด จากผลการสอบของนักเรียน 888 คน

แบบทดสอบ	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7			ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3			ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5		
	$\bar{X}$	T-score	s^2	$\bar{X}$	T-score	s^2	$\bar{X}$	T-score	s^2
ตัดกระดาษ	15.7138	47	36.4955	18.0932	50	29.5235	18.8821	52	30.1617
ชอนภาพ	17.8586	48	51.4866	21.6077	52	65.4649	25.8107	55	82.4622
ท่อนภาพ	16.4949	46	217.3858	24.0032	52	167.6806	25.4179	53	212.6525
ประกบภาพ	10.1751	47	15.2463	13.1897	52	23.0316	23.8964	54	30.0931
เขียนปลุกมาศก	16.3535	45	74.5874	22.4695	50	75.5659	24.9321	52	66.0420
ชอนภาพ	14.5084	44	24.9737	19.0161	52	21.4352	19.6464	53	23.2544
ท่อนภาพ	13.1178	46	30.0164	16.8875	52	33.3711	17.8179	53	32.7014
หาตำแหน่งตรงข้าม	16.0236	46	41.4217	19.7042	49	44.4605	20.8786	51	37.5335

จากตาราง 5. เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น จะเห็นว่า คะแนนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากชั้น ป.7 ไปจนถึงชั้น มศ.5 ตามลำดับ ในแบบทดสอบทุกฉบับ นั่นคือ แนวโน้มของคะแนนของนักเรียนที่อยู่ในชั้นสูงกว่า จะได้ มากกว่านักเรียนที่อยู่ในชั้นที่ต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาช่วงของคะแนนเฉลี่ยจากชั้น ป.7 ถึง มศ.3 กับจาก มศ.3 ถึง มศ.5 จะพบว่าช่วงของคะแนนจากชั้น ป.7 ถึง มศ.3 มากกว่า ช่วงของคะแนนจากชั้น มศ.3 ถึง มศ.5 ในแบบทดสอบทุกฉบับ โดยเฉพาะในแบบทดสอบ วิชาภาษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระหว่างชั้น ป.7 ถึง มศ.3 มีช่วงห่างกันถึง 2 ระดับชั้น ส่วนระหว่างชั้น มศ.3 ถึง มศ.5 มีช่วงห่างกันเพียงระดับชั้นเดียว.

เพื่อศึกษาหาความแตกต่างของความสามารถระหว่างเพศ จึงแจกข้อมูลในแต่ละระดับชั้น ออกเป็นชายและหญิง แล้วคำนวณหาค่ารายเฉลี่ยของเพศชาย และเพศหญิงในแต่ละระดับชั้น จากแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ดังแสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตาราง 6.

ตาราง 6 การายเฉลี่ยและคะแนน ที่ - ปกติ เมื่อเทียบกับเกณฑ์ปกติ
ของนักเรียนชายหญิงในระดับชั้นต่างๆ

แบบทดสอบ	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7				ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3				ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5			
	ชาย		หญิง		ชาย		หญิง		ชาย		หญิง	
	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	T	$\bar{X}$	T
คัดกระดาน	16.83	48	14.20	44	18.94	52	17.37	49	19.56	53	18.12	50
ชอนภาพ	19.32	49	15.87	45	22.55	52	20.80	51	29.39	58	21.74	52
หมุนภาพ	19.76	50	12.06	44	29.86	57	19.02	49	32.30	58	17.59	48
ประกอบภาพ	11.01	49	9.04	45	14.48	55	12.10	50	16.42	57	11.03	49
นับรูปลูกบาศก์	18.54	47	13.38	43	25.06	52	20.26	47	27.77	56	21.70	49
ชอนภาพ	15.27	45	13.47	42	19.67	54	18.46	51	21.28	56	17.79	50
คณภาพ	14.77	49	10.88	43	18.80	55	15.26	49	19.68	56	15.70	50
หาคานตรงข้าม	16.44	46	15.46	45	21.12	51	18.50	48	22.56	54	18.97	48

จากตาราง 6. เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง ในแต่ละระดับชั้น จากแบบทดสอบแต่ละฉบับ ปรากฏว่าในแบบทดสอบทุกฉบับ และในทุกระดับชั้น นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนหญิง ซึ่งจะเห็นความแตกต่างนี้มากที่สุด ในแบบทดสอบหมอนภาพ ต้อภาพ ประกอบภาพ และนับรูปลูกบาศก์ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นที่ปรากฏในตาราง 5. และความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศที่ปรากฏในตาราง 6. อาจเกิดขึ้นเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีความสามารถต่างกันจริง หรืออาจเกิดขึ้นเนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการวัดก็ได้ ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบว่าความแตกต่างเหล่านี้มีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3×2 Factorial Design ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังแสดงผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้.

ตาราง 7. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของแบบทดสอบตัดกระดาษ

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยของกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่าง เพศ	782.6028	1	782.6028	25.0033**
ระหว่างระดับชั้น	1811.2791	2	905.6395	28.9342**
ระดับชั้น $\times$ เพศ	62.1618	2	31.0809	.9930
ภายในกลุ่ม	27606.5900	882	31.2999	
รวม	30262.6337	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 7. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน ปรากฏว่า คะแนนของนักเรียนที่ได้จาก

การทดสอบเมื่อจำแนกออกตามระดับชั้นแล้ว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อจำแนกคะแนนออกตามเพศแล้ว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นกัน

สำหรับ interaction ได้ค่า $F = .9930$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าระดับชั้นและเพศ ต่างไม่มีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกันเลย

เพื่อทดสอบว่าระดับชั้นใดบ้างมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของ นิวแมน-คีลส์ ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละชั้น แสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ ในตาราง 8.

ตาราง 8. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบตัดกระดาษ ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีการของนิวแมน-คีลส์ (Newman - Keuls)

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	15.71	18.09	18.88
ป.7	15.71	-	2.38**	3.17**
มศ.3	18.09		-	.79
มศ.5	18.88			-
r		2		3
q .99(r, 882)		3.64		4.12
$\sqrt{MS_{\text{error}}/\text{ห.ก.}q.99(r, 882)}$		1.68		1.90

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลวิเคราะห์จากตาราง 8. แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของชั้น ป.7 กับ มศ.3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยของชั้น ป.7 กับ มศ.5 แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนเฉลี่ยของชั้น มศ.3 กับ มศ.5 แตกต่างไ้มีนัยสำคัญ นั่นคือ มีความสามารถปาน ๆ กัน

ตาราง 9. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ ชอณภาพ

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยของกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่าง เพศ	4044.8523	1	4044.8523	66.8536**
ระหว่าง ระดับชั้น	9337.4985	2	4668.7492	77.1654**
ระดับชั้น $\times$ เพศ	1356.2057	2	678.1028	11.2077**
ภายในกลุ่ม	53363.7600	882	60.5031	
รวม	68102.3165	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 9. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกตามเพศ ล้วนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, interaction ระหว่างระดับชั้นและเพศ ก็มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพื่อทดสอบว่ามีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของ นิวแมน - กีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ในตาราง 10.

ตาราง 10. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ขณภาพ
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - กีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	17.86	21.61	25.81
ป.7	17.86	-	3.75 ^{**}	7.95 ^{**}
มศ.3	21.61		-	4.20 ^{**}
มศ.5	25.81			-
r		2		3
$\sqrt{MS_{error}/n \cdot q_{.99}(r, 882)}$		2.33		2.64

^{**} มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 10. ปรากฏว่า ทุกระดับชั้นต่างก็มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01

จากผลในตาราง 9. เมื่อ interaction ระหว่างระดับชั้นและเพศ มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าระดับชั้นและเพศต่างมีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกัน นั่นคือ ถ้าหากแจกคะแนนออกตามระดับชั้นและตามเพศแล้ว จะพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม (Cell) จะแตกต่างกันในคู่ใดคู่หนึ่ง หรือหลาย ๆ คู่ อย่างมีนัยสำคัญ เพื่อทราบว่าในเพศเดียวกันจะมีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน และในระดับชั้นเดียวกันระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศชาย และหญิงแตกต่างกัน จึงแยกทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน ดังแสดงวิธีการ และผลวิเคราะห์ในตาราง 11. และ 12. และทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชายและหญิง ในระดับชั้นเดียวกัน ดังปรากฏผลในตาราง 13.

ตาราง 11. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชายระหว่างชั้น

ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ขอนภาพ โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	19.32	22.55	29.39
ป.7	19.32	-	3.23**	10.07**
มศ.3	22.55		-	6.84**
มศ.5	29.39			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 12. การทดสอบ ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่าง

ชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ขอนภาพ โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	15.87	20.80	21.74
ป.7	15.87	-	4.93**	5.87**
มศ.3	20.80		-	.94
มศ.5	21.74			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ 01

ตาราง 13. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง
ในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบ ขอนภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กีสส์

ระดับชั้น	ป.7	มศ.3	มศ.5
ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง	3.45 **	1.75	7.65 **

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการทดสอบในตาราง 11. ปรากฏว่า นักเรียนชายในระดับชั้นต่างกัน จะมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนผลการทดสอบในตาราง 12. ปรากฏว่า นักเรียนหญิงชั้น ป.7 กับ มศ.3 มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ นักเรียนหญิง ป.7 กับ มศ.5 มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วน นักเรียนหญิงชั้น มศ.3 กับ มศ.5 มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน.

ผลการทดสอบในตาราง 13. ปรากฏว่า นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างจากนักเรียนหญิงในชั้น ป.7 และ มศ.5 โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนในชั้น มศ.3 ทั้งสองเพศ มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน.

ตาราง 14. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบหาคำตรงข้าม

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยของกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	1265.1910	1	1265.1910	30.3274**
ระหว่างระดับชั้น	3821.7641	2	1910.8820	45.8050**
ระดับชั้น $\times$ เพศ	255.8382	2	127.9191	3.0663*
ภายในกลุ่ม	36795.0291	882	41.7177	
รวม	42137.8224	887		

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 14. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ ล้วนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพื่อทดสอบว่ามีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของนิวแมน - กีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ในตาราง 15. จากที่ interaction ระหว่างระดับชั้น และเพศมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า ระดับชั้นและเพศต่างมีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกัน จึงแยกทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง 16. และ 17. และทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศชายและหญิงในระดับชั้นเดียวกัน ดังปรากฏผลในตาราง 18.

ตาราง 15. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบหาคำนตรงข้าม
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	31.90	39.62	41.53
ป.7	31.90	-	3.68**	4.86**
มศ.3	39.62		-	1.18
มศ.5	41.53			-
r			2	3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 882)$			1.94	2.19

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 16. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบหาคำนตรงข้าม โดยวิธีของนิวแมน - คีลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	16.44	21.12	22.56
ป.7	16.44	-	4.68**	6.12**
มศ.3	21.12		-	1.44
มศ.5	22.56			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 17. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบหาคำตรงข้าม โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น				
	คะแนนเฉลี่ย	ป.7	มก.3	มก.5
		15.46	18.50	18.97
ป.7	15.46	-	3.04	3.51
มก.3	18.50		-	.47
มก.5	18.97			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 18. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ของชายและหญิง
ในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบหาคำตรงข้าม โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น	ป.7	มศ.3	มศ.5
ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง	.98	2.62**	3.59**

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 15, 16 และ 17. ปรากฏผลเช่นเดียวกันคือ ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สองคู่ คือระหว่าง ป.7 กับ มศ.3 และระหว่าง ป.7 กับ มศ.5 สำหรับผลต่างระหว่าง มศ.3 กับ มศ.5 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ. ส่วนผลการทดสอบใน ตาราง 18. ปรากฏว่านักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างจากนักเรียนหญิง ในชั้น มศ.3 และ มศ.5 โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนในชั้น ป.7 ทั้ง 2 เพศ มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน.

ตาราง 19. การวิเคราะห์ความแปรปรวน ของแบบทดสอบ ประกอบภาพ

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยของกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	2324.1908	1	2324.1908	118.5140 **
ระหว่างระดับชั้น	2400.9261	2	1200.4630	61.2134 **
ระดับชั้น X เพศ	511.0440	2	255.5220	13.0294 **
ภายในกลุ่ม	17296.9982	882	19.6111	
รวม	22533.1591	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 19. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ ล้วนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพื่อทดสอบว่า มีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของนิวแมน - คีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ในตาราง 20. จากที่ interaction ระหว่างระดับชั้น และเพศ มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าระดับชั้นและเพศต่างมีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกัน จึงแยกทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง 21. และ 22. และทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศชาย และหญิง ในระดับชั้นเดียวกัน ดังปรากฏผลในตาราง 23.

ตาราง 20. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบประกอบภาพ
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	10.18	13.19	13.90
ป.7	10.18	-	3.01 [*]	3.82 ^{**}
มศ.3	13.19		-	.71
มศ.5	13.90			-
r		2		3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 882)$		1.33		1.50

^{**} มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 21. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่าง
ชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน-คีลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	11.01	14.48	16.42 ^{**}
ป.7	11.01	-	3.47 [*]	5.41 ^{**}
มศ.3	14.48		-	1.94 ^{**}
มศ.5	16.42			

^{**} มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 22. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น
ป.7, มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	9.04	11.03	12.10
ป.7	9.04	-	1.99**	3.06**
มศ.5	11.03		-	1.07
มศ.3	12.10			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 23. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ของชายและหญิง ในระดับ
ชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบประกอบภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กีสส์

ระดับชั้น	ป.7	มศ.3	มศ.5
ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง	1.97**	2.38**	5.39**

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการทดสอบในตารางที่ 20. ปรากฏว่าผลต่างของคะแนนเฉลี่ย ระหว่างระดับชั้น
มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สองคู่ คือระหว่าง ป.7 กับ มศ.3 และระหว่าง ป.7 กับ มศ.5
ส่วน มศ.3 และ มศ.5 มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน.

จากตาราง 21. ปรากฏว่านักเรียนชายในระดับชั้นต่างกัน จะมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนผลการทดสอบในตาราง 22. ปรากฏว่า ผลต่างของ

คะแนนเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สองคู่ คือ ระหว่าง ป.7 กับ มท.3 และ ป.7 กับ มศ.5 ส่วน มท.3 และ มศ.5 มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน สำหรับผลการทดสอบในตาราง 23. ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของชายและหญิงแตกต่างกันในทุกระดับชั้น โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 24. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ นักรูปลูกบาศก์

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยของกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	6300.7343	1	6300.7343	96.4019 **
ระหว่างระดับชั้น	12371.2774	2	6185.6387	94.6409 **
ระดับชั้น X เพศ	62.7941	2	31.3970	.4803
ภายในกลุ่ม	57646.6763	882	65.3590	
รวม	76381.4821	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 24. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ ล้วนต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่ interaction ระหว่างระดับชั้นกับเพศไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าระดับชั้นและเพศไม่มีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกันเลย

เพื่อทดสอบว่าระดับชั้นใดบ้างมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของนิวแมน - คีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ ในตาราง 25.

ตาราง 25. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ในแบบทดสอบ
 นักรูปลภศาสตร์ ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีการของนิวแมน - กิลล์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	16.35	22.47	24.93
ป.7	16.35	-	6.12**	8.58**
มศ.3	22.47		-	2.46**
มศ.5	24.93			-
r		2		3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 882)$		2.43		2.75

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 25. จะเห็นว่า ทุกระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ
 ที่ระดับ .01

ตาราง 26. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบทดสอบ ข้อภาพ

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	1035.8234	1	1035.8234	47.4447**
ระหว่างระดับชั้น	4794.3963	2	2397.1981	109.8010**
ระดับชั้น x เพศ	203.5000	2	101.7500	4.6605**
ภายในกลุ่ม	19256.0121	882	21.8322	
รวม	25289.7318	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 26. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่าง ระหว่าง
คะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ แล้ว
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพื่อทดสอบว่ามีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน
จึงใช้วิธีการของนิวแมน - คีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม ดังแสดง
วิธีการและผลวิเคราะห์ในตาราง 27. จากที่ interaction ระหว่างระดับชั้นและเพศ
มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าระดับชั้นและเพศ ต่างก็มีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกัน จึงแยก
ทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน ดังแสดงผลวิเคราะห์
ในตาราง 28. และ 29. และทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศชาย
และหญิง ในระดับชั้นเดียวกัน ดังปรากฏผลในตาราง 30.

ตาราง 27. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ขอนภาพ
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	14.51	19.02	19.65
ป.7	14.51	-	4.51**	5.14**
มศ.3	19.02		-	.63
มศ.5	19.65			-
r		2		3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 882)$		1.40		1.59
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.95}(r, 882)$		1.07		1.28

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 28. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ขั้วภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กิลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	15.28	19.67	21.28
ป.7	15.28	-	4.39**	6.00**
มศ.3	19.67		-	1.61**
มศ.5	21.28			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 29. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบ ขั้วภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กิลส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	13.47	18.46	17.79
ป.7	13.47	-	4.99**	4.32**
มศ.3	18.46		-	.67
มศ.5	17.79			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 30. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง
ในระดับชั้นเดียวกันจากแบบทดสอบ ขอนภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กีดส์

ระดับชั้น	ป.7	มศ.3	มศ.5
ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง	1.81**	1.21*	3.49**

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 27. ปรากฏว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 สองคู่ คือระหว่างชั้น ป.7 กับ มศ.3 และ ป.7 กับ มศ.5 ส่วน มศ.3 และ มศ.5 ผลต่างของรายเฉลี่ยไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 28. ปรากฏว่า นักเรียนชายทุกระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนผลการทดสอบในตาราง 29. ปรากฏว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สองคู่ คือระหว่าง ป.7 กับ มศ.3 และ ป.7 กับ มศ.5 ส่วน มศ.3 และ มศ.5 มีคะแนนเฉลี่ยปาน ๆ กัน สำหรับผลการทดสอบในตาราง 30. ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของชายและหญิงแตกต่างกันในทุกุระดับชั้น โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ในชั้น ป.7 และ มศ.5 และมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ในชั้น มศ.3

ตาราง 31. การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบทดสอบ คอภาพ.

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	3190.2789	1	3190.2789	111.7294**
ระหว่างระดับชั้น	4099.4111	2	2049.7055	71.7844**
ระดับชั้น X เพศ	7.4559	2	3.7279	.1305
ภายในกลุ่ม	25184.2956	882	28.5536	
รวม	32481.4415	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 31. จะเห็นว่าเมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ ล้วนต่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แต่ interaction ระหว่างระดับชั้นและเพศ ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่า ระดับชั้นและเพศ ไม่มีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกันเลย

เพื่อทดสอบดูว่า ระดับชั้นใดบ้างมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของนิวแมน - คีสส์ ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีและผลวิเคราะห์ในตาราง 32.

ตาราง 32. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ท่อภาพ
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีสส์

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	13.12	16.89	17.82
ป.7	13.12	-	3.77**	4.70**
มศ.3	16.89		-	.93
มศ.5	17.82			-
r			2	3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99}(r, 882)$			1.60	1.82

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 32. ปรากฏว่า ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย ระหว่างระดับชั้น มีนัยสำคัญ
ที่ระดับ .01 อยู่สองคู่ คือ ระหว่างชั้น ป.7 กับ มศ.3 และระหว่าง ป.7 กับ มศ.5
ส่วนผลต่างระหว่าง มศ.3 กับ มศ.5 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 33. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบ หนูนาพา

แหล่งของความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกของกำลังสอง (Sum of Squares)	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)	F
ระหว่างเพศ	27102.1721	1	27102.1721	162.4075**
ระหว่างระดับชั้น	15153.3505	2	7576.6752	45.4026**
ระดับชั้น × เพศ	1816.9556	2	908.4778	5.4439**
ภายในกลุ่ม	147185.9609	882	166.8775	
รวม	191258.4391	887		

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 33. จะเห็นว่า เมื่อทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม เมื่อแจกแจงคะแนนออกตามระดับชั้น หรือแจกออกตามเพศ ล้วนต่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 เพื่อทดสอบว่ามีระดับชั้นใดบ้างที่มีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงใช้วิธีการของนิวแมน - คีลส์ ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่ ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์ในตาราง 34. จากที่ interaction ระหว่างระดับชั้น และเพศ มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าระดับชั้นและเพศต่างก็มีอิทธิพลส่งผลซึ่งกันและกัน จึงแยกทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน ดังแสดงผลวิเคราะห์ในตาราง 35. และ 36. และทำการทดสอบผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศชายและหญิงในระดับชั้นเดียวกัน ดังปรากฏผลในตาราง 37.

ตาราง 34. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ทัศนภาพ
ระหว่างแต่ละระดับชั้น โดยวิธีของนิวแมน - คีส

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	16.49	24.00	25.42
ป.7	16.49	-	7.51 **	8.93 **
มศ.3	24.00		-	1.42
มศ.5	25.42			-
r		2		3
$\sqrt{MS_{error}/n} \cdot q_{.99(r, 882)}$		3.88		4.39

** มีนัยสำคัญระดับ .01

ตาราง 35. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศชาย ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบทัศนภาพ โดยวิธีของนิวแมน - คีส

ระดับชั้น		ป.7	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	19.76	29.86	32.30
ป.7	19.76	-	10.10 **	12.54 **
มศ.3	29.86		-	2.44
มศ.5	32.30			-

** มีนัยสำคัญระดับ .01

ตาราง 36. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของเพศหญิง ระหว่างชั้น ป.7
มศ.3 และ มศ.5 จากแบบทดสอบคุณภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กิลส์

ระดับชั้น		ป.7.	มศ.3	มศ.5
	คะแนนเฉลี่ย	12.06	17.59	19.02
ป.7	12.06	-	5.53**	6.96**
มศ.3	17.59		-	1.43
มศ.5	19.02			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 37. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง
ในระดับชั้นเดียวกัน จากแบบทดสอบคุณภาพ โดยวิธีของนิวแมน - กิลส์

ระดับชั้น	ป.7	มศ.3	มศ.5
ผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของชายและหญิง	7.70**	10.84**	14.71**

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

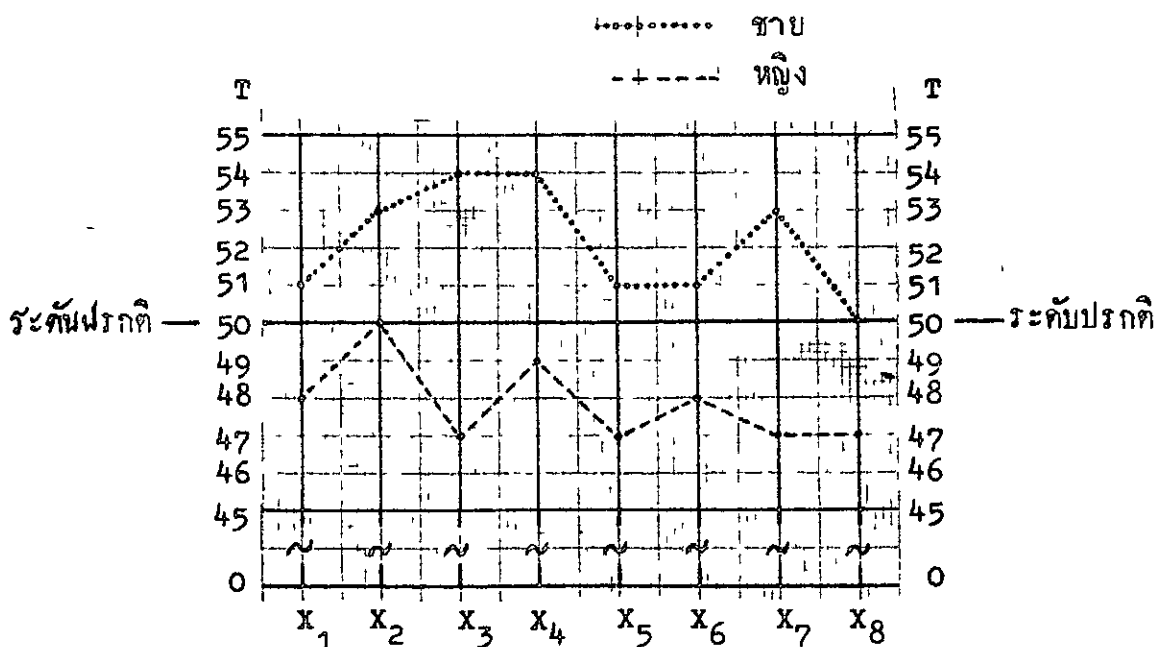
ผลการทดสอบจากตาราง 34, 35 และ 36 ปรากฏผลเช่นเดียวกัน คือ ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างระดับชั้น มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สองคู่ คือระหว่างชั้น ป.7 กับ มศ.3 และ ป.7 กับ มศ.5 ส่วน มศ.3 และ มศ.5 ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 37. ปรากฏว่า ทุกระดับชั้นมีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

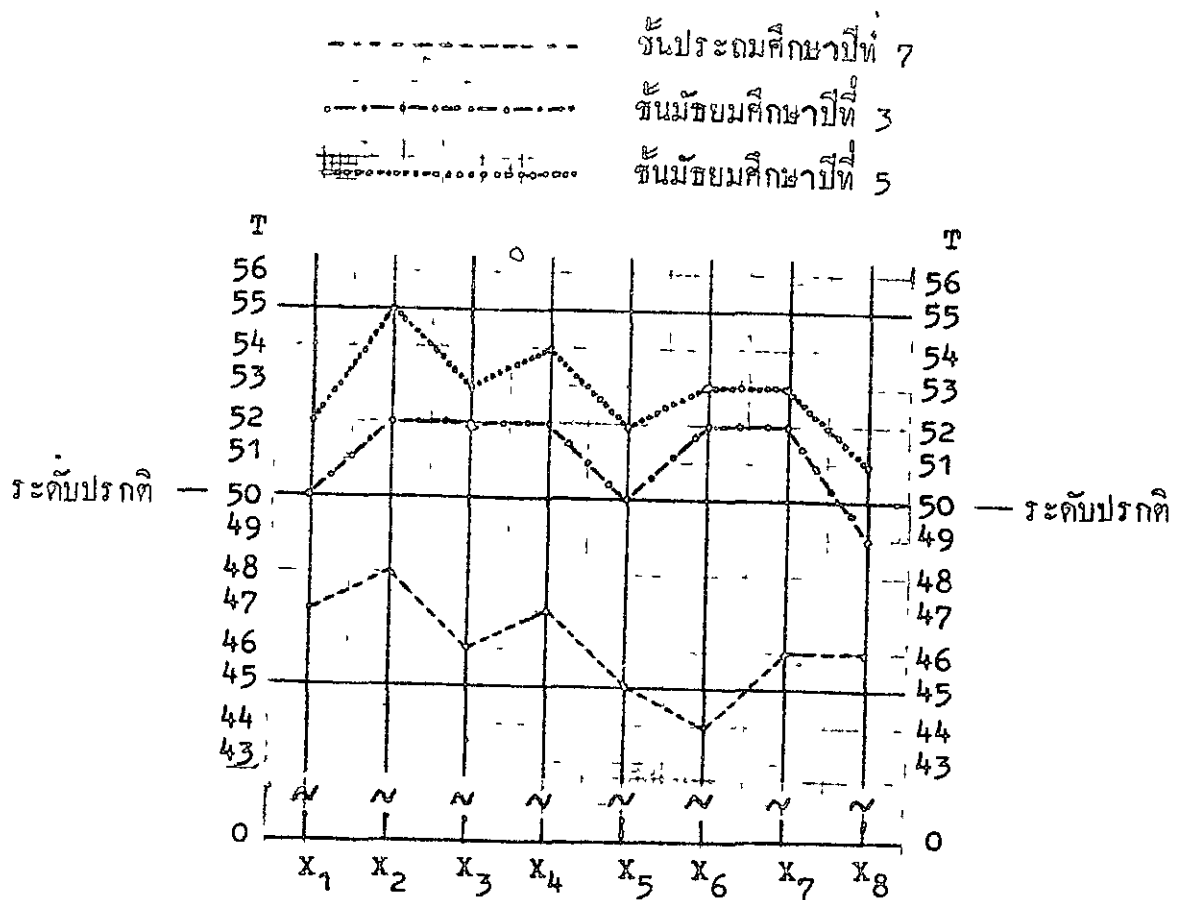
1.4 การแสดงเสนองานเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด

เพื่อให้เห็นความสามารถของแต่ละกลุ่มได้ชัดเจน และมีความหมายยิ่งขึ้น จึงได้
เสนอเสนอภาพ (Profile) โดยการนำเอาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มไปเทียบกับให้เป็นคะแนน
ที่ - ปกติ จากเกณฑ์ปกติ (Norms) ที่สร้างไว้ ได้ที่ - ปกติ เท่าใด จึงนำมาเขียน
เสนอภาพ ในการเสนอเสนอภาพได้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ เสนอภาพเปรียบเทียบระหว่าง
เพศ รวมทั้ง 3 ระดับชั้น, เสนอภาพเปรียบเทียบระหว่างระดับชั้น และเสนอภาพเปรียบเทียบ
ระหว่างเพศของแต่ละชั้น ดังในภาพที่ 2 , 3 และ 4 ตามลำดับ

ในการอ่านแผนภาพเหล่านี้ ให้สังเกตดูเส้นแกนตรงกลาง T 50 ก่อน ซึ่งเป็นเส้นแทนระดับความสามารถปานกลาง ที่เรียกว่าเกณฑ์ปกติ ถอดจากนั้นก็พิจารณาความเอียงของโอบแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ว่าสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเป็นเท่าใด ถ้าแผนภาพใดอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติมาก ก็หมายความว่ามีความสามารถในด้านนั้นน้อยมาก และถ้าแผนภาพใดอยู่สูงกว่าเกณฑ์ปกติ ก็หมายความว่า นักเรียนกลุ่มนั้นมีความสามารถเห็นอกเห็นใจผู้อื่นทั่วไปในกลุ่มนักเรียนที่เข้ามาศึกษาครั้งนี้



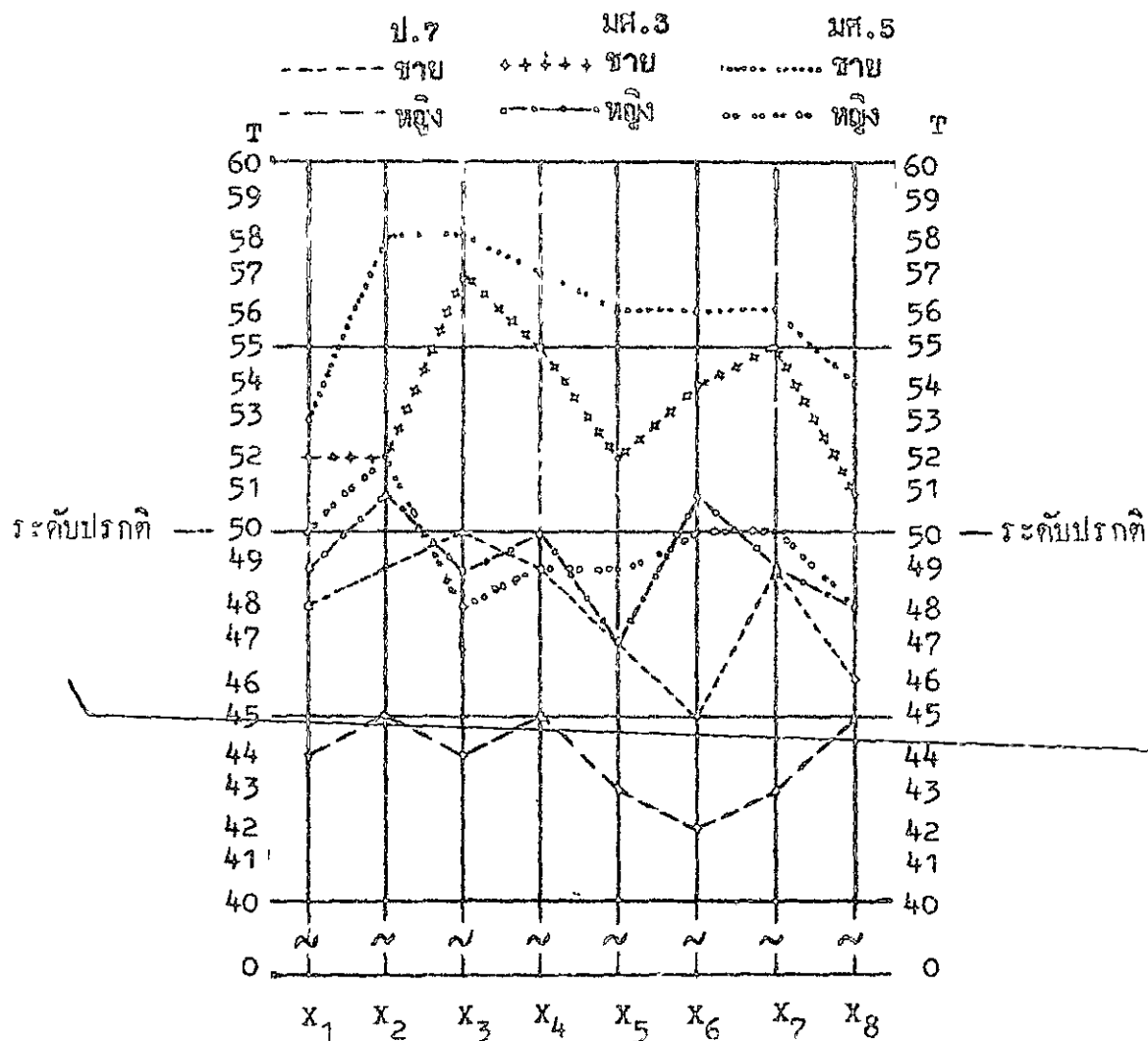
จากภาพที่ 2 จะเห็นว่า เส้นภาพความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชาย และนักเรียนหญิงจะอยู่ห่างกันมาก ก่อตั้งแต่ 3 คะแนน ที่ - ปกติ ขึ้นไป โดยนักเรียนชายจะอยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติในแบบทดสอบ 7 ชนิด และในแบบทดสอบหาแกนตรงข้าม จะอยู่ต่ำกว่าเส้นเกณฑ์ปกติ ส่วนนักเรียนหญิง ในแบบทดสอบชอนภาพจะอยู่ใต้เส้นเกณฑ์ปกติ นอกนั้นจะอยู่ต่ำกว่าเส้นเกณฑ์ปกติ



ภาพที่ 3. เส้นภาพความสามารถในการทำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ ทั้ง 8 ฉบับ
ของแต่ละระดับชั้น

จากภาพที่ 3 จะเห็นว่า เส้นภาพความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จากแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ของนักเรียนชั้น ป. 7 อยู่ต่ำกว่าเส้นเกณฑ์ปกติ ส่วนชั้น ม.ศ. 5 เส้นภาพความสามารถจากแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด อยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติ สำหรับชั้น ม.ศ. 3 ในแบบ

ทดสอบคัดกระชาย และนักเรียนผู้ชาย จะอยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติ และในแบบทดสอบหา
งานกรงขามจะอยู่ต่ำกว่าเส้นเกณฑ์ปกติ ส่วนในแบบทดสอบอื่นจะอยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติ



ภาพที่ 4. เส้นภาพความสามารถในการทำแบบทดสอบมิติสัมพันธ์ทั้ง 8 ชนิด
ของชายและหญิงในแต่ละระดับชั้น

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่า เส้นภาพความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากแบบทดสอบทั้ง
8 ชนิด ของนักเรียนชายชั้น มศ. 3 และ มศ. 5 จะอยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติและอยู่ใกล้เคียงกัน นั่นคือ นักเรียนชายใน 2 ระดับชั้นนี้ มีความสามารถใกล้เคียงกัน และเป็นความ
สามารถที่เหนือกว่านักเรียนทั่วไป ส่วนเส้นภาพความสามารถของนักเรียนหญิงชั้น ป. 7 จะ
อยู่ต่ำกว่าเส้นเกณฑ์ปกติมาก ส่วนนักเรียนกลุ่มอื่นๆจะมีทั้งอยู่เหนือ, ตรง และต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบ 8 ชนิด

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด จึงคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Intercorrelation) ซึ่งในที่นี้หาแบบโปรดัค โมเมนต์ (Product - moment correlation) โดยแยกหาจากคะแนนของแต่ละระดับชั้น ดังแสดงไว้ในตาราง 38, 39, และ 40. ตามลำดับ

ตาราง 38. ค่าสหสัมพันธ์ ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 297 คน.

แบบทดสอบ		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
คัดกระดาก	X ₁	-	.4681	.5266	.5353	.4824	.6123	.6527	.4588
ชอนภาพ	X ₂		-	.3133	.4034	.3705	.4245	.4754	.3384
หาคำนตรงข้าม	X ₃			-	.4527	.4002	.5181	.4509	.4813
ประกอบภาพ	X ₄				-	.4599	.4835	.5169	.4204
นับรูปลูกบาศก์	X ₅					-	.4633	.4935	.3715
ชอนภาพ	X ₆						-	.5853	.4366
ชอนภาพ	X ₇							-	.4798
หมุนภาพ	X ₈								-

จากค่าสหสัมพันธ์ปรากฏในตาราง 38. สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบคัดกระดาก และชอนภาพมีค่าสูงสุด ระหว่างคัดกระดากและชอนภาพมีการลงไปที่ค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุดในที่นี้คือ ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบชอนภาพ กับหาคำนตรงข้าม ในบรรดาแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 7 ชนิด แบบทดสอบที่มีค่าสหสัมพันธ์กับแบบทดสอบหมุนภาพ

ของเชอร์สโตนสูงสุด คือแบบทดสอบ หาคำนตรงข้าม และรองลงมาคือ แบบทดสอบค่าภาพ ส่วนแบบทดสอบที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุด กับแบบทดสอบหมู่ภาพของเชอร์สโตน คือ แบบทดสอบ ขอนภาพ ค่าสหสัมพันธ์ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 39. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 311 คน.

แบบทดสอบ		X_1	X_2	X_8	X_4	X_5	X_6	X_7	X_3
คัดกระดาก	X_1	-	.4732	.5107	.6295	.5478	.5861	.6102	.4658
ขอนภาพ	X_2		-	.4049	.4068	.3914	.4164	.4482	.3959
หาคำนตรงข้าม	X_8			-	.5049	.4906	.5004	.5070	.3841
ประกอบภาพ	X_4				-	.5479	.4975	.5878	.4590
นับรูปลูกบาศก์	X_5					-	.4681	.5195	.4640
ขอนภาพ	X_6						-	.5343	.4489
ค่าภาพ	X_7							-	.4877
หมู่ภาพ	X_3								-

จากตาราง 39. จะเห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์สูงสุด เป็นสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบคัดกระดากและประกอบภาพ รองลงไปคือสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบคัดกระดากและค่าภาพ ส่วนกลุ่มค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำสุด ได้แก่ สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบ หมู่ภาพ กับหาคำนตรงข้าม, ขอนภาพกับนับรูปลูกบาศก์ และขอนภาพกับหมู่ภาพ สำหรับแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่มีค่าสหสัมพันธ์ กับแบบทดสอบหมู่ภาพของเชอร์สโตนสูงสุด คือ แบบทดสอบค่าภาพ และต่ำสุดคือ แบบทดสอบ หาคำนตรงข้าม ค่าสหสัมพันธ์ปรากฏในตาราง ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ตาราง 40. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 280 คน

แบบทดสอบ		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
ถักกระดาษ	X ₁	-	.4873	.3897	.5074	.3533	.5921	.6116	.3552
ฉอณาพ	X ₂		-	.4151	.5449	.4083	.5719	.5336	.4269
หาคานตรงข้าม	X ₃			-	.5190	.3506	.5159	.5245	.3393
ประกอบภาพ	X ₄				-	.5429	.6147	.5790	.4574
นับรูปลูกบาศก์	X ₅					-	.4688	.4328	.4880
ฉอณาพ	X ₆						-	.6757	.4896
ตอภาพ	X ₇							-	.4955
หมุนภาพ	X ₈								-

จากตาราง 40. จะเห็นว่า สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ ฉอณาพ กับตอภาพมีค่าสูงสุด ระหว่างฉอณาพกับประกอบภาพ และตอภาพกับถักกระดาษ รองลงไปตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนหาคานตรงข้ามกับหมุนภาพ เป็นค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุด สำหรับแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ที่มีค่าสหสัมพันธ์ กับแบบทดสอบหมุนภาพของ เชอร์ส โทนสูงที่สุด คือแบบทดสอบตอภาพ รองลงมาคือฉอณาพ และนับรูปลูกบาศก์ ส่วนที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุด กับแบบทดสอบหมุนภาพ คือแบบทดสอบหาคานตรงข้าม ค่าสหสัมพันธ์ทุกค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เพื่อศึกษาหาถึงความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ในกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 ระดับชั้น จึงใช้คะแนนของนักเรียนทั้งหมดหาค่าสหสัมพันธ์ ดังปรากฏผลในตาราง 41

ตาราง 41. ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากคะแนนของนักเรียน
ทั้งหมด จำนวน 888 คน

แบบทดสอบ		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
ตัดกระดาษ	X ₁	-	.5074	.5161	.5796	.5075	.6237	.6489	.4623
ช้อนภาพ	X ₂		-	.4374	.5158	.4694	.5374	.5398	.4365
หาคำตรงข้าม	X ₃			-	.5352	.4841	.5674	.5427	.4518
ประกอบภาพ	X ₄				-	.5728	.5908	.6089	.4888
นับรูปลูกบาศก์	X ₅					-	.5519	.5500	.4908
ช้อนภาพ	X ₆						-	.6507	.5127
ตอบภาพ	X ₇							-	.5310
หมุนภาพ	X ₈								-

จากค่าสหสัมพันธ์ปรากฏในตาราง 41. สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ
ตอบภาพ กับช้อนภาพมีค่าสูงสุด ระหว่างตอบภาพกับตัดกระดาษ และ ช้อนภาพกับตัดกระดาษ
มีการลดลงมาตามลำดับ ส่วนค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุดในที่นี้คือ ระหว่างคะแนนแบบทดสอบช้อนภาพ
กับแบบทดสอบหมุนภาพของเซอร์สโตน ในบรรดาแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่มีค่าสหสัมพันธ์
กับแบบทดสอบหมุนภาพของเซอร์สโตนสูงสุดคือ แบบทดสอบตอบภาพ จะเห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ของ
คะแนนนักเรียนทั้งหมดนี้ ส่วนใหญ่สูงกว่า ณ ระดับนัยใดหนึ่ง

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

จากการพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบต่าง ๆ ในตาราง 38, 39, 40 และ 41 จะเห็นว่า แบบทดสอบทุกชนิด ล้วนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จากค่าสหสัมพันธ์เหล่านี้ทำให้เห็นแนวโน้มว่า แบบทดสอบทุกชนิดต่างมีองค์ประกอบร่วมกันอยู่ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง ในขั้นนี้จึงทำการวิเคราะห์หาตัวประกอบต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้วิธีเรขาคณิตของเซอร์สโตน วิเคราะห์จากค่าสหสัมพันธ์ (intercorrelation) จากคะแนนของนักเรียนทั้งหมด ดัง แสดงวิธีการและผลวิเคราะห์จากตาราง 72. ถึง 75. ในภาคผนวก ซึ่งได้ตัวประกอบ 4 ตัว กับแสดงน้ำหนักของตัวประกอบทั้ง 4 ที่ปรากฏในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ในตาราง 76. เพื่อสามารถนำน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) แต่ละตัวมาเปรียบเทียบกันได้ และเพื่อให้แปลความหมายได้ง่ายขึ้น จึงต้องทำให้น้ำหนักตัวประกอบเหล่านี้ อยู่ในระบบเดียวกัน คือให้มีจุดศูนย์เดียวกัน โดยการหมุนแกน (Rotation of Axes) ดังแสดงวิธีการและผลวิเคราะห์จากตาราง 77. ถึง 79. ภาคผนวก หลังจากการหมุนแกนแล้ว ก็ได้ค่าน้ำหนักตัวประกอบในแบบทดสอบแต่ละชนิด ดังปรากฏในตาราง 42.

ตาราง 42. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏใน
แบบทดสอบแต่ละชนิดหลังการหมุนแกน

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	ตัวประกอบ 4	h^2
คัดกระดาน	.6775	.3731	.0181	.2202	.6470
เขียนภาพ	.5659	.2428	.2737	.1965	.4927
พิมพ์ภาพ	.6473	.0425	.2520	.0000	.4843
ประกอบภาพ	.7100	.1076	.1138	.2852	.6100
นับรูปเรขาคณิต	.6741	.0000	.2099	.2227	.5480
เขียนภาพ	.7472	.2694	.1053	.0870	.6495
ถอดภาพ	.7309	.3161	.1252	.1213	.6645
หาคำนวณตรงข้าม	.7173	.0903	.0000	.0442	.5246

จากการพิจารณาน้ำหนักของตัวประกอบในตาราง 42. จะเห็นว่า ตัวประกอบที่ 1 มีน้ำหนักมากในแบบทดสอบทุกชนิด นั่นคือ แบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ต่างก็วัดตัวประกอบร่วมกัน ตัวประกอบที่ 1 จึงเป็นมิติสัมพันธ์ ส่วนตัวประกอบที่ 2, ที่ 3 และที่ 4 นั้น มีค่าน้ำหนักตัวประกอบไม่เด่นชัด ดังนั้นแบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์สูงสุด คือแบบทดสอบเขียนภาพ รองลงมาคือ แบบทดสอบถอดภาพ, หาคำนวณตรงข้าม และประกอบภาพ ตามลำดับ ส่วนแบบทดสอบที่มีตัวประกอบมิติสัมพันธ์ต่ำสุด คือแบบทดสอบเขียนภาพ

ค่าน้ำหนักตัวประกอบที่แสดงไว้ในตาราง 42. นั้น หาได้จากการคิดจากคะแนนนักเรียนทั้งหมด เพื่อศึกษาว่าถ้าหากแจกคะแนนออกตามระดับชั้นแล้ว จะปรากฏผลเช่นใดด้วยกันในทุกระดับชั้นหรือไม่ จึงทำการวิเคราะห์ตัวประกอบตามรายชั้น ดังแสดงการวิเคราะห์ตั้งแต่ตาราง 80. ถึง 93 ในภาคผนวก สำหรับชั้น ป.7 วิเคราะห์ได้ 3 ตัวประกอบ ส่วน มศ.3 และ มศ.5 วิเคราะห์ได้เพียง 2 ตัวประกอบ หลังจากการหมุนแกนแล้ว

ปรากฏค่าน้ำหนักตัวประกอบ ดังแสดงไว้ในตาราง 43. ถึง 45. ดังนี้

ตาราง 43. ค่าน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏ

ในแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น ป.7

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	h^2
คัดกระดาะ	.7949	.0478	.1666	.6619
ชอนภาพ	.5263	- .0286	.3617	.4086
หมุนภาพ	.5739	.3252	.0709	.4401
ประกอบภาพ	.5693	.2526	.3317	.4979
นับรูปลูกบาศก์	.5294	.1937	.3362	.4308
ชอนภาพ	.7435	.0992	.1323	.5801
ตอภาพ	.7698	.0000	.2284	.6448
หาจำนวนตรงข้าม	.6277	.3660	.0000	.5280

ตาราง 44. คำนวณหาค่าตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏ
 ในแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสวของนักเรียน
 ชั้น มศ.3

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกระดาะ	.7439	.2725	.6276
ชอนภาพ	.6250	.0000	.3906
หมุนภาพ	.6533	.0199	.4272
ประกอบภาพ	.6671	.4285	.6286
นับรูปสัญลักษณ์	.6533	.2838	.5073
ชอนภาพ	.7116	.1095	.5184
คอบภาพ	.7269	.2330	.5827
หาคำตรงข้าม	.6363	.2349	.4601

ตาราง 45. คำนวณน้ำหนักตัวประกอบ (Factor Loadings) ที่ปรากฏ
 ในแบบทดสอบทั้ง 8 ชนิด ภายหลังจากการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียน
 ชั้น มศ.5

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกระดาก	.5056	.5210	.5271
ข้อภาพ	.6311	.3011	.4890
หมุนภาพ	.6572	.0947	.4409
ประกอบภาพ	.7295	.2732	.6068
นับรูปลูกบาศก์	.7149	.0000	.5111
ข้อภาพ	.6583	.4943	.6777
ข้อภาพ	.5987	.5791	.6938
หาคำนตรงข้าม	.5140	.3794	.4081

จากการแจกคะแนนออกตามชั้น พบว่าจะได้ผลเช่นเดียวกัน กับการรวมคะแนนของ
 คนทั้งหมด นั่นคือ แบบทดสอบทุกชนิดจะมีน้ำหนักตัวประกอบมาก ที่ตัวประกอบที่ 1 จึงเป็น
 ตัวประกอบมิติสัมพันธ์ จะต่างกันที่สัดส่วนน้ำหนักตัวประกอบที่ปรากฏในแต่ละระดับชั้น ดังเช่น
 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ตาราง 43. แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบ มิติสัมพันธ์มากที่สุด
 คือแบบทดสอบคัดกระดาก รองลงมา คือแบบทดสอบ ข้อภาพ ข้อภาพ และหาคำนตรงข้าม
 ตามลำดับ ในชั้น มศ.3 ตาราง 44. แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด
 คือแบบทดสอบ คัดกระดาก รองลงมา คือแบบทดสอบ ข้อภาพ ข้อภาพ และประกอบภาพ
 ตามลำดับ ในชั้น มศ.5 ตาราง 45. แบบทดสอบที่มีน้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์มากที่สุด
 ได้แก่ แบบทดสอบประกอบภาพ รองลงมา คือแบบทดสอบ นับรูปลูกบาศก์ ข้อภาพ และ
 หมุนภาพ ตามลำดับ.

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาว่า แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบแผนภาพ (Spatial Relations) ของเซอร์สโตน ฉบับปรับปรุงใหม่ในปี ค.ศ. 1962 ที่ใช้สำหรับเด็กนักเรียนเกรด 6 ถึงเกรด 12 จะเหมาะสมสำหรับเด็กนักเรียนชั้นตัวประโยคคือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของไทย หรือไม่
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบ (Styles) ต่าง ๆ
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างระดับชั้นและระหว่างเพศ
4. เพื่อหาตัวประกอบในแบบทดสอบแต่ละฉบับ

วิธีการในการ มีดังนี้คือ

1. กลุ่มตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนในเขตจังหวัดพระนคร และธนบุรี เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7, มัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2512 จำนวนทั้งสิ้น 888 คน เป็นนักเรียนชาย 463 คน คิดเป็นร้อยละ 52 เป็นนักเรียนหญิง 425 คน คิดเป็นร้อยละ 48
2. เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ จำนวน 8 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเอง 7 ฉบับ และแบบทดสอบแผนภาพของเซอร์สโตนอีก 1 ฉบับ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเองได้แก่แบบทดสอบ ตัดกระดาษ, ซ่อนภาพ, ประกอบภาพ, นับรูปลูกบาศก์, ซ่อนภาพ, ทอภาพ, หาคำตรงข้าม ทุกฉบับเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบทดสอบซ่อนภาพ มีจำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบนับรูปลูกบาศก์ มีจำนวน 36 ข้อ นอกนั้น

มีจำนวน 30 ข้อ จากการหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรที่ 21 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน พบว่าแบบทดสอบนั้บรรณศาสตร์ มีความเชื่อมั่นสูงสุดคือ .92 และแบบทดสอบประกอบภาพ มีความเชื่อมั่นต่ำสุด คือ .74 ส่วนแบบทดสอบแผนภาพของเซอร์สโตน เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก แต่ละข้ออาจมีคำตอบถูกได้หลายคำตอบ มีจำนวน 30 ข้อ มีคำตอบถูกทั้งหมด 70 คำตอบ มีความเชื่อมั่น .94

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ ได้อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ของ ไอ บี เอ็ม (IBM System/360) คำนวณค่าผลรวมของคะแนน ($\sum X$), ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง ($\sum X^2$), ค่ารายเฉลี่ย, ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ความแปรปรวน, สหสัมพันธ์ (intercorrelation) โดยแจกแจงตามระดับชั้น และตามเพศ ส่วนการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3×2 Factorial Design การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) และการหาค่าความเชื่อมั่น ใช้เครื่องคำนวณ ฟรีเดน (Friden)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างชั้น และระหว่างเพศ

1.1 ความสามารถระหว่างชั้น ป.7, มศ.3 และ มศ.5 โดยรวม ๆ แล้วพบว่า ในแบบทดสอบแผนภาพ และ นั้บรรณศาสตร์ ทุกระดับชั้น มีความสามารถแตกต่างกัน โดยระดับชั้นที่สูงกว่า จะมีความสามารถเหนือกว่าระดับชั้นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในแบบทดสอบ ตั้ดกระดาะ, แผนภาพ, ประกอบภาพ, ขั้ณภาพ, ก่อภาพ และหาตำแหน่งข้าม นั้น เด็กชั้น มศ.5 และ มศ.3 มีความสามารถเหนือกว่า

เด็กชั้น ป.7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างเด็กชั้น มศ.5 และ มศ.3 ต่างก็มีความสามารถปาน ๆ กัน โดยมีแนวโน้มว่า ชั้น มศ.5 จะมีความสามารถเหนือกว่า

1.2 ความสามารถระหว่างเพศ ชาย – หญิง เมื่อรวมทั้ง 3 ระดับชั้น พบว่า นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง ในแบบทดสอบทุกชนิด

1.3 ความสามารถระหว่างระดับชั้นในเพศเดียวกัน

1.3.1 ความสามารถระหว่างระดับชั้นของเพศชาย พบว่าในแบบทดสอบ ขอนภาพ, ประกอบภาพ และซ้อนภาพ นักเรียนชายทุกระดับชั้น มีความสามารถแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนชายที่อยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่า มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนชายที่อยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า สำหรับในแบบทดสอบ หาค้นตรงข้าม และหมุนภาพนั้น นักเรียนชายชั้น มศ.5 และ มศ.3 ต่างก็มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนชายชั้น ป.7 ส่วนนักเรียนชายชั้น มศ.5 กับ มศ.3 มีความสามารถปาน ๆ กัน และสำหรับในแบบทดสอบ ตัดกระดาษ, นับรูปลูกบาศก์ และต่อภาพนั้น นักเรียนชายทุกระดับชั้นมีความสามารถปาน ๆ กัน โดยมีแนวโน้มว่า นักเรียนชายที่อยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่า จะมีความสามารถเหนือกว่า

1.3.2 ความสามารถระหว่างระดับชั้นของเพศหญิง พบว่าในแบบทดสอบ ขอนภาพ, หมุนภาพ, ประกอบภาพ, ซ้อนภาพ และหาค้นตรงข้าม นักเรียนหญิงชั้น มศ.5 และ มศ.3 ต่างก็มีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงชั้น ป.7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนหญิงชั้น มศ.5 และ มศ.3 มีความสามารถปาน ๆ กัน และสำหรับในแบบทดสอบ ตัดกระดาษ, นับรูปลูกบาศก์ และต่อภาพนั้น นักเรียนหญิงในทุกระดับชั้น มีความสามารถปาน ๆ กัน

1.4 ความสามารถระหว่างเพศในแต่ละระดับชั้น พบว่านักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิงในทุกระดับชั้น ในแบบทดสอบ, ประกอบภาพ, ซ้อนภาพ และหมุนภาพ ส่วนในแบบทดสอบหาค้นตรงข้าม นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนหญิง เฉพาะในระดับชั้น มศ.3 และ มศ.5, ในระดับชั้น ป.7 ทั้ง 2 เพศ มีความสามารถปาน ๆ กัน ส่วนในแบบทดสอบซ้อนภาพ นักเรียนชายมีความสามารถเหนือกว่า

นักเรียนหญิง เฉพาะในระดับชั้น ป.7 และ มศ.5 ส่วนในระดับชั้น มศ.3 ทั้ง 2 เพศ มีความสามารถปาน ๆ กัน สำหรับในแบบทดสอบ ตักกระดาษ, นักรูปลูกบาศก์ และต่อภาพ นั้น พบว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความสามารถปาน ๆ กันในทุกระดับชั้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบชนิดต่าง ๆ

แบบทดสอบทุกชนิดต่างสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (intercorrelation) เป็นบวก ไม่ว่าจะแจกคะแนนออกตามระดับชั้นต่าง ๆ หรือคิดรวมทั้งหมด ซึ่งโดยเฉพาะเมื่อคิดรวมทั้งหมด จะได้ค่าสหสัมพันธ์สูงขึ้น คือมีค่าอยู่ระหว่าง .44 ถึง .65

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบ

จากการนำค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบ 8 ชนิด ของนักเรียนทั้ง 3 ระดับชั้น มาวิเคราะห์องค์ประกอบ ได้ตัวประกอบ 4 ตัว ตัวประกอบที่ 1 เป็นตัวประกอบมิติสัมพันธ์ ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบทุกชนิด ในสัดส่วนที่มาก คือระหว่าง .57 ในแบบทดสอบช้อนภาพ จนถึง .75 ในแบบทดสอบต่อภาพ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีตัวประกอบ มิติสัมพันธ์สูงสุด ส่วนตัวประกอบอีก 3 ตัว มีน้ำหนักตัวประกอบของแบบทดสอบแต่ละชนิด ในปริมาณที่น้อย และจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ จากคะแนนนักเรียนเป็นรายชั้น ก็จะได้ ผลคล้ายคลึงกัน คือ แบบทดสอบทุกชนิดจะมีน้ำหนักตัวประกอบที่ 1 ในสัดส่วนที่มาก ด้วยเหตุนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่า แบบทดสอบทุกชนิดเหล่านี้ ต่างก็วัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ด้วยกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ แบบทดสอบทุกฉบับ (Styles) ต่างก็มี น้ำหนักตัวประกอบมิติสัมพันธ์อยู่มาก โดยเฉพาะในแบบทดสอบต่อภาพ, ช้อนภาพ, หาด้าน ตรงข้าม และประกอบภาพ ตามลำดับ ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้าน มิติสัมพันธ์ ก็ควรจะสร้างโดยใช้แบบ (Styles) ดังกล่าวนี้นี้

๒. การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาแก่นักเรียนเฉพาะชั้นตัวประโยค คือชั้น ป. ๗ , มศ. ๓ และ มศ. ๕ ถ้าหากจะมีการศึกษาในลักษณะนี้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้น ป. ๕ ถึงชั้น มศ. ๕ และศึกษาความสามารถตามระดับอายุต่าง ๆ ก็จะทำให้ทราบการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น.

๓. การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบทดสอบมีลักษณะเพียง ๘ แบบเท่านั้น ครั้งต่อไปควรใช้แบบอื่น ๆ ซึ่งมีอีกหลายแบบ เข้าร่วมในการศึกษาด้วย.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จรียา เกียรติบุญโญ, "องค์ประกอบที่สัมพันธ์กับทักษะในการเขียนตัวเลขของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา," ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต,
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511, 78 หน้า.
- ชวาล แพรัตกุล, เทคนิคการวัดผล, พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2508, 452 หน้า.
- พิทร ทองจันทร์, "สมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถทางศิลปะ ของนักเรียน
ระดับประถมศึกษาตอนปลาย," ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร, 2511 126 หน้า.
- ฉ้วน สายยศ, "การค้นหาวัยการณบางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน
วิชาเอกคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา
2510," ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร,
2511, 107 หน้า.
- Ahmann, Stanley J., Testing Student Achievements and Aptitudes, The
Center for Applied Research in Education, Inc., Washington,
DC. 1962, 118 pp.
- Anastasi Anne, Psychological Testing, The Macmillan Company, New York,
1961, 657 pp.
- Baron, Denis; Bernard, Harold W., Evaluation Techniques for Classroom
Teachers., McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1958.
p. 68 - 79.
- Barrett, Gerald V.; Cabe, Patrick A.; Thornton, Carl L., "Relation
Between Hidden Figures Test and Rod and Frame Test Measures
of Perceptual Styles," Educational and Psychological
Measurement, 28 : 551 - 554, 1968.
- Bennet, G.K.; Seashore, H.G.; Wesman, A.G., "The Differential Aptitude
Test an Overview," The Personnel and Guidance Journal,
pp. 81 - 91, October, 1956.

- Bernreuter, R.G.; Coodman, C.H., "A Study of the Thurstone Primary Abilities Test Applied to Freshmen Engineering Students," Journal of Educational Psychology, 32 : 55 - 60, 1941.
- Boersma, Frederic J., "Test - Retest Reliability of the Cf - 1 Hidden Figure Test," Educational and Psychological Measurement, 28 : 555 - 559, Summer, 1968.
- Buros, Oscar Krisen, editor, The Fourth Mental Measurement Yearbook, The Gryphon Press, Highland Park, N.J., 1953, 1255 pp.
-Vocations, pp. 711 - 715.
- Buros, Oscar Krisen, editor, The Fifth Mental Measurement Yearbook, The Gryphon Press, Highland Park, N.J., 1959, 1292 pp.
-Multiple - Aptitude Batteries, p. 508.
- Cronbach, Lee J., Essentials of Psychological Testing, John Weatherhill, Inc., Tokyo, 1966, 650 pp.
- Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, Princeton, New Jersey, Educational Testing Service, 1952, 32 pp.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw - Hill, Inc., 1966, 446 pp.
- French, John W., "The Relationship of Problem - Solving Styles to the Factor Composition of Tests," Educational and Psychological Measurement, 25 : 9 - 28, Spring, 1965.
- Fruchter, Benjamin, "Measurement of Spatial Abilities History and Background," Educational and Psychological Measurement, 14 : 387 - 392, 1954.
- Fruchter, Benjamin, Introduction to Factor Analysis, Affiliated East - West Press Private Ltd., Bombay, 1967, 280 pp.
- Furst, T. Edward, "Validity of Some Objective Scale of Motivation for Predicting Academic Achievement," Educational and Psychological Measurement, 26 : 927 - 933, 1966.
- Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Vakils, Feffer and Simons Private Ltd., Bombay, 1967, 491 pp.
- Gerberich, J. Raymond; Greene, Henry A.; and Jorgensen, Albert N., Measurement and Evaluation in the Modern School, David McKay Company, Inc., New York, 1962, 622 pp.

- Guilford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, Kogakusha Company, Ltd., Tokyo, 1965, 605 pp.
- Guilford, J.P., Psychometric Methods, McGraw - Hill Book Company, Inc., New York, 1954, 597 pp.
- Gulliksen, Harold, Theory of Mental Tests, John Wiley Sons, Inc., New York, 1967, 486 pp.
- Herzberg, Frederick; Lepkin, Milton, "A Study of Sex Difference on the Primary Mental Abilities Test," Educational and Psychological Measurement, 14 : 687 - 689, 1954.
- Hill, John R., "Factor - Analysis Abilities and Success College Mathematics," Educational and Psychological Measurement, 17 : 615 - 622, Winter, 1957.
- Johnes, Charles W.; McMillen, Dan, "Engineering Freshmen Norms for the DAT Mechanical Reasoning and Space Relations Tests Utilizing Fifteen - Minute Time Limits," Educational and Psychological Measurement, 25 : 459 - 464, Summer, 1965.
- Kettner, N.W.; Guilford, J.P.; Christensen, P.R., "A Factor Analytic Investigation of A Factor Called General Reasoning," Educational and Psychological Measurement, 16 : 438 - 453, 1956.
- Michael, William B.; Zimmerman, Wayn S.; Guilford J.P., "An Investigation of two Hypotheses Regarding the Nature of the Spatial Relations and Visualization Factors," Educational and Psychological Measurement, 10 : 187 - 213, 1950.
- Michael, William B.; Zimmerman, Wayn S.; Guilford J.P., "An Investigation of the Nature of the Spatial - Relations and Visualization Factors in two High School Samples," Educational and Psychological Measurement, 11 : 561 - 577, 1951.
- Myers, Charl T., "A Note on A Spatial Relations Pretest and Posttest," Educational and Psychological Measurement, 13 : 596 - 600, 1953.
- Segel, Devid, "The Validity of a Multiple Aptitude Test at the Secondary School Level," Educational and Psychological Measurement, 7 : 695 - 705, 1947.
- Smith, Macfarlane, Spatial Ability, University of London Press, Ltd., 1964, 508 pp.
- Spiegel, Murray R., Theory and Problems of Statistics, Schaum Publishing Co., New York, 1961, 359 pp.

Stoddard, George D., The Meaning of Intelligence, The Macmillan Company, New York, 1955, 420 pp.

Thurstone, L.L., Multiple Factor Analysis, The University of Chicago Press, 1947, 535 pp.

Wellman, F.E., "Differential Prediction of High School Achievement Using Single Score and Multiple Factor Test of Mental Maturity," The Personnel and Guidance Journal, pp. 512 - 517, April, 1957.

Winer, B.J., Statistical Principle in Experimental Design, McGraw - Hill Book Company, New York, 1962, 672 pp.

Wood, Donald A.; Lebold, William K., "Differential and Overall Prediction of Academic Success in Engineering," Educational and Psychological Measurement, 28 : 1223 - 1228, Winter, 1968.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าเฉลี่ย

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

2. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

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

3. การหาค่าความเชื่อมั่น (reliability)

$$r_{tt} = \frac{ns_t^2 - M(n-M)}{s_t^2 (n-1)}$$

4. การหาค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (standard error of measurement)

$$SE_{\text{meas.}} = s_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

5. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

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

6. การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (testing r against the null hypothesis)

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

7. วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance)

ใช้ $p \times q$ Factorial Design - Unequal Cell Frequencies

Source of Variation	df	สูตรสำหรับหาผลรวมของกำลังสอง (Sum of Squares)
A	$p-1$	$\bar{n}_h [(3) - (1)]$
B	$q-1$	$\bar{n}_h [(4) - (1)]$
AB	$(p-1)(q-1)$	$\bar{n}_h [(5) - (3) - (4) + (1)]$
Within cell	$\sum \sum n_{ij} - pq$	$\sum \sum SS_{ij}$

เมื่อ

$$(1) = G^2/pq$$

$$(4) = (\sum B_j^2)/p$$

$$(2) = \sum X^2$$

$$(5) = \sum (\bar{A}B_{1j})^2$$

$$(3) = (\sum A_i^2)/q$$

$$\bar{n}_h = pq / \sum \sum (1/n_{ij})$$

แล้วทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละกลุ่มโดยใช้ q - statistics ของ นิวแมน - คีลส์ (Newman - Keuls Method)

$$q_r = \frac{\bar{T}_j - \bar{T}_{j'}}{\sqrt{MS_{error}/\bar{n}}}$$

8. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

ใช้วิธีเซนทรอยด์ของเทอร์สโตน (Thurstone's Centroid Method)

ภาคผนวก ข.
 1. 2. 3.
 กาศิทธิและขณดพณฐาน.

ตาราง 46. ค่า p , r และ Δ ที่ไดจากการวิเคราะห์ของส้อม ตัดกระดาก,
ประกอบภาพ, ขอนภาพ, หาดานตรงข้าม

ข้อที่	ตัดกระดาก			ประกอบภาพ			ขนภาพ			หาดานตรงข้าม		
	p	r	Δ	p	r	Δ	p	r	Δ	p	r	Δ
1	.83	.36	9.2	.74	.65	10.4	.82	.71	9.4	.77	.61	10.1
2	.81	.72	9.5	.73	.22	10.5	.82	.35	9.4	.77	.36	10.1
3	.81	.72	9.5	.66	.85	11.3	.81	.72	9.5	.75	.63	10.3
4	.79	.21	9.8	.65	.39	11.5	.80	.56	9.7	.75	.63	10.3
5	.79	.21	9.8	.63	.87	11.7	.79	.74	9.7	.72	.56	10.6
6	.77	.36	10.1	.60	.56	11.9	.79	.74	9.7	.72	.56	10.6
7	.77	.61	10.1	.56	.53	12.4	.78	.43	9.9	.71	.69	10.8
8	.77	.61	10.1	.52	.39	12.8	.78	.43	9.9	.69	.32	11.1
9	.77	.61	10.1	.39	.46	14.1	.77	.22	10.0	.69	.49	11.0
10	.66	.65	11.4	.39	.46	14.1	.76	.77	10.1	.68	.63	11.2
11	.63	.42	11.6	.37	.42	14.4	.75	.78	10.3	.68	.63	11.2
12	.62	.70	11.8	.36	.51	14.5	.73	.28	10.5	.66	.54	11.3
13	.60	.56	11.9	.35	.74	14.6	.70	.37	10.9	.63	.35	11.7
14	.59	.64	12.1	.35	.54	14.5	.69	.36	11.0	.62	.70	11.8
15	.58	.74	12.2	.35	.54	14.5	.63	.50	11.7	.62	.70	11.8
16	.58	.51	12.2	.33	.28	14.8	.63	.50	11.7	.61	.45	11.8
17	.56	.53	12.4	.33	.36	14.7	.62	.33	11.8	.60	.41	12.0
18	.54	.35	12.6	.32	.63	14.8	.58	.40	12.2	.59	.33	12.0
19	.53	.67	12.7	.29	.69	15.2	.50	.93	13.0	.57	.37	12.3
20	.50	.63	13.0	.25	.63	15.7	.49	.81	13.1	.54	.43	12.6
21	.46	.35	12.4	.25	.63	15.7	.46	.33	13.4	.53	.85	12.7
22	.45	.50	13.5	.24	.29	15.8	.45	.61	12.5	.52	.73	12.8
23	.45	.50	13.5	.23	.32	15.9	.41	.55	13.9	.51	.74	12.9
24	.44	.40	13.6	.21	.74	16.3	.41	.55	13.9	.50	.63	13.0
25	.42	.74	13.8	.21	.28	16.2	.39	.71	14.1	.48	.60	13.2
26	.41	.58	13.9	.19	.72	16.5	.39	.71	14.1	.47	.67	13.3
27	.40	.60	14.1	.19	.53	16.6	.34	.25	14.6	.46	.43	13.4
28	.40	.60	14.1	.18	.39	16.6	.31	.83	15.0	.41	.58	13.9
29	.39	.78	14.1	.18	.39	16.6	.31	.61	14.9	.28	.29	15.3
30	.37	.77	14.3	.18	.20	16.6	.20	.30	15.5	.28	.25	13.3

ตาราง 47. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ของสอบ ขอนภาพ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.81	.72	9.5	21	.69	.71	11.1
2	.79	.74	9.7	22	.69	.61	11.0
3	.75	.78	10.3	23	.68	.63	11.2
4	.72	.81	10.7	24	.41	.80	13.9
5	.72	.81	10.7	25	.75	.78	10.3
6	.69	.71	11.1	26	.75	.78	10.3
7	.68	.84	11.1	27	.73	.80	10.5
8	.67	.72	11.2	28	.72	.67	10.7
9	.81	.72	9.5	29	.72	.81	10.7
10	.80	.56	9.7	30	.70	.82	10.9
11	.76	.77	10.1	31	.67	.72	11.2
12	.75	.78	10.3	32	.66	.85	11.3
13	.73	.80	10.5	33	.67	.43	11.3
14	.71	.69	10.8	34	.62	.33	11.8
15	.68	.84	11.1	35	.55	.61	12.5
16	.62	.70	11.8	36	.54	.47	12.6
17	.81	.53	9.4	37	.46	.33	13.4
18	.81	.72	9.5	38	.41	.55	13.9
19	.79	.74	9.4	39	.21	.74	16.3
20	.72	.81	10.7	40	.18	.70	16.7

ตาราง 48. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.76	.50	10.2	19	.42	.74	13.8
2	.72	.67	10.7	20	.42	.63	13.8
3	.64	.86	11.6	21	.41	.58	13.9
4	.63	.87	11.7	22	.41	.58	13.9
5	.61	.78	11.9	23	.41	.58	13.9
6	.60	.56	11.9	24	.41	.58	13.9
7	.60	.56	11.9	25	.39	.78	14.1
8	.55	.69	12.5	26	.39	.46	14.1
9	.54	.64	12.5	27	.37	.77	14.3
10	.52	.39	12.8	28	.36	.51	14.4
11	.52	.54	12.8	29	.36	.67	14.5
12	.50	.82	13.0	30	.34	.20	11.7
13	.47	.79	13.3	31	.34	.65	14.6
14	.47	.79	13.3	32	.29	.44	15.2
15	.46	.57	13.4	33	.28	.41	15.4
16	.46	.64	13.5	34	.28	.63	15.3
17	.43	.59	13.2	35	.26	.65	15.6
18	.42	.63	13.8	36	.19	.72	16.5

ตาราง 49. ค่า p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ ต่อภาพ

ข้อ ข้อที่	p	r	Δ	ข้อ ข้อที่	p	r	Δ
1	.79	.74	9.7	16	.50	.54	13.0
2	.78	.43	9.9	17	.50	.68	13.0
3	.76	.77	10.2	18	.50	.95	13.0
4	.75	.49	10.3	19	.49	.81	13.1
5	.75	.49	10.3	20	.46	.33	13.4
6	.75	.49	10.3	21	.44	.76	13.6
7	.72	.80	10.6	22	.42	.25	13.8
8	.70	.37	10.9	23	.42	.40	13.8
9	.68	.60	11.1	24	.42	.40	13.8
10	.64	.65	11.6	25	.41	.55	13.9
11	.62	.33	11.8	26	.39	.71	14.1
12	.60	.69	12.0	27	.37	.50	14.3
13	.55	.61	12.5	28	.35	.66	14.6
14	.55	.61	12.5	29	.35	.66	14.6
15	.55	.61	12.5	30	.31	.61	14.9

ตาราง 50 การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบคัดกรองภาษา

X	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	cp	T
30	1	888	887.5	99.9325	82
29	6	887	884.0	99.5384	76
28	11	881	875.5	98.5813	72
27	26	870	857.0	96.5545	68
26	27	844	830.5	93.5143	65
25	32	817	801.0	90.1926	63
24	45	785	762.5	85.8575	61
23	46	740	717.0	80.7342	59
22	57	694	665.5	74.9353	57
21	53	637	610.5	68.7423	55
20	49	584	559.5	62.9997	53
19	69	535	500.5	56.3563	52
18	48	466	442.0	49.7692	50
17	57	418	389.5	43.8577	48
16	47	361	337.5	38.0025	47
15	43	314	292.5	32.9355	46
14	42	271	250.0	28.1500	44
13	37	229	210.5	23.7023	43
12	50	192	167.0	18.8042	41
11	31	142	126.5	14.2439	39
10	23	111	99.5	11.2037	38
9	16	88	80.0	9.0080	37
8	24	72	60.0	6.7560	35
7	17	48	39.5	4.4477	33
6	7	31	27.5	3.0965	31
5	13	24	17.5	1.9705	29
4	8	11	7.0	.7882	26
3	.	3	3.0	.3378	23
2	2	3	2.0	.2252	22
1	1	1	.5	.0563	17

ตาราง 51. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบคุณภาพ

X	f	cf	cf + $\frac{1}{2}f$	cp	T
40	26	888	875.0	98.5250	72
39	11	862	856.5	96.4419	68
38	15	851	843.5	94.9781	66
37	14	836	829.0	93.3454	65
36	14	822	815.0	91.7690	64
35	15	808	800.5	90.1363	63
34	18	793	784.0	88.2784	62
33	19	775	765.5	86.1953	61
32	14	756	749.0	84.3374	60
31	20	742	732.0	82.4232	59
30	22	722	711.0	80.0586	59
29	15	700	692.5	77.9755	58
28	24	685	673.0	75.7798	57
27	30	661	646.0	72.7396	56
26	34	631	614.0	69.1364	55
25	26	597	584.0	65.7584	54
24	23	571	559.5	62.9997	53
23	35	548	530.5	59.7343	52
22	23	513	501.5	56.4689	52
21	36	490	472.0	53.1472	51
20	39	454	434.5	48.9247	50
19	39	415	395.5	44.5333	49
18	36	376	358.0	40.3108	48
17	42	340	319.0	35.9194	46
16	55	298	270.5	30.4583	45
15	44	243	221.0	24.8846	43
14	34	199	182.0	20.4932	42
13	33	165	148.5	16.7211	41
12	37	132	113.5	12.7801	39
11	30	95	80.0	9.0080	37

ตาราง 51. (ต่อ) การแจกแจงความถี่ เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบคุณภาพ

X	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	cp	T
10	16	65	57.0	6.4182	35
9	15	49	41.5	4.6729	33
8	16	34	26.0	2.9276	31
7	8	18	14.0	1.5764	28
6	4	10	8.0	.9008	26
5	2	6	5.0	.5630	25
4	2	4	3.0	.3378	23
3	1	2	1.5	.1689	21
2	•	1	1.0	.1126	20
1	1	1	.5	.0563	17

ตาราง 52. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบพัฒนาภาพ

X	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	c_p	T
70	1	888	887.5	99.9325	81
69	.	887	887.0	99.8762	80
68	.	887	887.0	99.8762	80
67	.	887	887.0	99.8762	80
66	2	887	886.0	99.7636	78
65	.	885	885.0	99.6510	77
64	2	885	884.0	99.5384	76
63	1	883	882.5	99.3695	75
62	1	882	881.5	99.2569	74
61	3	881	879.5	99.0317	73
60	2	878	877.0	98.7502	72
59	1	876	875.5	98.5813	72
58	1	875	874.5	98.4687	72
57	3	874	872.5	98.2435	71
56	2	871	870.0	97.9620	70
55	.	869	869.0	97.8494	70
54	4	869	867.0	97.6242	70
53	3	865	863.5	97.2301	69
52	4	862	860.0	96.8360	69
51	4	858	856.0	96.3856	68
50	4	854	852.0	95.9352	67
49	5	850	847.5	95.4285	67
48	8	845	841.0	94.6966	66
47	5	837	834.5	93.9647	66
46	7	832	828.5	93.2391	65
45	5	825	822.5	92.6125	64
44	3	820	818.5	92.1631	64
43	17	817	808.5	91.0371	64
42	10	800	795.0	89.5170	63
41	12	790	784.0	88.2784	62
40	8	778	774.0	87.1524	61
39	5	770	767.5	86.4205	61
38	11	765	759.5	85.5197	61
37	5	754	751.5	84.6189	60
36	10	749	744.0	83.7744	60

ตาราง 52. (ต่อ) การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T-ปกติ
ของแบบทดสอบพหุนิพพาน

X	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	cp	T
35	10	739	734.0	82.6484	59
34	12	729	723.0	81.4098	59
33	8	717	713.0	80.2838	59
32	15	709	701.5	78.9889	58
31	21	694	683.5	76.9621	57
30	22	673	662.0	74.5412	57
29	18	651	642.0	72.2892	56
28	25	633	620.5	69.8683	55
27	20	608	598.0	67.3348	54
26	14	588	581.0	65.4206	54
25	35	574	556.5	62.6619	53
24	17	539	530.5	59.7343	52
23	25	522	509.5	57.3697	52
22	27	497	483.5	54.4421	51
21	23	470	458.5	51.6271	50
20	35	447	429.5	48.3617	50
19	23	412	400.5	45.0963	49
18	30	389	374.0	42.1124	48
17	26	359	346.0	38.9596	47
16	26	333	320.0	36.0320	46
15	20	307	297.0	33.4422	46
14	18	287	278.0	31.3028	45
13	20	269	259.0	29.1634	45
12	28	249	235.0	26.4610	44
11	17	221	212.5	23.9275	43
10	20	204	194.0	21.8444	42
9	26	184	171.0	19.2546	41
8	13	158	151.5	17.0589	40
7	14	145	138.0	15.5388	40
6	14	131	124.0	13.9624	39
5	15	117	109.5	12.3297	38
4	21	102	91.5	10.3029	37
3	8	81	77.0	8.6702	36
2	12	73	67.0	7.5442	36
1	13	61	54.5	6.1367	35
0	48	48	24.0	2.7024	31

ตาราง 53. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบประกอบภาพ

X	f	cf	cf + $\frac{1}{2}f$	cp	T
30	.	.	.	.	.
29	.	.	.	.	.
28	1	688	887.5	99.9325	82
27	1	887	886.5	99.8199	79
26	6	886	883.0	99.4258	75
25	6	880	877.0	98.7502	72
24	8	874	870.0	97.9620	70
23	11	866	860.5	96.8923	69
22	15	855	847.5	95.4285	67
21	17	840	831.5	93.6269	65
20	22	823	812.0	91.4312	64
19	30	801	786.0	88.5036	62
18	34	771	754.0	84.9004	60
17	41	737	716.5	80.6779	59
16	33	696	679.5	76.5117	57
15	57	663	634.5	71.4447	56
14	60	606	576.0	64.8576	54
13	57	546	517.5	58.2705	52
12	63	489	457.5	51.5145	50
11	59	426	396.5	44.6459	49
10	67	367	333.5	37.5521	47
9	76	300	262.0	29.5012	45
8	79	224	184.5	20.7747	42
7	58	145	116.0	13.0616	39
6	39	87	67.5	7.6005	36
5	27	48	34.5	3.8647	32
4	13	21	14.5	1.6327	29
3	5	8	5.5	.6193	25
2	3	3	1.5	.1689	21

ตาราง 54. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบนี้รูปลูกบาศก์

X	f	cf	cf + $\frac{1}{2}f$	cp	T
36	5	888	885.5	99.7073	78
35	25	883	870.5	98.0183	71
34	23	858	846.5	95.3159	67
33	31	835	819.5	92.2757	64
32	28	804	790.0	88.9540	62
31	45	776	753.5	84.8441	60
30	41	731	710.5	80.0023	58
29	36	690	672.0	75.6672	57
28	47	654	630.5	70.9943	56
27	38	607	588.0	66.2088	54
26	37	569	550.5	61.9863	53
25	40	532	512.0	57.6512	52
24	28	492	478.0	53.8228	51
23	31	464	448.5	50.5011	50
22	35	433	415.5	46.7853	49
21	31	398	382.5	43.0695	48
20	26	367	354.0	39.8604	47
19	19	341	331.5	37.3269	47
18	16	322	314.0	35.3564	46
17	28	306	292.0	32.8792	46
16	22	278	267.0	30.0642	45
15	19	256	246.5	27.7559	44
14	25	237	224.5	25.2787	43
13	23	212	200.5	22.5763	43
12	8	189	185.0	20.8310	42
11	9	181	186.5	19.8739	42
10	18	172	163.0	18.3538	41
9	21	154	143.5	16.1581	40
8	28	133	119.0	13.3994	39
7	32	105	89.0	10.0214	37
6	23	73	61.5	6.9249	35
5	24	50	38.0	4.2788	33
4	13	26	19.5	2.1957	30
3	10	13	8.0	.9008	26
2	3	3	1.5	.1689	21

ตาราง 55. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบชอนภาพ

X	f	cf	cf + $\frac{1}{2}f$	cp	T
30	4	888	886.0	99.7636	78
29	8	894	890.0	99.0880	74
28	8	876	872.0	98.1872	71
27	15	868	860.5	96.8923	68
26	34	853	836.0	94.1336	66
25	28	819	805.0	90.6430	63
24	34	791	774.0	87.1524	61
23	37	757	738.5	85.1551	60
22	51	720	694.5	78.2007	58
21	53	669	642.5	72.3455	56
20	63	616	584.5	65.8147	54
19	74	553	516.0	58.1016	52
18	69	479	444.5	50.0507	50
17	58	410	381.0	42.9006	48
16	53	352	325.5	36.6513	47
15	56	299	271.0	30.5146	45
14	49	243	218.5	24.6031	43
13	37	194	175.5	19.7613	41
12	39	157	137.5	15.4825	40
11	29	118	103.5	11.6541	38
10	26	89	76.0	8.5576	36
9	20	63	53.0	5.9678	34
8	19	43	33.5	3.7721	32
7	9	24	19.5	2.1957	30
6	4	15	13.0	1.4638	28
5	4	11	9.0	1.0134	27
4	4	7	5.0	.5630	25
3	2	3	2.0	.2252	22
2	.	1	1.0	.1126	19
1	1	1	.5	.0563	17

ตาราง 56. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบคุณภาพ

X	f	cf	cf + $\frac{1}{2}f$	cp	T
30	.		.	.	.
29	9	888	883.5	99.4821	75
28	12	879	873.0	98.2998	71
27	6	867	864.0	97.2864	69
26	22	861	850.0	95.7100	67
25	16	839	831.0	93.5706	65
24	41	823	802.5	90.3615	63
23	34	782	765.0	86.1390	61
22	46	748	725.0	81.6350	59
21	38	702	683.0	76.9058	57
20	49	664	639.5	72.0077	56
19	33	615	598.5	67.3911	55
18	47	582	558.5	62.8871	53
17	58	535	506.0	56.9756	52
16	54	477	450.0	50.6700	50
15	51	423	397.5	44.7585	49
14	48	372	348.0	39.1848	47
13	46	324	301.0	33.8926	46
12	51	278	252.5	28.4315	44
11	42	227	206.0	23.1956	43
10	45	185	162.5	18.2975	41
9	36	140	122.0	13.7572	39
8	35	104	86.5	9.7399	37
7	23	69	57.5	6.4745	35
6	10	46	41.0	4.6166	33
5	11	36	30.5	3.4343	32
4	18	25	16.0	1.8016	29
3	4	7	5.0	.5630	25
2	2	3	2.0	.2252	22
1	.	1	1.0	.1126	19
0	1	1	.5	.0563	17

ตาราง 57. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ปกติ
ของแบบทดสอบหาความทรงจำ

X	f	cf	$cf + \frac{1}{2}f$	cp	T
30	5	883	885.5	99.7073	78
29	20	883	873.0	98.2998	71
28	33	863	846.5	95.3159	67
27	51	830	804.5	90.5867	63
26	66	779	746.0	83.9996	60
25	55	713	685.5	77.1873	58
24	50	658	633.0	71.2758	56
23	51	608	582.5	65.5895	54
22	52	557	531.0	59.7906	52
21	48	505	481.0	54.1606	51
20	41	457	436.5	49.1499	50
19	49	416	391.5	44.0829	48
18	32	367	351.0	39.5226	47
17	27	335	321.5	36.2009	46
16	30	308	293.0	32.9918	46
15	31	278	262.5	29.5575	45
14	24	247	235.0	26.4610	44
13	33	223	206.5	23.2519	43
12	24	190	178.0	20.0428	41
11	29	166	151.5	17.0589	40
10	26	137	124.0	13.9624	39
9	19	111	101.5	11.4289	38
8	22	92	81.0	9.1206	37
7	17	70	61.5	6.9249	35
6	21	53	42.5	4.7855	33
5	16	32	24.0	2.7024	31
4	8	16	12.0	1.3512	28
3	4	8	6.0	.6756	25
2	3	4	2.5	.2815	22
1	1	1	.5	.0563	17

ตาราง 58. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7

จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	ชาย		หญิง		รวม	
	ΣX	ΣX^2	ΣX	ΣX^2	ΣX	ΣX^2
X_1	2878	54600	1789	29539	4667	84139
X_2	3304	74652	2000	35310	5304	103962
X_3	3379	103497	1520	36658	4899	115155
X_4	1883	23583	1139	11679	3022	35262
X_5	3171	71395	1686	30112	4857	101507
X_6	2612	44410	1697	25499	4309	69909
X_7	2525	42489	1371	17503	3896	59992
X_8	2811	54865	1948	35428	4759	90293

ตาราง 59. ค่า ΣX , ΣX^2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	ชาย		หญิง		รวม	
	ΣX	ΣX^2	ΣX	ΣX^2	ΣX	ΣX^2
X_1	2709	55395	2918	55568	5627	110963
X_2	3225	83419	3495	82079	6720	165498
X_3	4270	152434	3195	78731	7465	231165
X_4	2070	33706	2032	27538	4102	61244
X_5	3584	97142	3404	83300	6988	180442
X_6	2813	58173	3101	60933	5914	119106
X_7	2689	54747	2563	44291	5252	99038
X_8	3020	69202	3108	65328	6128	134530

ตาราง 60. ค่า Σx , Σx^2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	ชาย		หญิง		รวม	
	Σx	Σx^2	Σx	Σx^2	Σx	Σx^2
x_1	2914	61750	2373	46495	5287	108245
x_2	4379	139165	2848	70376	7227	209541
x_3	4813	183699	2304	56530	7117	240229
x_4	2446	44064	1445	18403	3891	62467
x_5	4138	120720	2843	71757	6981	192477
x_6	3170	70702	2331	43861	5501	114563
x_7	2932	61866	2057	36151	4989	98017
x_8	3361	80005	2485	52523	5846	132528

ตาราง 61. ค่า Σx , Σx^2 ของนักเรียนชั้น ป.7 , มศ.3 , มศ.5 รวม
จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	ชาย		หญิง		รวม	
	Σx	Σx^2	Σx	Σx^2	Σx	Σx^2
x_1	8501	171745	7080	131602	15581	303347
x_2	10908	297236	8343	187765	19251	485001
x_3	12462	444630	7019	171919	19481	616549
x_4	6399	101353	4616	57620	11015	158973
x_5	10893	289257	7933	185169	18826	474426
x_6	8595	173285	7129	130293	15724	303578
x_7	8146	159102	5991	97945	14137	257047
x_8	9192	204072	7541	253279	16733	357351

ตาราง 62. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		59660	64132	33702	57348	47231	46069	51179
X_2			71615	33696	65939	53539	52447	57432
X_3				41507	70915	57483	56141	61692
X_4					37544	30476	29561	33216
X_5						51913	50761	56591
X_6							41619	46126
X_7								44784
X_8								

ตาราง 63. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		29692	24947	17523	25924	25951	21546	30587
X_2			26471	13618	27546	27919	22662	32140
X_3				15504	23202	23110	19596	20271
X_4					16467	16161	13354	10810
X_5						24468	19364	20281
X_6							19619	20197
X_7								22679
X_8								

ตาราง 64. ค่า ΣXY ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		89352	89079	51225	83772	73182	67615	81266
X_2			98086	57314	93535	81453	75109	89572
X_3				57011	94117	80598	75737	92963
X_4					54011	46637	42915	52026
X_5						76386	70625	34872
X_6							61268	74323
X_7								67463
X_8								

ตาราง 65. ค่า ΣXY ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		64066	85085	41631	70458	55021	53586	39433
X_2			103141	49312	84322	65851	63446	70399
X_3				65394	112124	87485	84311	93553
X_4					54279	42331	41214	45313
X_5						72608	70065	70042
X_6							54870	61293
X_7								59162
X_8								

ตาราง 66. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		63970	60141	37626	63999	56569	47377	57128
X_2			71019	44220	75206	66772	56532	68285
X_3				41710	71801	62012	53063	65014
X_4					44976	39050	33110	40217
X_5						66117	56032	60406
X_6							49452	60021
X_7								50378
X_8								

ตาราง 67. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		128036	145226	79307	134457	111590	100903	110611
X_2			174160	93532	159528	132623	119978	139184
X_3				107304	183925	150297	137374	157572
X_4					99255	81431	74324	85835
X_5						133725	126097	146308
X_6							104302	121319
X_7								109540
X_8								

ตาราง 68. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ชาย จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		80963	98267	50075	82906	64341	59960	67594
X_2			145440	74533	124333	96045	88927	100885
X_3				81546	138065	105875	98963	110329
X_4					70353	53800	49925	56750
X_5						89792	83334	94750
X_6							64488	73216
X_7								68131
X_8								

ตาราง 69. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หญิง จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		54279	44055	27660	53230	43905	39602	46449
X_2			54027	33470	64259	52927	47574	56447
X_3				27564	55513	43554	39374	46721
X_4					33411	27181	24472	29355
X_5						52485	46664	55874
X_6							38727	45889
X_7								41159
X_8								

ตาราง 70. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวม จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		143242	142322	77735	136216	108246	99562	144043
X_2			199467	108003	188592	148972	136501	157352
X_3				109110	193578	149429	138337	157050
X_4					103764	80981	74397	86105
X_5						142277	129998	150624
X_6							103215	119105
X_7								109290
X_8								

ตาราง 71. ค่า $\sum XY$ ของนักเรียนชั้น ป.7, มศ.3, มศ.5 รวม
จากแบบทดสอบ 8 ชนิด

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
X_1		360630	376627	208267	354445	293018	268140	311920
X_2			471713	258849	441655	363053	331588	386088
X_3				273425	471620	380324	351443	407385
X_4					257030	209049	191636	223966
X_5						357388	326720	382004
X_6							268785	314747
X_7								286293
X_8								

ตาราง 72. กา Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid

Loadings ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน.

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Σt_{j1}
X_1	(.6489)	.5074	.4623	.5796	.5075	.6237	.6489	.5161	4.4944
X_2	.5074	(.5398)	.4365	.5158	.4694	.5374	.5398	.4374	3.9835
X_3	.4623	.4365	(.5310)	.4888	.4908	.5127	.5310	.4518	3.9049
X_4	.5796	.5158	.4888	(.6089)	.5728	.5908	.6089	.5352	4.5008
X_5	.5075	.4694	.4908	.5728	(.5728)	.5519	.5500	.4841	4.1993
X_6	.6237	.5374	.5127	.5908	.5519	(.6507)	.6507	.5674	4.6853
X_7	.6489	.5398	.5310	.6089	.5500	.6507	(.6507)	.5427	4.7227
X_8	.5161	.4374	.4518	.5352	.4841	.5674	.5427	(.5674)	4.1021
Σt_{j1}	4.4944	3.9835	3.9049	4.5008	4.1993	4.6853	4.7227	4.1021	$T_1 = 34.5930$
a_{j1}	.7640	.6772	.6638	.7651	.7139	.7965	.8029	.6974	$1/\sqrt{T_1} = .1700$

ตาราง 73. ก. First Residuals และการคำนวณ Second Centroid Loadings
ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน.

แบบทดสอบ	X ₁	X ₂	*X ₃	*X ₄	*X ₅	X ₆	X ₇	*X ₈	Σo
X ₁	.0448 (.0652)	-.0100 .0349 (.0812)	±.0448 (.0904)	±.0049	±.0379	.0152	.0355	±.0167	.0016
X ₂	-.0100		±.0130	±.0023	±.0141	-.0020	-.0039	±.0349	.0010
*X ₃	±.0448	±.0150		±.0191	±.0169	±.0160	±.0020	±.0111	.0013
*X ₄	±.0049	±.0023	±.0191		±.0266 (.0235)	±.0186	±.0054	±.0016	.0014
*X ₅	±.0379	±.0141	±.0169	±.0266		±.0167	±.0232	±.0138	.0009
X ₆	.0152	-.0020	±.0160	±.0186	±.0167		.0112	±.0119	.0013
X ₇	.0355	-.0039	±.0020	±.0054	±.0232	.0112 (.0163)	.0355 (.0061)	±.0172	.0011
*X ₈ /	±.0167	±.0349	±.0111	±.0016	±.0138	±.0119	±.0172	.0349 (.0810)	.0008
Σo	.0016	.0010	.0013	.0014	.0009	.0013	.0011	.0008	
Σ _{j2}	-.0636	-.0802	-.0891	-.0221	-.0622	-.0150	-.0050	-.0802	-.4174
Column X ₃	.0260	-.0542	.0891	.0161	-.0960	.0170	-.0010	-.0580	-.0610
X ₅	.1018	-.0260	.0229	-.0371	.0960	.0504	.0454	-.0304	.3230
X ₄	.1116	-.0214	.0847	.0371	.1492	.0876	.0562	-.0336	.4714
X ₈	.1450	.0434	.0625	.0403	.1216	.0638	.0906	.0336	.6058
Σt _{j2}	.1898	.0833	.1073	.0669	.1595	.0824	.1261	.0685	.8838 = T ₂
a _{j2}	.2019	.0686	.1141	.0712	.1697	.0876	.1341	.0729	$\frac{1}{\sqrt{T_2}} = 1.0637$

ตาราง 74. ค่า Second Residuals และการคำนวณ Third Centroid Loadings

รวมแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 888 คน.

แบบทดสอบ	* X_1	X_2	* X_3	X_4	* X_5	* X_6	* X_7	X_8	Σo
* X_1	$\pm .0279$ (.0040)	$\pm .0279$	$\pm .0218$	$\pm .0095$	$\pm .0036$	$\pm .0025$	$\pm .0084$	$\pm .0020$	.0000
X_2	$\pm .0279$	$\pm .0279$ (.0271)	$\pm .0029$	$\pm .0040$	$\pm .0009$	$\pm .0098$	$\pm .0158$	.0284	.0000
* X_3	$\pm .0216$	$\pm .0029$	$\pm .0272$ (.0318)	$\pm .0272$	$\pm .0025$	$\pm .0060$	$\pm .0133$	$\pm .0194$	.0001
X_4	$\pm .0095$	$\pm .0040$	$\pm .0272$	$\pm .0272$ (.0215)	$\pm .0145$	$\pm .0124$	$\pm .0041$	$\pm .0056$	.0000
* X_5	$\pm .0036$	$\pm .0009$	$\pm .0029$	$\pm .0145$	$\pm .0262$ (.0091)	$\pm .0013$	$\pm .0004$	$\pm .0262$	-.0002
* X_6	$\pm .0025$	$\pm .0098$	$\pm .0060$	$\pm .0124$	$\pm .0018$	$\pm .0183$ (.0109)	$\pm .0005$	$\pm .0103$	.0000
* X_7	$\pm .0034$	$\pm .0158$	$\pm .0133$	$\pm .0041$	$\pm .0004$	$\pm .0005$	$\pm .0153$ (.0175)	$\pm .0074$	.0000
X_8	$\pm .0020$	.0234	$\pm .0194$	$\pm .0036$	$\pm .0262$	$\pm .0183$	.0074	$\pm .0296$	.0000
Σo	.0000	.0000	.0001	.0000	-.0002	.0000	.0000	.0000	
$\Sigma j3$	-.0040	-.0271	-.0317	-.0215	-.0093	-.0109	-.0175	-.0296	-.1516
Column. X_3	-.0476	-.0329	.0317	.0329	-.0043	-.0229	.0091	.0092	-.0248
X_1	.0476	.0229	.0753	.0519	-.0115	-.0179	-.0077	.0352	.1658
X_6	.0426	.0425	.0873	.0271	-.0151	.0179	-.0067	.0418	.2374
X_5	.0498	.0443	.0023	-.0019	.0151	.0215	-.0075	.0942	.2978
X_7	.0666	.0759	.0557	.0063	.0159	.0205	.0075	.0794	.3278
Σt_{j3}	.0945	.1043	.0829	.0335	.0421	.0388	.0233	.1078	.5272 = T_3
a_{j3}	.1302	.1436	.1142	.0461	.0580	.0534	.0321	.1485	$\frac{1}{\sqrt{T_3}} = 1.3772$

ตาราง 75. ค่า Third Residuals และการคำนวณ Fourth Centroid Loadings
ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากข้อมูลทางเพศ 868 คน

แบบทดสอบ	* X_1	X_2	* X_3	* X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Σ^o
* X_1	$\begin{smallmatrix} .0213 \\ (.0109) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0092 \\ .0193 \\ (.0078) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0069 \\ .0193 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0035 \\ .0106 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0040 \\ .0074 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0095 \\ .0021 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0042 \\ .0112 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0213 \\ .0071 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ .0001 \end{smallmatrix}$
X_2	$\begin{smallmatrix} \mp .0092 \\ \pm .0069 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0193 \\ (.0078) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0193 \\ (.0219) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0106 \\ .0219 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0074 \\ .0091 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0001 \\ .0149 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0170 \\ .0026 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0024 \\ .0104 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ .0000 \end{smallmatrix}$
* X_3	$\begin{smallmatrix} \pm .0069 \\ \pm .0035 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0193 \\ .0106 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0219 \\ (.0142) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0219 \\ (.0251) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0172 \\ (.0176) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0149 \\ (.0154) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0026 \\ .0170 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0176 \\ .0122 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
* X_4	$\begin{smallmatrix} \pm .0040 \\ \pm .0095 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0074 \\ .0021 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0091 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0172 \\ .0149 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0028 \\ .0013 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0228 \\ (.0154) \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0015 \\ .0022 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0176 \\ .0104 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
X_5	$\begin{smallmatrix} \pm .0095 \\ \mp .0042 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0021 \\ .0112 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0001 \\ .0170 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0149 \\ .0026 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0013 \\ .0015 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0154 \\ .0022 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0022 \\ .0170 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0104 \\ .0122 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
X_6	$\begin{smallmatrix} \pm .0095 \\ \mp .0042 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0021 \\ .0112 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0001 \\ .0170 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0149 \\ .0026 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0013 \\ .0015 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0154 \\ .0022 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0022 \\ .0170 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0104 \\ .0122 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
X_7	$\begin{smallmatrix} \pm .0042 \\ \pm .0213 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0112 \\ .0071 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0170 \\ .0024 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0026 \\ .0104 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0015 \\ .0176 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0022 \\ .0104 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0170 \\ .0148 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0122 \\ .0213 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
X_8	$\begin{smallmatrix} \pm .0213 \\ \pm .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0071 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0024 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \pm .0104 \\ .0000 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0176 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0104 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} \mp .0122 \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} (.0053) \\ .0001 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0001 \end{smallmatrix}$
Σ^o	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0110 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0001 \\ -.0077 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0143 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0000 \\ -.0251 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0229 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0155 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0149 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.0064 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0001 \\ -.1178 \end{smallmatrix}$
Σt_{j4}	$\begin{smallmatrix} -.0180 \\ -.0318 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0135 \\ .0521 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0581 \\ .0581 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0251 \\ .0639 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0115 \\ .0297 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0143 \\ .0145 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0201 \\ .0139 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0144 \\ .0096 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0174 \\ .2150 \end{smallmatrix}$
Column X_4	$\begin{smallmatrix} -.0180 \\ -.0318 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0135 \\ .0521 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0581 \\ .0581 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0251 \\ .0639 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0115 \\ .0297 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0143 \\ .0145 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0201 \\ .0139 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0144 \\ .0096 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -.0174 \\ .2150 \end{smallmatrix}$
X_3	$\begin{smallmatrix} -.0318 \\ .0318 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0521 \\ .0337 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0581 \\ .0719 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0639 \\ .0759 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0297 \\ .0377 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0145 \\ .0335 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0139 \\ .0055 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0096 \\ .0522 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .2150 \\ .3422 \end{smallmatrix}$
X_1	$\begin{smallmatrix} .0318 \\ .0531 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0337 \\ .0530 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0719 \\ .0938 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0759 \\ .0931 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0377 \\ .0553 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0335 \\ .0484 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0055 \\ .0225 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0522 \\ .0735 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .3422 \\ T_4 = .4927 \end{smallmatrix}$
Σt_{j4}	$\begin{smallmatrix} .0531 \\ .0757 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0530 \\ .0755 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0938 \\ .0936 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0931 \\ .1326 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0553 \\ .0788 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0484 \\ .0690 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0225 \\ .0321 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0735 \\ .1047 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} T_4 = .4927 \\ \frac{1}{N} = 1.4247 \end{smallmatrix}$
a_{j4}	$\begin{smallmatrix} .0757 \\ .0531 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0755 \\ .0530 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0936 \\ .0938 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .1326 \\ .0931 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0788 \\ .0553 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0690 \\ .0484 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .0321 \\ .0225 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} .1047 \\ .0735 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 1.4247 \\ T_4 \end{smallmatrix}$

ตาราง 76. น้ำหนักตัวประกอบทั้ง 4 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด
ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียน 888 คน

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	ตัวประกอบ 4	h^2
คัดกระดาก	.7640	.2019	-.1302	.0757	.6471
ซอนภาพ	.6772	.0886	.1436	.0755	.4928
หมุนภาพ	.6638	-.1141	.1142	-.1336	.4845
ประกอบภาพ	.7651	-.0712	-.0461	.1326	.6102
นับรูปสัญลักษณ์	.7139	-.1697	.0580	.0788	.5480
ซอนภาพ	.7965	.0876	-.0534	-.0690	.6497
ตอภาพ	.8029	.1341	-.0321	-.0321	.6647
หาคานตรงข้าม	.6974	-.0724	-.1485	-.1047	.5247

ตาราง 77. การหมุนแกนครั้งที่ 1 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 3 และ 4 คงที่

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	ตัวประกอบ 4	h^2
คัดกระดาก	.6965	.3731	-.1302	.0757	.6470
ซอนภาพ	.6383	.2428	.1436	.0755	.4927
หมุนภาพ	.6721	.0425	.1142	-.1336	.4844
ประกอบภาพ	.7608	.1076	-.0461	.1326	.6101
นับรูปสัญลักษณ์	.7338	.0000	.0580	.0788	.5480
ซอนภาพ	.7546	.2694	-.0534	-.0690	.6496
ตอภาพ	.7501	.3161	-.0321	-.0321	.6646
หาคานตรงข้าม	.6953	.0903	-.1485	-.1047	.5246

ตาราง 78. การหมุนแกนครั้งที่ 2 โดยให้หน้าหนักตัวประกอบที่ 2 และ 4 คงที่

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	ตัวประกอบ 4	h^2
ตัดกระดาษ	.7083	.3731	.0181	.0757	.6470
ชอนภาพ	.5942	.2428	.2737	.0755	.4926
หมุนภาพ	.6334	.0425	.2520	-.1336	.4844
ประกอบภาพ	.7536	.1076	.1138	.1326	.6100
นับรูปลูกบาศก์	.7055	.0000	.2099	.0788	.5480
ชอนภาพ	.7491	.2694	.1053	-.0690	.6496
ต่อภาพ	.7402	.3161	.1252	-.0321	.6645
หาคานตรงข้าม	.7110	.0903	.0000	-.1047	.5246

ตาราง 79. การหมุนแกนครั้งที่ 3 โดยให้ตัวประกอบที่ 2 และ 3 คงที่

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	ตัวประกอบ 4	h^2
ตัดกระดาษ	.6775	.3731	.0181	.2202	.6470
ชอนภาพ	.5659	.2428	.2737	.1965	.4927
หมุนภาพ	.6473	.0425	.2520	.0000	.4845
ประกอบภาพ	.7100	.1076	.1138	.2852	.6100
นับรูปลูกบาศก์	.6741	.0000	.2099	.2227	.5480
ชอนภาพ	.7472	.2694	.1053	.0870	.6495
ต่อภาพ	.7309	.3161	.1252	.1213	.6645
หาคานตรงข้าม	.7173	.0903	.0000	.0442	.5246

ตาราง 80. ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings

ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน

แบบทดสอบ	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Σt_{j1}
X ₁	(.6527)	.4681	.4588	.5353	.4824	.6123	.6527	.5266	4.3889
X ₂	.4681	(.4754)	.3384	.4034	.3705	.4245	.4754	.3133	3.2690
X ₃	.4588	.3384	(.4813)	.4204	.3715	.4366	.4798	.4813	3.4681
X ₄	.5353	.4034	.4204	(.5353)	.4599	.4835	.5169	.4527	3.8074
X ₅	.4824	.3705	.3715	.4599	(.4935)	.4633	.4935	.4002	3.5348
X ₆	.6123	.4245	.4366	.4835	.4633	(.6123)	.5853	.5181	4.1359
X ₇	.6527	.4754	.4798	.5169	.4935	.5853	(.6527)	.4509	4.3072
X ₈	.5266	.3133	.4813	.4527	.4002	.5181	.4509	(.5266)	3.6697
Σt_{j1}	4.3889	3.2690	3.4681	3.8074	3.5348	4.1359	4.3072	3.6697	$T_1 = 30.5810$
a_{j1}	.7935	.5910	.6270	.6884	.6391	.7478	.7787	.6635	$1/\sqrt{T_1} = .1808$

ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน

แบบทดสอบ	* X_1	* X_2	X_3	X_4	X_5	* X_6	* X_7	X_8	$\Sigma \circ$
* X_1	$\begin{matrix} .0387 \\ (.0231) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0009 \\ \pm .0788 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0387 \\ \pm .0322 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0034 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0243 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0189 \\ \pm .0174 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0348 \\ \pm .0152 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0001 \\ \pm .0788 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0021 \\ .0014 \end{matrix}$
* X_2	$\begin{matrix} \pm .0009 \\ \pm .0387 \end{matrix}$	$\begin{matrix} (.1261) \\ \pm .0322 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ (.0882) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
X_3	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0243 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0034 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0112 \\ - .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
X_4	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0243 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0034 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0112 \\ - .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
X_5	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0243 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0034 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0112 \\ - .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
* X_6	$\begin{matrix} \pm .0189 \\ \pm .0174 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0243 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0034 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0189 \\ \pm .0174 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0348 \\ \pm .0152 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0001 \\ \pm .0788 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0021 \\ .0014 \end{matrix}$
* X_7	$\begin{matrix} \pm .0387 \\ \pm .0322 \end{matrix}$	$\begin{matrix} (.1261) \\ \pm .0322 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ (.0882) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
X_8	$\begin{matrix} \pm .0109 \\ \pm .0243 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0034 \\ \pm .0072 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0112 \\ - .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0313 \\ (.0614) \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0199 \\ .0292 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0323 \\ \pm .0313 \end{matrix}$	$\begin{matrix} \pm .0084 \\ \pm .0192 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0653 \\ .0040 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ .0013 \end{matrix}$
$\Sigma \circ$	$\begin{matrix} .0021 \\ .0210 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0014 \\ - .1247 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0015 \\ - .0867 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0013 \\ - .0601 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0017 \\ - .0834 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0013 \\ - .0518 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0017 \\ - .0446 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0013 \\ - .0851 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0123 \\ - .5574 \end{matrix}$
Column X_2	$\begin{matrix} - .0192 \\ - .0888 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1247 \\ .1551 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0223 \\ - .0055 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0533 \\ - .0149 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0690 \\ - .0606 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0170 \\ - .0230 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0750 \\ .0750 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0725 \\ .2041 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0586 \\ .2414 \end{matrix}$
X_7	$\begin{matrix} - .0888 \\ .0888 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1551 \\ .1533 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0055 \\ .0719 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0149 \\ .0069 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0606 \\ - .0120 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0230 \\ - .0608 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0750 \\ .1446 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2041 \\ .2039 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2414 \\ .5966 \end{matrix}$
X_1	$\begin{matrix} .0888 \\ .1266 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1533 \\ .1185 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0719 \\ .1365 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0069 \\ .0695 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0120 \\ .0172 \end{matrix}$	$\begin{matrix} - .0608 \\ .0608 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1446 \\ .1506 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2039 \\ .1601 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .5966 \\ .8398 \end{matrix}$
Σt_{j2}	$\begin{matrix} .1653 \\ .1472 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1973 \\ .1758 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2018 \\ .1798 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .1008 \\ .0898 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0464 \\ .0413 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .0931 \\ .0829 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2164 \\ .1928 \end{matrix}$	$\begin{matrix} .2389 \\ .2128 \end{matrix}$	$\begin{matrix} T_2 = 1.2600 \\ 1/\sqrt{T_2} = .8908 \end{matrix}$

ตาราง 82. ค่า Second Residuals และการคำนวณ Third Centroid Loadings
ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น ป.7 จำนวน 297 คน

แบบทดสอบ	X_1	$* X_2$	$* X_3$	X_4	X_5	X_6	X_7	$* X_8$	Σ
X_1	.0314 (.0170)	+ .0268 (.0414)	+ .0122 (.0330)	- .0023 (.0232)	.0182	.0067	.0064	+ .0314	.0000
$* X_2$	+ .0268	(.0479)	+ .0006 (.0330)	+ .0124	+ .0001	+ .0320	+ .0137	+ .0414	- .0001
$* X_3$	+ .0122	+ .0006	(.0330)	+ .0273 (.0232)	+ .0366	+ .0174	+ .0263	+ .0270	.0000
X_4	- .0023	+ .0124	+ .0273	(.0232)	.0162	.0239	.0019	+ .0231	.0001
X_5	.0182	+ .0001	+ .0366	.0162	(.0275)	.0112	- .0038	+ .0326	.0000
X_6	.0067	+ .0320	+ .0174	.0239	.0112	(.0254)	- .0130	+ .0395	.0001
X_7	.0064	+ .0187	+ .0263	.0019	- .0038	- .0130	(.0255)	+ .0248	- .0001
$* X_8$	+ .0314	+ .0414	+ .0270	+ .0231	+ .0326	+ .0395	+ .0248 (.0335)	(.0335)	.0001
Σ	.0000	- .0001	.0000	.0001	.0000	.0001	- .0001	.0001	.0001
Σ_{j3}	- .0170	- .0480	- .0330	- .0231	- .0275	- .0253	- .0287	- .0334	- .2360
Column X_2	.0366	.0480	- .0342	.0017	- .0273	.0387	.0087	- .1162	- .0440
X_3	.0122	.0492	.0342	.0563	.0459	.0039	.0613	- .1702	.0928
X_8	.0750	.1320	.882	.1025	.1111	.0829	.0117	.1702	.7736
Σ_{j3}	.1064	.1734	.1248	.1298	.1477	.1224	.0380	.2116	$T_3 = 1.0541$
u_{j3}	.1036	.1689	.1215	.1264	.1438	.1192	.0370	.2061	$1/\sqrt{T_3} = .9739$

ตาราง 83. น้ำหนักตัวประกอบ 3 ตัวที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด
ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น ป.7

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	h^2
คัดกราะคาบ	.7935	-.1472	-.1036	.6620
ชอนภาพ	.5910	-.1758	.1689	.4087
หมุนภาพ	.6270	.1798	-.1215	.4402
ประกอบภาพ	.6884	.0898	.1264	.4979
นับรูปปลูกมาศกั	.6391	.0413	.1438	.4308
ชอนภาพ	.7478	-.0829	-.1192	.5803
ตอภาพ	.7784	-.1928	-.0370	.6449
หากานตรงข้าม	.6635	.2128	-.2061	.5280

ตาราง 84. การหมุนแกนครั้งที่ 1 โดยให้น้ำหนักตัวประกอบที่ 3 คงที่

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	h^2
คัดกราะคาบ	.8056	.0478	-.1036	.6620
ชอนภาพ	.6159	-.0286	.1689	.4087
หมุนภาพ	.5654	.3252	-.1215	.4402
ประกอบภาพ	.6467	.2526	.1264	.4980
นับรูปปลูกมาศกั	.6105	.1937	.1438	.4309
ชอนภาพ	.7458	.0992	-.1192	.5803
ตอภาพ	.8022	.0000	-.0370	.6449
หากานตรงข้าม	.5929	.3660	-.2061	.5280

ตาราง 85. การหมุนแกนครั้งที่ 2 โดยให้นำนักตัวประกอบที่ 2 คงที่

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	ตัวประกอบ 3	h^2
กั๊กกระกาน	.7949	.0478	.1666	.6619
ชอนภาพ	.5263	-.0286	.3617	.4086
หมุนภาพ	.5739	.3252	.0709	.4401
ประกอบภาพ	.5693	.2526	.3317	.4979
นิมรูปลูกบาศก์	.5294	.1937	.3362	.4308
ชอนภาพ	.7435	.0992	.1323	.5801
ถอภาพ	.7698	.0000	.2284	.6448
หาคานตรงข้าม	.6277	.3660	.0000	.5280

ตาราง 86. ค่า Correlation Matrix และการคำนวณ First Centroid Loadings

ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่าง ชั้น มศ. 3 จำนวน 311 คน

แบบทดสอบ	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Σt_{j1}
X ₁	(.6295)	.4732	.4658	.6295	.5478	.5881	.6102	.5107	4.4548
X ₂	.4732	(.4732)	.3959	.4068	.3914	.4164	.4482	.4049	3.4100
X ₃	.4658	.3959	(.4877)	.4590	.4640	.4489	.4877	.3841	3.5931
X ₄	.6295	.4068	.4590	(.6295)	.5479	.4975	.5073	.5049	4.2629
X ₅	.5478	.3914	.4640	.5479	(.5479)	.4681	.5195	.4906	3.9772
X ₆	.5881	.4164	.4489	.4975	.4681	(.5881)	.5345	.5004	4.0418
X ₇	.6102	.4482	.4877	.5878	.5195	.5343	(.6102)	.5070	4.3049
X ₈	.5107	.4049	.3841	.5049	.4906	.5004	.5070	(.5107)	3.8133
Σt_{j1}	4.4548	3.4100	3.5931	4.2629	3.9772	4.0418	4.3049	3.8133	T ₁ = 31.8580
a _{j1}	.7890	.6039	.6363	.7550	.7044	.7158	.7624	.6753	1/√T ₁ = 1.771

ตาราง 87. ก First Residuals และการกำหนด Second Centroid Loadings

ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างขนาด 311 คน

แบบทดสอบ	X_1	* X_2	* X_3	X_4	X_5	* X_6	X_7	X_8	Σo
X_1	.0362 (.0070)	± .0033 .0491 (.1085)	± .0362	.0338	- .0080	± .0233	.0087	- .0221	.0032
* X_2	± .0033	(.1085)	± .0116 .0456 (.0828)	± .0491 (.0595)	± .0340	± .0159	± .0122	± .0029	.0027
* X_3	± .0362	± .0116	(.0828)	± .0214	± .0158	± .0066	± .0026	± .0456	.0030
X_4	.0338	± .0491	± .0214	(.0595)	.0161 .0361 (.0517)	± .0429	.0122	- .0050	.0032
X_5	- .0080	± .0340	± .0158	.0161	(.0517)	± .0361	- .0175	.0149	.0029
* X_6	± .0233	± .0159	± .0066	± .0429	± .0361	(.0757)	± .0114 .0175 (.0239)	± .0170	.0031
X_7	.0087	± .0122	± .0026	.0122	- .0175	± .0114	(.0239)	- .0078 .0456 (.0547)	.0035
X_8	- .0221	± .0029	± .0456	- .0050	.0149	± .0170	- .0078		.0032
Σo	.0032	.0027	.0030	.0032	.0029	.0031	.0035	.0032	.0248
Σ_{j2}	- .0038	- .1058	- .0798	- .0563	- .0488	- .0726	- .0254	- .0515	- .4440
Column. X_2	.0028	.1058	- .1030	.0419	.0192	- .0408	- .0010	- .1457	- .0208
X_3	.0752	.1290	.1030	.0847	- .0124	- .0276	- .0062	.0455	.3912
X_6	.0286	.0972	.0698	.1705	.0598	.0276	.0166	.0115	.5016
Σ_{tj2}	.0648	.1463	.1354	.2196	.0959	.0705	.0341	.1571	$T_2 = .8237$
$aj2$	.0714	.1612	.1492	.2420	.1057	.0777	.0376	.0629	$1/\sqrt{T_2} = 1.1018$

ตาราง 88. น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัวที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด
ก่อนการหมุนแกน จากผลการสอบของนักเรียนชั้น มศ.3

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกราะกษ	.7890	.0714	.6276
ชอนภาพ	.6039	- .1612	.3907
หมุนภาพ	.6363	- .1492	.4271
ประกอบภาพ	.7550	.2420	.6286
นับรูปลูกบาศก์	.7044	.1057	.5074
ชอนภาพ	.7158	- .0777	.5184
ทอดภาพ	.7624	.0376	.5827
หาคำนตรงข้าม	.6753	.0629	.4600

ตาราง 89. น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ภายหลังกการหมุนแกน

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกราะกษ	.7439	.2725	.6276
ชอนภาพ	.6250	.0000	.3906
หมุนภาพ	.6533	.0199	.4272
ประกอบภาพ	.6671	.4285	.6286
นับรูปลูกบาศก์	.6533	.2838	.5073
ชอนภาพ	.7116	.1095	.5184
ทอดภาพ	.7269	.2330	.5827
หาคำนตรงข้าม	.6363	.2349	.4601

ตาราง 90. กา Correlation Matrix และกาการคำนวณ First Centroid Loadings

ของแบบทดสอบ 8 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างชั้น มศ. 5 จำนวน 280 คน

แบบทดสอบ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Σt_{j1}
X_1	(.6116)	.4873	.3552	.5074	.3533	.5921	.6116	.3897	3.9082
X_2	.4873	(.5719)	.4269	.5449	.4083	.5719	.5336	.4151	3.9599
X_3	.3552	.4269	(.4955)	.4574	.4880	.4896	.4955	.3393	3.5474
X_4	.5074	.5449	.4574	(.6147)	.5429	.6147	.5790	.5190	4.3800
X_5	.3533	.4083	.4880	.5429	(.5429)	.4688	.4528	.3506	3.5876
X_6	.5921	.5719	.4896	.6147	.4688	(.6757)	.6757	.5159	4.6044
X_7	.6116	.5336	.4955	.5790	.4328	.6757	(.6757)	.5245	4.5284
X_8	.3897	.4151	.3393	.5190	.3506	.5159	.5245	(.5245)	3.5786
Σt_{j1}	3.9082	3.9599	3.5474	4.3800	3.5876	4.6044	4.5284	3.5786	$T_1=32.0945$
a_{j1}	.6898	.6989	.6261	.7731	.6332	.8127	.7993	.6316	$1/\sqrt{T_1}=1765$

แบบทดสอบ	X_1	$* X_2$	$* X_3$	$* X_4$	$* X_5$	X_6	X_7	X_8	Σ
X_1	.0835 (.1358)	+ .0052	+ .0767	+ .0259	+ .0835	.0315	.0602	- .0460	.0006
$* X_2$	+ .0052 (.0834)	+ .0342	+ .0107 .0916	+ .0046	+ .0342	+ .0039	+ .0250	+ .0263	.0009
$* X_3$	+ .0767	+ .0107 (.1035)	+ .0266	+ .0266 (.0170)	+ .0916	+ .0192	+ .0049	+ .0561	.0009
$* X_4$	+ .0259	+ .0046	+ .0266	+ .0534 (.0170)	+ .0534	+ .0136	+ .0389	+ .0307	.0007
$* X_5$	+ .0835	+ .0342	+ .0916	+ .0534 (.0170)	+ .0916 (.1420)	+ .0458 (.0152)	+ .0733	+ .0493	.0009
X_6	.0315	+ .0039	+ .0192	+ .0136	+ .0458 (.0152)	.0261	.0261	.0026	.0007
X_7	.0602	+ .0250	+ .0049	+ .0389	+ .0733	.0261 (.0368)	.0733 (.0368)	.0197	.0007
X_8	- .0460	+ .0263	+ .0561	+ .0307	+ .0493	.0026	.0197 (.1256)	(.1256)	.0009
Σ	.0006	.0009	.0009	.0007	.0009	.0007	.0007	.0009	.0063
Σ_{j2}	- .1352	- .0825	- .1026	- .0163	- .1411	- .0145	- .0361	- .1247	- .6530
Column. X_5	.0318	- .0141	- .2858	- .1231	.1411	.0771	.1105	- .0261	- .0886
X_3	.1852	.0073	.2858	- .0699	.3243	.1155	.1203	.0861	1.0544
X_4	.2370	- .0019	.2326	.0699	.4311	.1427	.1981	.0247	1.3342
X_2	.2266	.0019	.2112	.0791	.3627	.1349	.2481	.0773	1.3418
Σt_{j2}	.3101	.0361	.3028	.1325	.4543	.1807	.3214	.1334	$T_2=1.8713$
a_{j2}	.2267	.0264	.2213	.0968	.3320	.1321	.2349	.0975	$1/\sqrt{T_2} = .7309$

ตาราง 92. น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ที่ปรากฏอยู่ในแบบทดสอบ 8 ชนิด
ก่อนการหมุนแกน จากผลการตอบของนักเรียนชั้น มศ.5

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกระดาน	.6898	.2267	.5272
ชอนภาพ	.6989	-.0264	.4892
หมุนภาพ	.6261	-.2213	.4410
ประกอบภาพ	.7731	-.0968	.6071
นับรูปลูกบาศก์	.6332	-.3320	.5112
ชอนภาพ	.8127	.1321	.6779
ต่อภาพ	.7993	.2349	.6940
หาคำตรงข้าม	.6316	.0975	.4084

ตาราง 93. น้ำหนักตัวประกอบ 2 ตัว ภายหลังการหมุนแกน

แบบทดสอบ	ตัวประกอบ 1	ตัวประกอบ 2	h^2
คัดกระดาน	.5056	.5210	.5271
ชอนภาพ	.6311	.3011	.4890
หมุนภาพ	.6572	.0947	.4409
ประกอบภาพ	.7295	.2732	.6068
นับรูปลูกบาศก์	.7149	.0000	.5111
ชอนภาพ	.6583	.4943	.6777
ต่อภาพ	.5987	.5791	.6938
หาคำตรงข้าม	.5140	.3794	.4081

๔
ชื่อ นุญชน ศรีสะอาด
เกิดวันที่ 12 กันยายน 2488
ประวัติการศึกษา

ได้รับประกาศนียบัตรประโยคประถมศึกษา จากโรงเรียนพินุลวิพากย์
วิทยากร (พินุลมังฆาหาร) พ.ศ. 2499

ได้รับประกาศนียบัตรประโยคมัธยมศึกษา จากโรงเรียนมัธยมพินุล
วิทยาสัย พ.ศ. 2505

ได้รับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) จากวิทยาลัยครูอุบล
ราชธานี พ.ศ. 2507

ได้รับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง (ป.กศ.สูง) จากวิทยาลัยครู
อุบลราชธานี พ.ศ. 2509

ได้รับปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา (กศ.ม) วิชาเอกวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์
จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร พ.ศ. 2511

ได้รับประกาศนียบัตรชั้นสูงวิชาเฉพาะ สาขาการวัดผลการศึกษา จาก
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร พ.ศ. 2512

ได้รับปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร พ.ศ. 2513