

510.7

ส147ก

ร.3

การค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์
ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510

ปริญญานิพนธ์

ของ

ฉวน สายยศ

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

20 มีนาคม 2511

24628

S 177026 ร.3

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็น
สมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของวิทยาลัย
วิชาการศึกษาได้

วรวล วัฒนวิเศษ ประธาน

ดร.ระวี วัฒนวิเศษ กรรมการ

ดร. วัฒนวิเศษ กรรมการ

2

20 มีนาคม 2511

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล แพทย์กุล หัวหน้าสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนัส พันนาคินทร์ รองอธิการ วิทยาลัยวิชาการศึกษา
พิษณุโลก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาธต์ หลักศิลา หัวหน้าแผนกวิชาสังคม
วิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณไว้อย่างสูง
ณ ทนควย

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ กุหลาบ มลลิกะมาส ที่ได้
ช่วยตรวจแก้ไขแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย และอาจารย์รัตนา ศิริพานิช ที่ได้
ช่วยตรวจแก้ไขคานาภาษาไทยให้ดีขึ้น

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ, อาจารย์ใหญ่ และอาจารย์วิทยาลัยครูทั้ง
13 แห่ง ที่ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มมาได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง
จากคุณ นิเวศน์ ธรรมรักษ์ ผู้พิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดเล่ม ผู้เขียนขอขอบพระคุณไว้ ณ
ทนควย

ลวน สายยศ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายในการค้นคว้า.....	5
ความสำคัญของการค้นคว้า.....	6
ขอบเขตของการค้นคว้า.....	7
ค่านิยมศัพท์เฉพาะ.....	8
ประโยชน์จากการค้นคว้า.....	8
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้.....	11
3. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และเทคนิคการค้นคว้า.....	23
กลุ่มตัวอย่าง.....	23
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	27
โดยการใช้แบบทดสอบ.....	27
แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย.....	27
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์.....	29
แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล.....	30
การทดลองแบบทดสอบ.....	30
การดำเนินการสอบ.....	31
วิทยาลัยครูที่ดำเนินการสอบแบบทดสอบ.....	31
การตรวจกระดาษคำตอบ.....	32
โดยการคัดลอกคะแนนจากระเบียนของวิทยาลัยครู.....	32
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษานี้.....	33

4. ผลของการวิจัย.....	36
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการแปลผล.....	36
ผลจากการใช้แบบทดสอบทั้งสามชนิด.....	37
ความสามารถระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง.....	48
การแสดงผลภาพเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด.....	49
เกร็ดเฉลี่ยที่ได้จากวิทยาลัยครู.....	51
โค้งของการแจกแจงเกร็ดเฉลี่ย.....	54
การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียน.....	59
การใช้ตัวพยากรณ์ทำนายความสำเร็จในการเรียนระดับ	
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง.....	61
การใช้ตัวพยากรณ์ทำนายความสำเร็จในการเรียนระดับ	
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์.....	64
ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับเกณฑ์.....	68
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปร 6 ชนิด.....	71
5. สรุปผลการวิจัย และขอเสนอแนะ.....	74
เครื่องมือในการเก็บข้อมูล.....	75
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
ขอเสนอแนะ.....	79
บรรณานุกรม.....	81
ภาคผนวก.....	87

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 ที่เรียน วิชาเอกคณิตศาสตร์ ในแต่ละวิทยาลัยครู.....	23
2. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 ที่เรียน วิชาเอกคณิตศาสตร์ เข้าสอบแบบทดสอบในการศึกษาครั้งนี้.....	24
3. เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบกับประชากรของนักเรียน กลุ่มเดียวกัน ในแต่ละวิทยาลัยครู.....	25
4. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงปีที่ 2 ที่เรียน วิชาเอกคณิตศาสตร์ และนำมาคำนวณหาสหสัมพันธ์ของตัวแปร 6 ชนิด.....	26
5. ค่า p เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	31
6. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบความเข้าใจ ทางภาษาไทย จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	38
7. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	39
8. ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย ระหว่างวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	40
9. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	42
10. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	43
11. ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาลัยครู แต่ละแห่ง.....	44
12. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากผลการสอบ แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	45

13.	การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ เหตุผล โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	46
14.	ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผล ระหว่างวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	47
15.	เปรียบเทียบความสามารถระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ในแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด.....	48
16.	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรด ป.กศ. ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้ เรียงจากสูงไปต่ำ.....	51
17.	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรด ป.กศ. ชั้นสูงทุกวิชา ของนักเรียน กลุ่มที่ศึกษานี้ เรียงจากสูงไปต่ำ.....	52
18.	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรดเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน กลุ่มที่ศึกษานี้ จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง เรียงจากสูงไปต่ำ.....	53
19.	สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 6 ชนิด คัดจากนักเรียน 508 คน.....	59
20.	สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 6 ชนิด คัดจากนักเรียนชาย 319 คน.....	60
21.	สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 6 ชนิด คัดจากนักเรียนหญิง 189 คน.....	60
22.	สหสัมพันธ์, เบต้าเวช, น้ำหนักคะแนนและสหสัมพันธ์พหุคูณ ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษาทั้งหมดยุคนี้ 508 คน.....	61
23.	สหสัมพันธ์, β , B และ R ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษา นักเรียนชาย จำนวน 319 คน.....	62
24.	ค่า β , B และ R ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษา นักเรียนหญิง จำนวน 189 คน.....	63
25.	สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียน 508 คน.....	65

ตาราง	หน้า
26. คาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยางค์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียนชาย 319 คน	66
27. คาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยางค์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียนหญิง 189 คน	67
28. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูงทุกวิชา จากนักเรียนทั้งหมด 508 คน	68
29. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูงทุกวิชา จากนักเรียนชาย 319 คน	69
30. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูงทุกวิชา จากนักเรียนชาย 189 คน	69
31. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูง วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนทั้งหมด 508 คน	70
32. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูง วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนชาย 319 คน	70
33. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยางค์กับ GPA. ป.กศ. สูง วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนหญิง 189 คน	71
34. น้ำหนักขององค์ประกอบที่ได้มาตอนแรกก่อนหมุนแกน	72
35. น้ำหนักขององค์ประกอบหลังจากการหมุนแกน	72
36. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษา	88
37. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์ แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์	89

ตาราง	หน้า
38. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล.....	90
39. ค่า $\sum X$, $\sum X^2$ ของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสามชนิดที่ได้จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	91
40. ค่า $\sum X$, $\sum X^2$ ของเกรดเฉลี่ยทั้งสามชนิดที่ได้จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง.....	92
41. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูเชียงใหม่.....	93
42. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา.....	93
43. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.....	94
44. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูเทพสตรี.....	94
45. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม.....	95
46. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูยะลา.....	95
47. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา.....	96
48. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียนวิทยาลัยครูสวนดุสิต.....	96

ตาราง	หน้า
49. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน วิทยาลัยครูสวนสุนันทา	97
50. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน วิทยาลัยครูอุตรธานี	97
51. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน วิทยาลัยครูบวรราชธานี	98
52. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T - ปกติ ของแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย	99
53. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T - ปกติ ของแบบทดสอบมีคีสัมพันธ์	100
54. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T - ปกติ ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล	101
55. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียน ทั้งหมด จำนวน 508 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย GPA. ป.กศ.สูงทุกวิชา	102
56. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียน ทั้งหมด จำนวน 508 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย GPA. ป.กศ.สูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์	103
57. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนชาย จำนวน 319 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย GPA. ป.กศ.สูง ทุกวิชา	104

58. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนชาย
จำนวน 319 คน โดยใช้ตัวพยางค์ 4 ชนิดเท่านั้น GPA. ป.กศ.สูง
เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์..... 105
59. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนหญิง
จำนวน 189 คน โดยใช้ตัวพยางค์ 4 ชนิดเท่านั้น GPA.
ป.กศ.สูงทุกวิชา..... 106
60. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนหญิง
จำนวน 189 คน โดยใช้ตัวพยางค์ 4 ชนิดเท่านั้น GPA.
ป.กศ.สูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์..... 107

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. เส้นภาพที่ไต่จากคะแนนการสอบแบบทดสอบ ความเข้าใจทางภาษาไทย,
แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จากวิทยาลัย-
ครูแต่ละแห่ง..... 50
2. โค้งของการแจกแจงความถี่เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ของนักเรียนที่นำมา
ศึกษาจำนวน 522 คน..... 55
3. โค้งของการแจกแจงความถี่เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ชั้นสูงรวมทุกวิชา
ของนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ จำนวน 573 คน..... 57
4. โค้งของการแจกแจงความถี่ของเกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
กลุ่มที่ศึกษานี้ จำนวน 573 คน..... 58

บทนำ

การศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ ประเทศใดจัดการศึกษาได้ดีเป็นสิ่งที่ช่วยประชากรให้มีสมรรถภาพดี อันจะเป็นกำลังสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าไ้รวดเร็ว สภาพของประเทศที่กำลังพัฒนา ซึ่งมีประชากรอยู่ประมาณ 70 % ของประชากรทั้งหมดในโลก ปัญหาใหญ่อันหนึ่งคือ ประชากรส่วนใหญ่ยากจน ขาดการศึกษา ยังอ่านหนังสือไม่ออก และเขียนหนังสือไม่ได้¹ อันเป็นผลทำให้วงจรการพัฒนาอย่างมาครเป็นบุคคลสำคัญกลุ่มหนึ่งในการพัฒนาคนให้มีความรู้และความสามารถในการใช้ปัญญา เพื่อให้เป้าหมายของการศึกษาเป็นไปตามจุดประสงค์ นโยบายการผลิตครูจึงต้องผลิตครูที่มีคุณภาพและสมรรถภาพที่ดี และครูก็ควรรูปรัชญาการศึกษา, วิธีวิเคราะห์หลักสูตร, จิตวิทยาการสอน, เทคนิคการวัดผล และเทคนิคการวิจัย² จะได้เป็นผู้นำนักเรียนเข้าสู่เป้าหมายตรงยิ่งขึ้น ครูที่กรมการฝึกหัดครูผลิตออกมาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นเรียนวิชาบังคับทั่วไปคือทุกคนเรียนเหมือนกันหมด และทุกคนเรียนให้ครบจำนวนหน่วยกิต 130 หน่วยกิตที่หลักสูตรกำหนดไว้³ ส่วนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงนั้นเรียนวิชาบังคับ วิชาเลือกเสรี และวิชาเอก สำหรับวิชาเอกนั้นเลือกเรียนได้ตามความถนัดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งโดยมากนักเรียนชอบและสนใจในวิชาใดก็เลือกเรียนโดยมิได้มีการสอบแบ่งประเภทตามความถนัดทางการเรียนอย่างวิธีการทางวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด นักเรียนจึงใช้วิธีลองเรียนดูก่อน

¹ ชำรง บัวศรี "การศึกษาสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา" อนุสารชุมนุมอาจารย์วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร 2511 หน้า 22 - 23

² ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล หน้า 29

³ ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา หน้า 2

ในระยะหนึ่งเป็นเวลา 1 ถึง 2 สัปดาห์ถ้าไม่พอใจก็รีบเปลี่ยนวิชาเอกทันที ทำให้เสียเวลาเรียนไปโดยเปล่าประโยชน์ 'ถ้าหากเรามีเครื่องมือใช้ในการจัดประเภทนักเรียนว่าคนใดเหมาะสมที่จะไปเรียนวิชาเอกอะไรแล้ว ก็จะทำให้เกิดประโยชน์แก่ครูและนักเรียนอย่างมาก เพราะจะได้ครูในสาขาวิชาเอกนั้นเป็นครูที่มีความถนัดทางด้านนั้นจริงและสามารถเรียนไปได้สำเร็จสมความปรารถนา มิใช่เรียนไปเพราะเพื่อนส่วนมากเรียน หรืออาจารย์ในคณะวิชานั้นใจดี

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งศึกษาค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ เพราะเห็นว่าคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในโลกปัจจุบันมากกว่าในอดีต วิชาการต่าง ๆ ทั้งในด้านวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาจำเป็นต้องใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น⁴ การหาวิธีสนับสนุนนักเรียนให้เรียนคณิตศาสตร์ได้ดีประการหนึ่งและวิธีการค้นหาความถนัดของนักเรียนที่จะมีแนวทางเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีอีกประการหนึ่งจึงเป็นสิ่งที่น่าส่งเสริมอย่างยิ่ง ทศนีย์ อ่องไพบูลย์⁵ ศึกษาการสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้นมัธยมของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร ปรากฏว่าวิชาที่นักเรียนไม่ชอบมากที่สุด คือ คณิตศาสตร์ ในระดับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงก็มีปัญหาแบบเดียวกัน จะเห็นได้จากนักเรียนฝึกหัดครูส่วนใหญ่ที่สอบตกมักจะตกในวิชาคณิตศาสตร์⁶

⁴ วิชาการ, กรม รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา หน้า 1

⁵ ทศนีย์ อ่องไพบูลย์, ร.ต. หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนจากนักเรียนชั้นมัธยมของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา กองการวิจัย กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เล่ม 4 สิงหาคม 2503, หน้า 18

⁶ การฝึกหัดครู, กรม เอกสารการสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ของสถานฝึกหัดครู ระดับวิทยาลัยครู หน้า 3

ในการสัมภาษณ์สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงของสถาบัน
ศึกษาฝึกหัดครูระดับวิทยาลัยครู อธิปทีกรมการฝึกหัดครู⁷ ได้ให้ข้อคิดเห็นไวหลายประการ
เช่น

1. ให้ถือว่าการสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนฝึกหัดครูเป็นเรื่องสำคัญ เพราะนักเรียน
เหล่านี้ เมื่อสำเร็จการศึกษาออกไปแล้ว จะไปทำการสอนในโรงเรียนประถม และมัธยมศึกษา
ซึ่งเป็นระยะสำคัญที่จะต้องปลูกฝังพื้นฐานทางคณิตศาสตร์
2. วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องนำทางไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
เทคนิค เศรษฐกิจและสังคม และเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท งานสอนวิชา
คณิตศาสตร์จึงเป็นงานสำคัญในการพัฒนาประเทศ
3. อาจารย์คณิตศาสตร์จะต้องช่วยกันวิจัย เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
4. อาจารย์คณิตศาสตร์ต้องช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคลอย่างใกล้ชิด
5. ต้องช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เรื่องนี้เป็นเรื่องสำคัญ เพราะมีนักเรียน
ไม่น้อยไม่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ การเลือกวิชาเอก วิชาโทในสถานศึกษาฝึกหัดครูปรากฏว่ามีผู้
เลือกเรียนคณิตศาสตร์น้อยมาก นักเรียนบางคนมีทัศนคติไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มาตั้งแต่ชั้นประถม
6. อาจารย์คณิตศาสตร์จะต้องศึกษาหาความรู้และติดตามการเคลื่อนไหวของการ
เปลี่ยนแปลงวิชานี้อยู่เสมอ

จากข้อคิดของอธิปทีกรมการฝึกหัดครูดังกล่าวมาแล้ว ทำให้เกิดความคิดต่อเนื่องไป
อีกว่าการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนในสถานฝึกหัดครูควรจะได้ริเริ่มทำขึ้น เมื่อได้ผล
ประการใดจะนำมาใช้เพื่อผลิตครูคณิตศาสตร์หรือครูที่มีทัศนคติดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อันจะเป็น
ประโยชน์แก่ประเทศต่อไป ซึ่งจะเป็นการวางรากฐานให้แก่ครูที่จะไปเป็นผู้วางรากฐานแก่
ประชากรของประเทศไทยทั้งชาติ จากความคิดในปัญหาที่ว่า ทำอย่างไรจึงจะทราบว่ามีนักเรียน
มีความถนัดทางคณิตศาสตร์และอาศัยเครื่องมือใดที่ช่วยในการค้นหาว่านักเรียนคนนั้นมีความถนัด
ทางคณิตศาสตร์ปานใด จะมีความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และมีความสำเร็จในการเรียน
ระดับนั้น ๆ เพียงใด จึงทำให้ผู้เขียนเลือกปัญหาการวิจัยครั้งนี้ว่า "การค้นหาลักษณะ

บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ของนักเรียนประกาศนียบัตร วิชาการศึกษาระดับสูง ปีการศึกษา 2510" อันเป็นก้าวแรกในการพัฒนาการสร้างความทดสอบ ความถนัดทางคณิตศาสตร์ชุดหนึ่งไว้ใช้ในการพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนวิชาเอก คณิตศาสตร์ และยังใช้ในการพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงอีกด้วย

ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง นักเรียนทุกคนต้องเลือกเรียนวิชาเอก 2 วิชา⁸ นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์มีจำนวนน้อยกว่านักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเอกอย่างอื่น ที่เป็นดังนี้อาจจะเป็นเพราะนักเรียนไม่ถนัดวิชาคณิตศาสตร์ประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งอาจจะเป็นเพราะนักเรียนไม่มีความแน่ใจว่า เมื่อเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์แล้ว จะมีหวังสำเร็จได้ดังเรียนวิชาอื่น ๆ นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง จะเป็นแรงสำคัญที่จะไปเป็นครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาและชั้นมัธยมศึกษาหากได้มีการศึกษาความสามารถใดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์มากที่สุด ก็จะได้ใช้เป็นตัวพยากรณ์นักเรียนที่จะเลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ นักเรียนจะไม่บังเกิดความกลัวในวิชานี้โดยที่ตัวนักเรียนเองอาจเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ จำนวนนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ก็จะมีมากขึ้น อันจะเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนครูคณิตศาสตร์ที่ทำงานได้ดีในประเทศไทยอีกโสดหนึ่งด้วย⁹

นักคณิตศาสตร์ไม่สามารถจะสร้างขึ้นได้ในเวลาอันเร็ววัน จะต้องใช้เวลาอันยาวนาน ดังนั้นสถานฝึกหัดครูจึงเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตครูคณิตศาสตร์ในอนาคต¹⁰ เพื่อจะเลือกนักเรียนที่จะเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ไปเป็นครูคณิตศาสตร์ที่มีความรู้ดี จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือ

⁸ ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง 2504

⁹ Ratanakul, Suchart, "A Study of Mathematics Education in Thailand A Report of a Type B Project," Doctor's Thesis, Columbia University, 1958, pp. 38 - 39.

¹⁰ Chanama, Supoch, Principles Problems and Optimum For Mathematic Division Thailand, 1960, p.1.

ไว้พยากรณ์นักเรียนคนนั้นว่ามีความถนัดทางคณิตศาสตร์พอที่จะเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงได้สำเร็จหรือไม่

แนวโน้มของหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยในอนาคต มีท่าทีว่าจะบรรจุคณิตศาสตร์แขนงใหม่ (Modern mathematics) ไว้ด้วย ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรมัธยมศึกษาของกรมวิสามัญศึกษา ซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตร (ก.ป.ส.) ในเดือนมกราคม 2508¹¹ การเตรียมครูคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมมีความรู้และความถนัดทางนี้โดยเฉพาะ เพื่อสอนนักเรียนในระดับมัศึกษาดังกล่าวได้ก็ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

ความมุ่งหมายในการค้นคว้า

การศึกษาเรื่องนี้มุ่งที่จะทราบสิ่งต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากตัวพยากรณ์ที่สร้างขึ้นระหว่างนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของแต่ละวิทยาลัยครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง โดยดูจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากตัวพยากรณ์ที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบจากการเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงและเกรดเฉลี่ยในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์
3. เพื่อหาสหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากตัวพยากรณ์แต่ละตัวกับผลการเรียนทุกวิชาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง
4. เพื่อหาสหสัมพันธ์ของคะแนนที่ได้จากตัวพยากรณ์แต่ละตัวกับผลการเรียนเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ทุกรายการวิชาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง

¹¹ ประยงค์ บุญมงคล, จารุณี สุตะบุตร, สมภพ ไกรโรจนานันท์ และสุภา ฤชงศ์กุล "การอภิปรายของคณะกรรมการพิจารณาหลักสูตรของกรมวิสามัญศึกษาระดับมัธยมศึกษา" เอกสารการสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ของสถานศึกษาฝึกหัดครูระดับวิทยาลัยครู หน้า 39 - 45

5. เพื่อหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ คือผลการเรียนทุกวิชา ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง และผลการเรียนเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ทุกวิชาในระดับเดียวกัน

6. เพื่อหาสมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงแยกเป็น

- ก. สมการพยากรณ์นักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ทั้งหมด
- ข. สมการพยากรณ์นักเรียนชายที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์
- ค. สมการพยากรณ์นักเรียนหญิงที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

7. เพื่อหาน้ำหนักขององค์ประกอบ (Factor loading) ของตัวแปรที่นำมาศึกษา ซึ่งมีทั้งหมด 6 อย่าง คือคะแนนจากข้อสอบความเข้าใจทางภาษา, คะแนนจากข้อสอบมิติสัมพันธ์, คะแนนจากข้อสอบความถนัดทางคณิตศาสตร์, เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา, เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง และเกรดเฉลี่ยทุกวิชาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

ความสำคัญของการค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้านี้จะทำให้

1. ได้ตัวพยากรณ์ชุดหนึ่ง อันสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพยากรณ์นักเรียนที่จะเลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงของวิทยาลัยครูต่าง ๆ
2. ทราบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงแต่ละวิทยาลัยครูจากตัวพยากรณ์ชุดนี้ และยังสามารถรู้ความแตกต่างของสมรรถภาพที่วัดได้จากตัวพยากรณ์นี้เปรียบเทียบกับแต่ละสถาบันการศึกษาฝึกหัดครู อันจะเป็นประโยชน์ต่อขบวนการสอนของอาจารย์ผู้สอนอย่างยิ่ง
3. ใช้แนะแนวในการเลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล เพื่อเป็นเครื่องช่วยเตือนสติในการเลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์
4. เป็นแนวทางแก่ผู้ที่จะศึกษาในขั้นต่อไป

ขอบเขตของการค้นคว้า

การศึกษานี้ขึ้นอยู่กับขอบเขตจากดังนี้

1. การศึกษานี้ได้เลือกศึกษาเฉพาะนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงปีที่ 2 ที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์จากวิทยาลัยครู 13 แห่ง มีจำนวนนักเรียน 573 คน เป็นนักเรียนชาย 357 คน และเป็นนักเรียนหญิง 216 คน

2. ตัวพยากรณ์ (Predictors) มีอยู่ 4 อย่าง เป็นแบบทดสอบ 3 อย่าง คือ คะแนนจากข้อสอบความเข้าใจทางภาษาไทย; ข้อสอบมิตินัมพัทธ์ และข้อสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ทั้งสามนี้เป็นแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน ตัวพยากรณ์อีกตัวหนึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงของนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์กลุ่มนี้ของวิทยาลัยครูทุกแห่ง

3. เกณฑ์ที่ใช้เป็นเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ทุกวิชาที่นักเรียนกลุ่มนี้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง และเกรดเฉลี่ยของทุกวิชาที่นักเรียนกลุ่มนี้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ทั้งสองอย่างนี้คัดลอกจากระเบียนการศึกษาของแต่ละวิทยาลัยครู และใช้เพียง 4 ภาคเรียนเท่านั้น

4. การหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 6 ตัว คือตัวพยากรณ์ 4 ตัว และเกณฑ์อีก 2 ตัวจะหาเฉพาะนักเรียนเอกคณิตศาสตร์ที่มีคะแนนครบบริบูรณ์ในตัวแปรทั้ง 6 อย่างนี้เท่านั้น หลังจากสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วปรากฏว่านักเรียนกลุ่มนี้มีเพียง 508 คน เป็นนักเรียนชาย 319 คน นักเรียนหญิง 189 คน

5. เกรดที่วิทยาลัยครูทุกแห่งให้นักเรียน ถือนำหนัก $ก = 4$, $ข = 3$, $ค = 2$, $ง = 1$ และ $จ = 0$

6. นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูงเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการคัดเลือกจากนักเรียนมัธยมศึกษา 5 หรือประโยคเตรียมอุดมศึกษา ไม่นำมาคิดหาค่าสหสัมพันธ์ แต่เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยจากตัวพยากรณ์ที่เป็นแบบทดสอบ 3 อย่าง คือความเข้าใจทางภาษาไทย, มิตินัมพัทธ์ และคณิตศาสตร์เหตุผล

7. นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ที่นำมาศึกษานี้เป็นนักเรียนที่จะสำเร็จในปีการศึกษา 2510 นักเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ที่ตกค้างมาจากการศึกษาที่ไม่เอามาศึกษาด้วย

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง หมายถึงนักเรียนฝึกหัดครูที่กำลังเรียนอยู่ในวิทยาลัยครูตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง ของกรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ
2. วิชาเอกคณิตศาสตร์ หมายถึงวิชาหมวดหนึ่งที่กำหนดไว้ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2504 ซึ่งให้นักเรียนเลือกเรียนได้ตามความสมัครใจของตน
3. ตัวพยากรณ์ (Predictors) หมายถึงเครื่องมือชุดหนึ่งที่ใชพยากรณ์นักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ อันประกอบควยขอสอบความถนัดทางการเรียน 3 อย่าง คือความเข้าใจทางภาษาไทย, มิติสัมพันธ์, คณิตศาสตร์เหตุผลและเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
4. เกณฑ์ (Criteria) หมายถึงคะแนนหนึ่งที่ใช้เป็นหลัก ในที่นี้มีเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ทุกวิชาที่นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงซึ่งเลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ได้เรียนมาแล้ว ส่วนอีกอันหนึ่งคือเกรดเฉลี่ยของทุกวิชาที่นักเรียนกลุ่มนี้เรียนมา
5. เกรดเฉลี่ย หมายถึงผลการเอานำหนักที่ให้ในอักษรเกรด $ก = 4$, $ข = 3$, $ค = 2$, $ง = 1$, $จ = 0$ คูณเข้ากับจำนวนหน่วยกิตของแต่ละวิชา เอามารวมกันแล้วหารควยจำนวนหน่วยกิตทั้งหมด

ประโยชน์จากการค้นคว้า

จากการค้นคว้าปัญหานี้ทำให้ได้รับประโยชน์หลายประการคือ

1. ทำให้ได้ทราบถึงความแตกต่างของสมรรถภาพสมองคนต่าง ๆ จากแบบทดสอบที่ใช้อยู่กับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในแต่ละวิทยาลัยครู อันจะทำให้สามารถจำแนกได้ว่า นักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของวิทยาลัยครูใดอยู่ในอันดับที่เท่าไร ในด้านความเข้าใจทางภาษา, ในด้านมิติสัมพันธ์ และในด้านคณิตศาสตร์เหตุผล ซึ่งสมรรถภาพสมองทั้งสามอย่างนี้จะส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุด ¹²

¹² Anastasi, Anne, Psychological Testing, p. 173.

เมื่อทราบความแตกต่างของคะแนนนักเรียนแต่ละแห่งก็จะได้เป็นแนวทางแก่อาจารย์ผู้สอนว่าควร
จะหาทางแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอน และควรส่งเสริมสมรรถภาพใดอย่างไรในโอกาสต่อไป

2. การศึกษาครั้งนี้เป็นการหาความเที่ยงตรงแบบ ครอสแวลิดเต (Cross Validate)
ระหว่างวิทยาลัยครูทุกแห่งทั่วประเทศ ซึ่งจะทำให้ทราบความเที่ยงตรงของตัวพยากรณ์อย่างแท้
จริงและยังทราบแนวโน้มของการให้เกรดนักเรียนแต่ละวิทยาลัยครูว่ามีแนวโน้มไปตามกัน
เพียงใดเป็นจริงตามสมรรถภาพเด็กนักเรียนหรือไม่ นั่นก็คือนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำจากตัว
พยากรณ์จะได้เกรดเฉลี่ยต่ำด้วยหรือไม่

3. จะได้สมการไวพยากรณ์เกรดเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ในการเรียน โดยใช้สมการคณิตศาสตร์

$$GPA = B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + \dots B_nX_n + A \quad 13$$

ถ้า GPA เป็นเกรดเฉลี่ยที่ได้จากการพยากรณ์

$B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ เป็นสัมประสิทธิ์น้ำหนักของตัวแปร

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ เป็นตัวแปร n ตัว

สมการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ใช้พยากรณ์ได้สี่กรณีดังนี้คือ

(1) สมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของนักเรียน
ชายที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

(2) สมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของนักเรียน
หญิงที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

(3) สมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
ชั้นสูง ของนักเรียนชายที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

(4) สมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
ชั้นสูง ของนักเรียนหญิงที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์

การพยากรณ์ตามสมการที่กล่าวแล้วนี้ พยากรณ์ในช่วงของความคลาดเคลื่อนในการ
วัด (Error of measurement)

4. ใช้ในการแนะแนวเป็นรายบุคคล เมื่อนักเรียนคนใดต้องการทราบว่าเขาพอจะเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงได้สำเร็จเพียงใด ก็ใช้แบบทดสอบที่เป็นตัวพยากรณ์สอบนักเรียนคนนั้น แล้วพยากรณ์ไปตามสมการคะแนนเฉลี่ยพยากรณ์ อย่างน้อยที่สุดก็พอมองเห็นแนวทางบาง

5. จะเป็นสิ่งกระตุ้นเตือนอย่างหนึ่งให้ผู้ที่ศึกษาเรื่องนี้ในขั้นต่อไป ให้สามารถคัดแปลงนำไปใช้ในวิชาการอื่น ๆ ได้ และอาจนำองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับด้านเชาว์ปัญญา (Non - Intellectual) มาศึกษาประกอบกัน อันอาจจะทำให้การพยากรณ์แม่นยำมากยิ่งขึ้น

6. เป็นการเสริมสร้างให้เกิดความคิดริเริ่มในการพัฒนาการสร้างแบบทดสอบทางสมองตามแนวของต่างประเทศซึ่งเจริญมากก่อนแล้วเป็นเวลามากกว่า 60 ปี¹⁴ สามารถนำมาใช้เป็นประโยชน์เหมาะสมกับสภาวะธรรมชาติของคนไทย เพื่อให้ข้อสอบวัดสมรรถภาพทางด้านการพัฒนาสืบไปควบคู่กับการศึกษาทางด้านจิตวิทยาและการวัดผลการศึกษา

7. จะโคทราบแนวโน้มของสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ เช่นทางด้านความเข้าใจ ภาษา, ทางด้านมิติสัมพันธ์ และทางด้านคณิตศาสตร์เหตุผล ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงของวิทยาลัยครูแต่ละแห่งเปรียบเทียบกับทั่วประเทศ ซึ่งอาจจะเป็นข้อเสนอแนะในการคัดเลือกนักเรียนระดับนี้ที่มีเกรดสูงเพื่อศึกษาต่อที่วิทยาลัยวิชาการศึกษา ดังที่เคยคัดเลือกกันมาเป็นรายปี

8. เพื่อจะได้ใช้เปรียบเทียบนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรเก่าปีพหศักราช 2504 กับนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุงใหม่ซึ่งได้ดัดแปลงแก้ไขเปลี่ยนเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมในปี 2510¹⁵ หากต้องการเปรียบเทียบและประเมินคุณภาพบางประการในโอกาสต่อไป.

¹⁴ Chauncey, Henry ; Dobbin, John E., Testing : Its Place in Education Today, p. 3.

¹⁵ ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง
พหศักราช 2510 หน้า 35 - 39

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้

การพยากรณ์อย่างมีเหตุผลโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องอาศัยเครื่องมือที่พอจะเชื่อถือได้ ไม่ใช่แต่จะใช้วิธีการมองดูหรือสังเกตนักเรียนแล้วทำนายว่านักเรียนคนนั้นสามารถเรียนวิชานั้นได้สำเร็จดังความปรารถนา ซึ่งเป็นวิธีการที่เลื่อนลอยไม่มีหลักเกณฑ์อย่างนี้ไม่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อวิชาการวัดผลการศึกษาและวิธีการทางสถิติเจริญขึ้น การพยากรณ์ในลักษณะต่าง ๆ จึงเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น มีการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้มากขึ้น แต่ในประเทศไทยเรากการศึกษาเรื่องนี้ยังไม่มีใครทำมาก่อนเลย เอกสารที่อ้างอิงต่อไปนี้จึงเป็นเอกสารจากการศึกษาของต่างประเทศเสียเป็นส่วนใหญ่

การศึกษาหาความแตกต่างทางสมรรถภาพสมองของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ปรากฏจากการศึกษาของ โรเบอรัท เอ. แจ็คสัน¹ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนิสิตชายและนิสิตหญิงจากการใช้แบบทดสอบสมรรถภาพสมอง เอ. ซี. อี. (ACE Psychological Test) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการศึกษาของ ลินส์² พบว่า เมื่อใช้แบบทดสอบอเมริกา เคาน์ซิล ไชโคโลยีคัล เอ็กแซมมิเนชัน (American Council Psychological Examination) แล้วนิสิตชายได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านิสิตหญิง

ในสหรัฐอเมริกา การนำเอาคะแนนเฉลี่ยจากระดับชั้นมัธยมมาพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนในระดับวิทยาลัยใช้กันอย่างแพร่หลาย ในปี ค.ศ. 1917 ลินคอล์น (Lincoln) รายงานว่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระดับชั้นมัธยมกับคะแนนของนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด จำนวน 253 คน มีค่าเท่ากับ .69 ในปี ค.ศ. 1920 จอร์แดน (Jordan) พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยระดับชั้นมัธยมกับเกรดเฉลี่ยของนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยอะแคนซอส มีค่าเท่ากับ .50 ซีเกล (Segel) รวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์

¹ Jackson, Robert A. "Prediction of The Academic Success of College Freshmen Michigan State College," Journal of Educational Psychology 46 : 296 - 301, May, 1955.

² Lins, L.J. "Probability Approach to Forecasting University Success with Measured Grades as The Criterion," Educational and Psychological Measurement, 10 : 386 - 391, 1950.

ในระดับวิทยาลัย โดยใช้เกรดเฉลี่ยของชั้นมัธยมที่มีผู้ศึกษาไว้ถึง 23 คนนั้น ปรากฏว่า สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .26 ถึง .69³ ซึ่งนับว่าเกรดเฉลี่ยของระดับชั้นก่อน เขาเรียนมหาวิทยาลัยสามารถพยากรณ์ได้ดีพอสมควร

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 เป็นต้นมา นิยมใช้ข้อสอบความถนัดพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในระดับ มหาวิทยาลัยกันอย่างกว้างขวาง ในปี ค.ศ. 1920 แอนเคอร์สันรายงานวาทะสัมพันธ์ ระหว่างเกรดเฉลี่ยภาคเรียนแรกของนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยเยลจำนวน 373 คน กับข้อสอบ ความถนัดชื่อ อาร์มี แอลฟา (Army Alpha) มีค่าเท่ากับ .38 ในปีเดียวกันนี้ จอร์แดน พบว่า เกรดของนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัยอะแคนซอสจำนวน 485 คน กับข้อสอบ อาร์มี แอลฟา มีสหสัมพันธ์เท่ากับ .49 ในปี ค.ศ. 1934 ซีเกล รวบรวมรายงานการค้นคว้าเกี่ยวกับการหา ค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบทางสมองกับเกรดของนิสิตวิทยาลัย จากรายงานที่มีผู้ทำไว้ถึง 103 ฉบับปรากฏว่า 83 ฉบับ มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .35 ถึง .54, เกาฉบับมีค่าสหสัมพันธ์ น้อยกว่า .35, และมีเพียง 11 ฉบับในจำนวน 103 ฉบับที่ค่าสหสัมพันธ์สูงกว่า .54 ในปี ค.ศ. 1951 เซนซี (Chauncy) และเฟรเดอริกเซน (Fredericksen) ชี้ให้เห็นว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อสอบความถนัดต่าง ๆ กับเกรดของนิสิตปีที่หนึ่งเปลี่ยนแปลงค่าตั้งแต่ 0 ถึง .70 มีพื้นฐานของสหสัมพันธ์เท่ากับ .45 โดยมากอาจค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อทดสอบ ความถนัดทางการเรียน ซี. อี. อี. บี. (CEEBS) และเกรคนิสิตปีที่หนึ่งของมหาวิทยาลัย ฮาร์วาร์ดหลายกลุ่ม ค่าสหสัมพันธ์ของข้อสอบคานภาษากับเกณฑ์มีพิสัยจาก .34 ถึง .52 มีพื้นฐานเท่ากับ .44 ขณะเดียวกันค่าสหสัมพันธ์ของสมรรถภาพคานคณิตศาสตร์กับเกณฑ์มีพิสัย จาก .25 ถึง .55 และมีค่าสหสัมพันธ์มีพื้นฐานเท่ากับ .47 ในปี 1957 ฟิชแมน (Fishman) หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบ เอส. เอ. ที. (SAT) ทั้งคานภาษาและคณิตศาสตร์กับเกรด ภาคเรียนที่หนึ่งในวิทยาลัย ค่าสหสัมพันธ์สหสัมพันธ์มีพิสัยจาก .14 ถึง .57 มีพื้นฐาน .35⁴

³ Bloom, Benjamin S.; Peters, Frank R., The Use of Academic Prediction Scales, pp. 8 - 9.

⁴ Ibid. pp. 19 - 22.

สตรีกเกอร์, ชีฟแมน และรอสส์⁵ ศึกษาหาตัวพยากรณ์ที่ใช้พยากรณ์ผลการสอบในวิทยาลัยจาก จำนวนนักเรียนชาย 225 คน ใช้แบบทดสอบ เอส. เอ. ที. ด้านภาษา (SAT - Verbal) และ เอส. เอ. ที. ด้านคณิตศาสตร์ (SAT - Mathematics) ปรากฏว่าสามารถพยากรณ์เกรดเฉลี่ยโคเลาสหสัมพันธ์บุคคลเท่ากับ .54 สำหรับด้านภาษากับเกรดระดับมัธยมโคเลาสหสัมพันธ์เท่ากับ .37 ส่วนด้านคณิตศาสตร์กับเกรดชั้นมัธยมโคเลาสหสัมพันธ์เท่ากับ .73 จากการศึกษาทำนองเดียวกันนี้ บอยส์ และแพ็กสัน⁶ ศึกษาในลิตที่วิทยาลัยทรอย สเตต (Troy State College) เพื่อหาตัวพยากรณ์ที่ดีโดยใช้แบบทดสอบ 11 ชนิดทดสอบในลิตปีหนึ่ง จำนวน 100 คน ในจำนวนนี้มีแบบทดสอบความถนัด เอส. ซี. เอ. ที. (SCAT) และขอสอบ เอส. เอ. ที. (SAT) ด้วย เมื่อไปหาความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยแล้ว ผลปรากฏว่าขอสอบ เอส. ซี. เอ. ที. ทางด้านภาษามีความสัมพันธ์เท่ากับ .49, ทางด้านตัวเลขมีความสัมพันธ์เท่ากับ .42 รวมทั้งฉบับมีความสัมพันธ์เท่ากับ .46 สำหรับขอสอบ เอส. เอ. ที. ด้านภาษามีความสัมพันธ์เท่ากับ .36, ด้านคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เท่ากับ .36 รวมทั้งฉบับมีความสัมพันธ์เท่ากับ .46 นอกจากนี้เขายังเอาเกรดเฉลี่ยระดับมัธยมหาความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์โคเลาสหสัมพันธ์เท่ากับ .35 ในปี 1961 ชวาล แพรัตกุล⁷ ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนชุดหนึ่งใช้สอบ

⁵ Stricker, Lawrence J.; Schiffman, Harold ; Ross, John "Prediction of College Performance with The Myers - Briggs Type Indicator," Educational and Psychological Measurement, 4 : 1081 - 1095, 1965.

⁶ Boyce, Richard W.; Paxson, R.C., "The Predictive Validity of Eleven Tests At One State College," Educational and Psychological Measurement, 4 : 1143 - 1147, 1965.

⁷ Paeratakul, Chawal "An Investigation of The Efficiency of The Indiana University Freshman Orientation Test Battery and Its Implications for Counseling and Guidance," Doctor's Thesis, p. 227, 1961.

นิสิตปีหนึ่งมหาวิทยาลัยอินเดียนา (Indiana University) ปรากฏว่าแบบทดสอบชุดนี้มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับเกรดเฉลี่ย .5625

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับการหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ในระดับวิทยาลัยของไทย มีผู้ทำดังนี้คือ พจน์ สะเพียรชัย⁸ ศึกษาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของคะแนนจากข้อสอบที่ใช้สอบเข้าวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ก่อนที่จะมีการสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน ปรากฏว่าไคคาสหสัมพันธ์พหุคูณจาก .4508 ถึง .5793 อีกผู้หนึ่งที่ศึกษาเรื่องทำนองเดียวกันนี้คือ ภิญโญ สารร⁹ ศึกษาประสิทธิภาพของมหาวิทยาลัยของปีการศึกษา 2499 - 2503 โดยเอาคะแนนประโยคเตรียมอุดมศึกษามาหาสหสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยทุกวิชาทุกปีที่ศึกษาในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยไคคาสหสัมพันธ์ .384

เอกสารที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการศึกษาหาตัวพยากรณ์ที่ใช้เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนระดับวิทยาลัย จะเห็นว่าตัวพยากรณ์ที่วัดความเที่ยงตรงสูงมีอยู่สามชนิด ชนิดแรกคือเกรดเฉลี่ยระดับชั้นมัธยม ชนิดที่สองคือคะแนนความถนัดทางการเรียน และชนิดที่สามคือคะแนนข้อสอบผลสัมฤทธิ์¹⁰ ในระดับวิทยาลัยครูของเราก็คงจะมีผลคล้ายคลึงกัน นั่นก็คือตัวพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ควรจะเป็นเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาอย่างหนึ่ง คะแนนความถนัดทางการเรียนชุดหนึ่ง และคะแนนจากข้อสอบผลสัมฤทธิ์อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งน่าจะได้อีกศึกษากันไป

สำหรับเอกสารการศึกษาเกี่ยวกับตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์นั้น โรเจอร์ เป็นคนแรกที่พัฒนาข้อสอบเพื่อใช้ในการพยากรณ์สมรรถภาพในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสร้าง

⁸ Sapianchiay, Poj, "The Predictive Efficiency of the Entrance Examination at The College of Education, Bangkok Thailand", Doctor's Thesis p. 172, 1963.

⁹ ภิญโญ สารร, "ความสำเร็จในการศึกษาชั้นมหาวิทยาลัยเปรียบเทียบกับการศึกษาชั้นเตรียมอุดมศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรีที่ออกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปีการศึกษา 2499 - 2503" รายงานการวิจัย แผนกวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 95

¹⁰ Bloom, Benjamin S.; Peter, Frank R., Op. cit p. 32.

แบบทดสอบขึ้นเป็นสองชุด ชุดแรกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชา ฟิสิกส์และเรขาคณิต ชุดที่สองเป็นแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียนประกอบด้วยข้อสอบชุดย่อย ๆ อยู่สี่ชุด คือ แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข, แบบทดสอบมิติสัมพันธ์, แบบทดสอบอุปมาอุปไมย และแบบทดสอบเติมความทางภาษาให้สมบูรณ์ ข้อสอบชุดที่สองนี้เป็นข้อสอบวัดสมรรถภาพสมองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์¹¹ ซึ่งมีลักษณะคล้ายข้อสอบความถนัดทางการเรียนในปัจจุบันอยู่บางเหมือนกัน อย่างไรก็ตามตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ก็มีไข้อยู่กับข้อสอบสองชุดแบบของโรเจอร์แตรอย่างเดี่ยว อาจจะมีตัวแปรอื่น ๆ อีกมาก จากการศึกษาคของ คักลาส¹² พบว่าตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีนั้นคือ เกรดเฉลี่ยของปีที่ผ่านมา, เขาวนปัญญาทั่วไป, ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา และแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่พยากรณ์ได้ดี ซึ่งเป็นความเห็นเดียวกันกับ ฮิลเดรธ¹³ ที่เขียนไว้ในหนังสือของเขาว่า นักจิตวิทยาอังกฤษพบว่า เขาวนปัญญาทั่วไป (General Intelligence) เป็นตัวพยากรณ์หนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ก็ไม่ได้บอกว่าเขาวนปัญญาทั่วไปนั้นมีอะไรบางอย่าง หรือประกอบด้วยอะไร เวอร์นอน¹⁴ กล่าวว่า เขาวนปัญญานั้นไม่เป็นสิ่งคงที่แน่นอน ถ้าเป็นแบบเขาวนปัญญาทั่วไปด้วยแล้วจะเปลี่ยนแปลงไปตลอดชีวิต แบบทดสอบเขาวนปัญญาทั่วไป (General Intelligence Test) นั้น ไม่มีแบบไหนที่สร้างแล้ววัดเขาวนปัญญาได้จริง ๆ ในตัวข้อสอบวัดเขาวนปัญญาเองมักจะประกอบไปด้วยคำถามภาษาที่มีความหมายหรือไม่ก็เป็นคำถามรูปภาพอยู่ถึง 50 % แตรอย่างไรก็ตาม เฟออสท์¹⁵ กล่าวว่า

¹¹ Freeman, Frank N., Mental Test, pp. 192 - 193.

¹² Douglass, Harl R., "The Prediction of Pupil Success in High School Mathematics" Mathematics Teacher, 28 : 489 - 504, 1935.

¹³ Hildreth, G.H., Introduction to The Gifted, p. 30.

¹⁴ Vernon, P.E., Intelligence and Attainment Test, pp. 42 - 177.

¹⁵ Furst, T. Edward, "Validity of Some Objective Scale of Motivation for Predicting Academic Achievement," Educational and Psychological Measurement, 26 : 927 - 933, 1966.

การสร้างตัวพยากรณ์ใด ๆ นั้นจะให้เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดได้ ก็ต้องสร้างเนื้อหาของตัวพยากรณ์ให้เป็นตัวแทนโดยตรง หรือเป็นตัวแทนเท่าที่สามารถจะเป็นไปได้กับตัวเกณฑ์ที่ใช้เป็นหลัก

การศึกษาลักษณะของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช่วิธีทดสอบความถนัดที่เป็นมาตรฐานแล้วนิยมกันมาก เบเนตต์, ซีชอร์ และเวสมัน¹⁶ ศึกษาความเที่ยงตรงของข้อสอบ ดี. เอ. ที. (DAT) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่มีชื่อเสียงมาก แบบทดสอบนี้ประกอบไปด้วยแบบทดสอบชุดย่อย ๆ หลายชุด ปรากฏว่าองค์ประกอบที่มีความเที่ยงตรงสูงต่อการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูงคือ ข้อสอบวัดสมรรถภาพด้านภาษา มีค่าเท่ากับ .70, ข้อสอบวัดสมรรถภาพด้านตัวเลข มีค่าเท่ากับ .65, ข้อสอบวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ .53 ข้อสอบวัดสมรรถภาพทั้งสามด้านที่กล่าวมาแล้วนี้ ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุด

ในปีต่อมา ฮิลล์¹⁷ ศึกษาองค์ประกอบบางประการที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย โดยศึกษานิสิตที่เรียนวิศวกรรมศาสตร์, ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ จำนวน 148 คน เกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาคือ เกณฑ์เฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า สมรรถภาพด้านตัวเลข (N - factor) ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ .44, สมรรถภาพด้านภาษา (V - factor) ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ .28 และสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (S - factor) ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ .58 ถ้ามองดูผลจากสมรรถภาพสมองทั้งสามประการที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว แสดงว่าผลการศึกษาของเบเนตต์ และฮิลล์ชักรันแต่ก็อาจเป็นไปได้ในเมื่อการศึกษาของสองคนนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม รายการวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างอาจจะไม่เหมือนกันก็ได้

¹⁶ 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.

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

คราวเกอร์¹⁸ ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โฮลซิงเกอร์ - คราวเกอร์
 ยูนี - แฟคเตอร์ (Holzinger - Crowder Uni - Factor Test) ขอบข่ายประกอบด้วย
 ขอบข่ายวัดสมรรถภาพย่อย ๆ สี่ชนิด คือ สมรรถภาพด้านภาษา (Verbal Ability),
 สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (Space Ability) สมรรถภาพด้านตัวเลข (Number Ability)
 และสมรรถภาพด้านเหตุผล (Reasoning Ability) ปรากฏว่าขอบข่ายชุดนี้มีความเที่ยงตรง
 ของวิชาคณิตศาสตร์ดังนี้ สมรรถภาพด้านภาษามีความเที่ยงตรงเท่ากับ .51, สมรรถภาพด้าน
 มิติสัมพันธ์มีความเที่ยงตรงเท่ากับ .35, สมรรถภาพด้านตัวเลขมีความเที่ยงตรงเท่ากับ .53
 และสมรรถภาพด้านเหตุผลมีความเที่ยงตรงเท่ากับ .60 แสดงว่าสมรรถภาพสมองที่ส่งผลต่อ
 การเรียนคณิตศาสตร์มากที่สุดของขอบข่ายชุดนี้ คือ สมรรถภาพด้านเหตุผล, สมรรถภาพด้าน
 ตัวเลข, สมรรถภาพด้านภาษา และสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ ลดหลั่นกันตามลำดับ

แคมป์เบลล์¹⁹ ศึกษาความเที่ยงตรงของข้อสอบที่ใช้กับนิสิตที่กำลังศึกษาหลักสูตร
 วิศวกรรมศาสตร์มาสองปี จำนวน 406 คน ของสถาบันมินนิโซตา อินสติทิว ออฟ เทคโนโลยี
 (Minnesota Institute of Technology) ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวพยากรณ์มี เกเรคของระดับ
 มัธยม, คะแนนสอบความถนัดทางการเรียนทั่วไป, สอบความถนัดทางคณิตศาสตร์และสอบ
 ทางการเขียนสองฉบับ เกณฑ์ (Criteria) ที่ใช้คือเกรดเฉลี่ย (GPA) ของ 20 รายวิชา
 ปรากฏว่า ตัวพยากรณ์ทั้งสี่อย่าง ส่งผลต่อการเรียนของนิสิตกลุ่มนี้อยู่ระหว่าง .45 ถึง .55
 นั่นก็คือ คาสหสัมพันธ์พหุคูณเป็น .45 ถึง .55

การศึกษาเพื่อจะค้นหาเครื่องมือพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และ

¹⁸ Crowder, Norman A. "The Holzinger - Crowder Uni - Factor Test,"
The Personnel and Guidance Journal, pp. 512 - 517, April, 1957.

¹⁹ Cambell, John Paul, "The Use of Evaluation of An Iterative
 Multiple Regression Technique for Enhancing The Prediction of Academic
 Success by Criterion Grouping" Dissertation Abstract xxvi : 862 - 863, 1965.

วิทยาศาสตร์เป็นที่สนใจในวงการศึกษาลดลงมา บราวน์และจอห์นสัน²⁰ พยายามใช้แบบทดสอบมาตรฐานหลายชุด เพื่อค้นหาเครื่องมือใช้แยกศักยภาพในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ปริมาณาคานเหตุผล (Quantitative reasoning) หมายถึงตัวเลขที่เป็นโจทย์ปัญหาต่าง ๆ นั้นเอง
 2. ความเข้าใจทางภาษา (Verbal comprehension) ผู้ที่จะเป็นนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ได้จะต้องมีความสามารถในการอ่าน เข้าใจความหมายทางภาษาได้ดีด้วย
 3. เหตุผลทางการใช้เครื่องกล (Mechanical reasoning) แบบทดสอบนี้ใช้ค้นหาศักยภาพความสามารถของนักวิทยาศาสตร์
 4. เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract reasoning) ทดสอบแบบนี้วัดสมรรถภาพการแปลความสัมพันธ์ของรูปที่เขียนขึ้นประกอบคำอธิบาย ซึ่งมักจะเป็นรูปหรือความหมายที่ต้องแปลความและเข้าใจไต่ยาก
 5. การมองเห็นมิติแบบต่าง ๆ (Spatial visualization) สมรรถภาพอันนี้ช่วยแยกความถนัดของผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์, วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี นอกจากที่กล่าวมานี้สมรรถภาพที่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ก็เป็นตัวพยากรณ์ได้ดีกว่าสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งใช้เวลาในการทำน้อย
- จะเห็นได้ว่าตัวพยากรณ์ทุกอย่างที่กล่าวมาแล้วนั้น ตัวที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ก็คือสมรรถภาพด้านปริมาณเหตุผล, ด้านความเข้าใจทางภาษา และด้านการมองเห็นภาพมิติแบบต่าง ๆ สัมพันธ์กัน ฉะนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงนำเอาสมรรถภาพทั้งสามประการดังกล่าวมาเกี่ยวข้องกับควมมีอยู่หลายคนที่ศึกษาและให้ข้อเสนอแนะว่าผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ค่านั้นควรมีสมรรถภาพสมองด้านใดบ้าง และควรที่จะสร้างข้อสอบวัดด้านใด เช่น

²⁰ Brown, K.E.; Johnson, Philip G., Educational for Talented in Mathematics and Science, pp. 3 - 4.

แมคครีรี²¹ กล่าวว่าในบทความปรัชญาการศึกษาว่า ผู้ที่จะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี มีความคล่องแคล่วว่องไวนั้น ต้องประกอบด้วยสมรรถภาพ ดังนี้

1. สมรรถภาพในการใช้, คัดแปลงและประดิษฐ์คิดค้นสัญลักษณ์แทนความคิด
2. สมรรถภาพในการใช้พิจารณาส่วนย่อยเพื่อเป็นลื่อนำไปสู่ขอยุติ
3. สมรรถภาพเพื่อที่จะพิสูจน์ว่าขอยุติที่กำหนดให้นั้นเป็นความจริง
4. สมรรถภาพที่จะค้นคว้าหาขอยุติแบบใหม่
5. สมรรถภาพที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างระบบของคณิตศาสตร์ กับสถานการณ์ทางกายภาพ การสำนึกกระดิกได้ และการเลือกระบบอันเหมาะสมมาใช้
6. สมรรถภาพที่จะค้นคว้าโดยการใช้วิธีอุปมาอุปไมยในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่แตกต่างกันออกไป

การศึกษาแบบเดียวกันนี้ เป็นรายงานของ รูเซนบลูม, คราฟท์ และราชารัตนาม²² ซึ่งทำการศึกษาค้นคว้าอยู่ ณ ศูนย์การทดลองการสอนคณิตศาสตร์ที่เมืองมินนิโซตา (Minnesota) กล่าวว่า การทดลองสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันผลจะเป็นอย่างไรอยู่ที่ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ เขากล่าวต่อไปอีกว่า ไม่มีแบบทดสอบฉบับใดที่มีผลจริง ๆ ทว่าการพยากรณ์นักเรียนคณิตศาสตร์ จากการประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบเดิมกับประเมินผลโดยใช้วิธีการใหม่ ชี้ให้เห็นว่า สมรรถภาพในการเรียนของนักเรียนเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพราะขบวนการศึกษามีสิ่งเคลื่อนไหว ไม่อยู่กับที่ เขาจึงลงมติให้สร้างแบบทดสอบชุดใหม่ขึ้น เพื่อใช้พยากรณ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ขอสอบชุดใหม่นี้ควรประกอบด้วยสมรรถภาพคานทาง ๆ ดังนี้คือ

²¹ Mc Creery, L.R., "A Philosophy of Education," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning, 2 : 3 - 7, August, 1964.

²² Rosenbloom, P.C.; Draft, Charles ; Rajaratnam, Nageswari, "Report on The Work by The Minnesota School Mathematics Center," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning, 2 : 9 - 13, August, 1964.

1. เหตุผลแบบนามธรรม (Abstract reasoning)
 2. เหตุผลทางภาษา (Verbal reasoning)
 3. เหตุผลทางการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic reasoning)
 4. เหตุผลทางตัวเลขและความจริงเกี่ยวกับตัวเลข (Number reasoning and Number fact)
 5. การคิดแบบคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking)
- ที่กล่าวนี้ก็เป็นเพียงข้อเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบเท่านั้น สำหรับแบบทดสอบที่สร้างตามแนวคิดนี้ยังไม่ปรากฏออกมาเป็นตัวแทน
- ผู้ที่กล่าวสนับสนุนว่า สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือ แรนนัคซี²³ เขากล่าวว่าการเรียนคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง เพราะคณิตศาสตร์ทุกวิชาแม้แต่ แคลคูลัส (Calculus) เวลาคำนวณต้องใช้คุณสมบัติทางมิติสัมพันธ์การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์นั้นทุกคนมักจะลงมือด้วยการขีดเขียนรูปหรือนึกภาพเอาในอวกาศ ถ้าสามารถมองรูปอันสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนได้ดี การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก็จะง่ายขึ้น เขายังกล่าวว่า ศาสตราจารย์ เฟลิกซ์ เบอรุสไตน์ (Felix Bernstein) นักคณิตศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ของโลกคนหนึ่ง สนับสนุนเรื่องที่ว่า ครูควรใช้แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ เพื่อพยากรณ์สมรรถภาพของนักเรียนไว้ชั้นหนึ่งก่อน และแสดงความคิดเห็นต่อไปว่าข้อสอบความถนัดทางคณิตศาสตร์ควรประกอบด้วยองค์ประกอบสามประการ คือ รูปทรงเรขาคณิต, ความสัมพันธ์ของการใช้หลักพีชคณิต และตรรกวิทยาบริสุทธิ์ (Pure logic) นักเรียนบางคนเก่งเรขาคณิตอาจสอบพีชคณิตตก หรือนักเรียนบางคนเก่งพีชคณิตอาจสอบเรขาคณิตตกก็ได้ เลยพลอยทำให้นักเรียนเกลียดคณิตศาสตร์ไปด้วย จึงเห็นสมควรอย่างยิ่งที่นักเรียนจะได้ออกข้อสอบวัดสมรรถภาพสมอง (Psychological Tests) และครูคณิตศาสตร์ควรมีแผนติดตามผลของข้อสอบอันนี้ มิฉะนั้นก็ไม่เกิดประโยชน์อะไรแก่ครูและนักเรียนเลย

²³ Rannucci, Ernest R., "The Role of The Space Perception in The Teaching Mathematics," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning, vii : 19 - 23, October, 1964.

แรนนัชี ยังกล่าวอีกว่า ความสำคัญขององค์ประกอบมิติสัมพันธ์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ไม่ควรจะเพิกเฉย การเรียนเลขคณิต, พีชคณิต และเรขาคณิต การแก้สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ทุกอย่างส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางมิติสัมพันธ์

เวอร์เคสลิน ศึกษาว่า สมรรถภาพสมองด้านใดใช้พยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีที่สุด โดยใช้แบบทดสอบ 36 อย่าง ผลปรากฏว่า สมรรถภาพสมองที่จะใช้พยากรณ์ผลการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี คือสมรรถภาพสมองด้านตัวเลข, สมรรถภาพสมองด้านภาษา, สมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์, สมรรถภาพสมองด้านอนุमान และสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ²⁴

การพยากรณ์ใด ๆ โดยใช้แบบทดสอบหลายฉบับ และหลายสมรรถภาพนั้นมักจะออกมาเป็นรูปสมการแบบคณิตศาสตร์ อันประกอบด้วยเกณฑ์ (Criterion) ตัวแปรต่าง ๆ (Variables) คาสโลปหรือน้ำหนักคะแนน (Slope or Score weight) และค่าตัวคงที่ (Constant) เวลล์แมน ²⁵ ศึกษาตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมัธยมตอนปลาย โดยใช้ข้อสอบ โอติส แกมมา (Otis Gamma) และ พี. เอ็ม. เอ. (PMA) เป็นตัวพยากรณ์ ใช้คะแนนที่ครูให้เป็นเกณฑ์ สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ตัวที่พยากรณ์ได้ดีที่สุด คือ คะแนนจากข้อสอบ โอติส แกมมา โอคิว มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .67, พี. เอ็ม. เอ. มิติสัมพันธ์ (PMA - Space) มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .70 และ พี. เอ็ม. เอ. ตัวเลข (PMA - Number) มีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .75 และได้สมการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$\text{ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์} = .28233 \text{ Ot.} + .19755 \text{ Sp.} + .11992 \text{ N.} + 48.77$$

²⁴ Smith, Macfarlane, Spatial Ability, p. 115.

²⁵ 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.

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = ± 4.00

อีกคนหนึ่งศึกษาทำนองเดียวกันนี้คือ ฟรานซิส²⁶ ซึ่งศึกษาหาตัวพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ของวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ และแคลคูลัส ในมหาวิทยาลัยมิสซูรี (Missouri) โดยใช้แบบทดสอบ The Algebra Mathematics Advanced Placement Test (AMAPT) และทดสอบ The Quantitative School and College Ability Test (QSCAT) เป็นตัวพยากรณ์ ผลปรากฏว่าทดสอบ AMAPT มีสหสัมพันธ์กับวิชาแคลคูลัสเท่ากับ .40, QSCAT มีสหสัมพันธ์กับวิชาแคลคูลัสเท่ากับ .47 ถ้าให้ $\tilde{X}_1$ แทนวิชาแคลคูลัส, X_2 แทนทดสอบ AMAPT, X_4 แทนทดสอบ QSCAT จะได้สมการพยากรณ์ดังนี้

$$\tilde{X}_1 = .06415 X_2 + .29764 X_4 + 4.57174$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = ± 4.097

²⁶ Francis, Richard Lee, "A Study of The Value of Selected Test Scores for Predicting Success in Analytic Geometry and Calculus," Dissertation Abstract 12 : 7166, 1966.

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และเทคนิคการค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ได้แก่นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ในวิทยาลัยครูต่าง ๆ รวม 13 แห่ง ในปีการศึกษา 2510 ซึ่งทางวิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่งส่งรายชื่อมาใหม่แสดงไว้ในตาราง 1.

ตาราง 1. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ในแต่ละวิทยาลัยครู

สถานศึกษา	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
วค. จันทระเกษม	36	22	58
วค. เชียงใหม่	21	7	28
วค. นครราชสีมา	36	23	59
วค. บานสมเด็จเจ้าพระยา	87	29	116
วค. เพชรบุรี	25	12	37
วค. พิบูลสงคราม	45	25	70
วค. มหาสารคาม	8	6	14
วค. ยะลา	24	18	42
วค. สงขลา	30	19	49
วค. สอนคิสิท	-	10	10
วค. สอนสนันหา	62	55	117
วค. อครธานี	21	6	27
วค. อปสรราชธานี	25	14	39
รวมทั้งสิ้น	420	246	666

จากตาราง 1. แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนชายมีจำนวนมากกว่านักเรียนหญิง คือนักเรียนชายมี 63.06 % ส่วนนักเรียนหญิงมี 36.94 %

จากการทดสอบกลุ่มประชากรกลุ่มนี้ปรากฏว่านักเรียนที่เข้ามาเข้าทำการสอบจริงมีจำนวนลดน้อยลงบางในวิทยา ด้วยกฎบางแห่ง ทั้งนี้เพราะนักเรียนไม่มาเรียนอันเนื่องจากติดธุระจำเป็น และลาป่วยในวันเวลาที่กำหนดสอบ จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบจริงแสดงไว้ในตาราง 2.

ตาราง 2. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ เข้าสอบแบบทดสอบในการศึกษาคครั้งนี้

สถานศึกษา	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
วค.จันทรเกษม	30	21	51
วค.เชียงใหม่	18	7	25
วค.นครราชสีมา	36	23	59
วค.บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	52	12	64
วค.เทพสตรี	22	12	34
วค.พิบูลสงคราม	45	25	70
วค.มหาสารคาม	8	6	14
วค.ยะลา	23	17	40
วค.สงขลา	30	19	49
วค.สวนดุสิต	-	10	10
วค.สวนสุนันทา	55	45	100
วค.อุดรธานี	21	6	27
วค.อุบลราชธานี	17	13	30
รวมทั้งสิ้น	357	216	573

๔

นักเรียนที่เข้าสอบแบบทดสอบเปรียบเทียบกับประชากรของนักเรียนกลุ่มนี้แล้ว เข้าสอบ 86.03 % นักเรียนชายเข้าสอบ 85.00 % นักเรียนหญิงเข้าสอบ 87.81 % รายละเอียดเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์นักเรียนในวิทยาลัยครูแต่ละแห่งที่เข้าสอบแสดงไว้ในตาราง 3.

ตาราง 3. เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบกับประชากรของนักเรียน
กลุ่มเดียวกัน ในแต่ละวิทยาลัยครู

สถานศึกษา	นักเรียนชาย			นักเรียนหญิง			รวม		
	ทั้งหมด	เข้าสอบ	คิดเป็น %	ทั้งหมด	เข้าสอบ	คิดเป็น %	ทั้งหมด	เข้าสอบ	คิดเป็น %
วค.จันทระเกษม	36	30	83.33	22	21	95.45	58	51	87.93
วค.เชียงใหม่	21	18	85.71	7	7	100.00	28	25	89.29
วค.นครราชสีมา	36	36	100.00	23	23	100.00	59	59	100.00
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	87	52	59.77	29	12	41.38	116	64	55.17
วค.เทพสตรี	25	22	88.00	12	12	100.00	37	34	91.89
วค.พิบูลสงคราม	45	45	100.00	25	25	100.00	70	70	100.00
วค.มหาสารคาม	8	8	100.00	6	6	100.00	14	14	100.00
วค.ยะลา	24	23	95.83	18	17	94.44	42	40	95.24
วค.สงขลา	30	30	100.00	19	19	100.00	49	49	100.00
วค.สวนกุหลาบ	-	-	-	10	10	100.00	10	10	100.00
วค.สวนสุนันทา	62	55	88.71	55	45	81.82	117	100	85.40
วค.อุดรธานี	21	21	100.00	6	6	100.00	27	27	100.00
วค.อุบลราชธานี	25	17	68.00	14	13	92.86	39	30	76.92
รวมทั้งสิ้น	420	357	85.00	246	216	87.81	666	573	86.03

ในการคิดหาสหสัมพันธ์ของตัวแปร 6 ชนิด คือแบบทดสอบ 3 ชนิด, เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา, เกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง และเกรดเฉลี่ยของทุกวิชาในระดับเดียวกันนี้ จำเป็นต้องคัดเลือกนักเรียนบางกลุ่มออกไป เพราะขอมูลของตัวแปรทั้ง 6 ชนิด ไม่สมบูรณ์ วิทยาลัยครูที่คัดออกไปคือ วิทยาลัยครูจันทระเกษม ซึ่งส่วนใหญ่ของนักเรียนวิทยาลัยครูนี้คัดเลือกมาจากนักเรียนมัธยมศึกษา 5 หรือประโยคเตรียมอุดมศึกษา เกรดเฉลี่ยของระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาจึงไม่มีอีกแห่งหนึ่งที่คัดออกคือวิทยาลัยครูมหาสารคาม สาเหตุที่คัดออกเพราะนักเรียนสอบแบบทดสอบกับนักเรียนที่วิทยาลัยส่งรายการเกรดเฉลี่ยให้ไม่ตรงกันทุกคน มีการคลาดเคลื่อนไม่สามารถคิดสหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหกได้ จึงเหลือนักเรียนที่นำมาคิดสหสัมพันธ์จริง ๆ เพียง 508 คน คิดเป็น 88.66 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด จำนวนนักเรียนที่นำมาคิดสหสัมพันธ์แสดงไว้ในตารางที่ 4.

ตาราง 4. จำนวนนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ และนำมาคำนวณหาสหสัมพันธ์ของตัวแปร 6 ชนิด

สถานศึกษา	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
วค.เชียงใหม่	18	7	25
วค.นครราชสีมา	36	23	59
วค.บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	52	12	64
วค.เทพสตรี	22	12	34
วค.พิบูลสงคราม	45	25	70
วค.ยะลา	23	17	40
วค.สงขลา	30	19	49
วค.สวนกุหลาบ	-	10	10
วค.สวนสุนันทา	55	45	100
วค.อุดรธานี	21	6	27
วค.อุบลราชธานี	17	13	30
รวมทั้งสิ้น	319	189	508

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีอยู่ 2 วิธี คือโดยวิธีใช้แบบทดสอบและโดยการคัดลอกคะแนนจากระเบียนของวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

1. โดยการใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้มีอยู่ 3 ชนิด คือ แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย, แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผล แบบทดสอบทั้งหมดนี้เป็นแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน สร้างโดยอาศัยแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่มาตรฐานแล้วเป็นตัวอย่าง แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนที่นำมาเป็นตัวอย่าง คือแบบทดสอบ คอลเลจ บอร์ด สกอแลลาสติก แอ็บติจูด เทสต์ (College Board Scholastic Aptitude-Test), แบบทดสอบ อินจิเนียริง แอนด์ ฟิสิกส์ ไซแอนซ์ แอ็บติจูด เทสต์ (Engineering and Physical Science Aptitude Test), แบบทดสอบ ฟลานาแกน แอ็บติจูด คลาสซิฟิเคชัน เทสต์ (Flanagan Aptitude Classification Tests), แบบทดสอบ โคออปเปอเรทีฟ สกูล แอนด์ คอลเลจ อับิลิตี้ เทสต์ (Cooperative School and College Ability-Tests), และแบบทดสอบ แคลลิฟอเนีย เทสต์ ออฟ! เมนตัล แมทิวริตี (California Test of Mental Maturity) การสร้างแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดผลการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาแก้ไขปรับปรุงจนจึงได้นำเอาไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แบบทดสอบที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจึงมีลักษณะ ดังนี้

(1) แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple choice) มี 40 ข้อ แต่ละข้อมีตัวเลือก (Option) อยู่ 5 ตัว แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือประเภทคำตรงข้าม, ประเภทเติมคำ และประเภทแปลความหมาย

ก. ประเภทคำตรงข้าม เป็นแบบที่ให้หาคำที่มีความหมายตรงข้ามกับคำที่ขีดเส้นใต้ไว้ในข้อความนั้น ๆ มีอยู่ 10 ข้อ ดังตัวอย่าง

ข้อ (๐) อุดมอลวยนักก็ไม่ดี

ก. ชูเชิญ

ข. รัศกม

ค. บังคับ

ง. คลกคาม

จ. เขมงวด

ข. ประเภทเติมคำ เป็นแบบที่ให้หาคำใดคำหนึ่งในตัวเลือกเติมลงใน
ช่องว่างแล้วทำให้ประโยคนั้นได้ความสมบูรณ์ มีอยู่ 10 ข้อ ดังตัวอย่าง

ข้อ (๐) เมื่อวานนี้ซื้อกล้วยมา 2

ก. อัน

ข. ตัว

ค. ลูก

ง. ดอก

จ. พวง

ค. ประเภทแปลความหมาย แบบนี้โจทย์กำหนดข้อความสั้น ๆ ให้ข้อความ
ที่กำหนดให้สั้นทั้งร้อยแก้ว และโคลง ซึ่งนักเรียนไม่เคยเรียนมาในชั้นเรียน แล้วถามว่า
ให้นักเรียนแปลความ, ขยายความ และสรุปความ จากข้อความนั้น ๆ มีอยู่ 20 ข้อ
ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง. ใช้โคลงบทนี้ตอบคำถาม ข้อ (๐)

น้ำเคียวยุงวาเงี้ยว	ยงตาม
ทรายเหลืองหางbungาม	วานญา
ตาทรายยี่นิงงาม	พรายเพริศ
ลิงวาวหวังวาว	หวาดินโคดตาม

ข้อ (๐) ควรตั้งชื่อโคลงบทนี้ว่าอย่างไร ?

ก. ลิงลมกรรค

ข. ยุงรำแพน

ค. ภาพลวงตา

ง. งามธรรมชาติ

จ. ทรายหมายนิล

คำชี้แจง. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ให้เข้าใจ แล้วตอบคำถามข้อ (oo)

"ในทางเศรษฐกิจของประเทศชาติมีสิ่งที่ยึดกับเศรษฐกิจส่วนเอกชนอยู่อย่างหนึ่งคือ สำหรับเอกชนยังมีเงินเก็บกักตุนไว้มากเท่าใดก็ถือว่ามีความดี แต่ในส่วนประเทศชาตินั้น การที่ราษฎรมีเงินเก็บไว้มาก ๆ แตะอยู่เฉย ๆ นั้นหาไม่ประโยชน์ไม่"

ข้อ (oo) ข้อความนี้จะเป็นบทความในเรื่องใด ?

- ก. การค้า
- ข. การคลัง
- ค. การศึกษา
- ง. การเมือง
- จ. การปกครอง

(2) แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ เป็นแบบทดสอบประเภทรูปภาพทั้งหมด (Non-verbal test) ข้อสอบแบบนี้มีความมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนวิเคราะห์รูปภาพต่าง ๆ ที่ให้ว่ามีรูปภาพที่กำหนดให้อันใดซ่อนอยู่ในคำถาม แบบทดสอบมิติสัมพันธ์แบบซ่อนภาพนี้มี 5 ตอน ตอนละ 10 ข้อ รวมคำถามทั้งหมด 50 ข้อ ดังตัวอย่าง

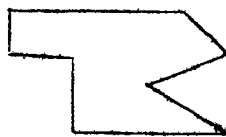
คำชี้แจง. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่กำหนดให้ 5 ภาพ คือ ก, ข, ค, ง, หรือ จ, แล้วพิจารณาในข้อคำถามแต่ละข้อว่ามีภาพใดใน 5 ภาพที่กำหนดไว้นั้นซ่อนอยู่ ภาพที่ซ่อนอยู่นั้นจะมีขนาดและทิศทางแบบเดียวกับภาพที่กำหนดทุกประการ แต่ละคำถามจะมีภาพใดภาพหนึ่งที่กำหนดซ่อนอยู่เพียงภาพเดียวเท่านั้น



ก



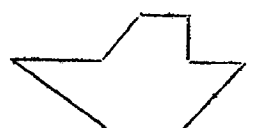
ข



ค

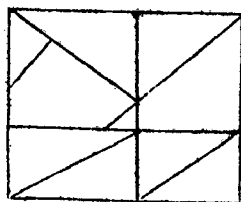


ง

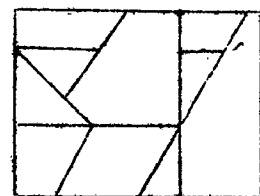


จ

(o)



(oo)



↓
 ตัวเลือก 5 ตัวคือ ก, ข, ค, ง, และ จ, ของแต่ละชุดไม่เหมือนกันเปลี่ยนแปลง
 เป็นภาพต่าง ๆ ทั้ง 5 ชุดเป็น 15 ภาพ แต่วิธีการคิดแก้ปัญหาแบบเดียวกัน สิ่งที่เพิ่มความยาก
 ให้แก่แบบทดสอบชนิดนี้ คือเส้นต่าง ๆ ที่ลากตัดภาพหลาย ๆ เส้นนั่นเอง

(3) แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้เป็นโจทย์ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ เรียกคณิตศาสตร์เหตุผลตามแบบของ ฟลานาแกน¹ เป็นโจทย์ปัญหาตามความคิด
 รวบรวม (Concept) อันประกอบไปด้วย เลขคณิต, พีชคณิต, เรขาคณิต และตรรกวิทยา
 ยึดแนวการออกข้อสอบของ มายเออร์² เป็นหลัก ข้อสอบทั้งหมดเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ
 (Multiple choice) มี 50 ข้อ แต่ละข้อมี 5 ตัวเลือก ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) เลขจำนวนเต็มสองหลักรวมกับเลขจำนวนเต็มสามหลัก เป็นเลขจำนวนเต็ม
 สี่หลัก อาจสรุปได้ว่อย่างไร ?

- ก. เลขสองตัวแรกเป็น 9
- ข. เลขตัวแรกของผลบวกเป็น 1
- ค. ตัวกลางของเลขสองหลักต้องเกิน 5
- ง. เลขจำนวนเต็มสองหลักต้องไม่เท่ากัน
- จ. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

↑
 การทดลองแบบทดสอบ เมื่อสร้างแบบทดสอบเสร็จแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง
 คือนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงชั้นปีที่ 2 ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ ของ
 วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา 96 คน และวิทยาลัยครูบวรราชธานี 39 คน รวม 135 คน
 แล้วนำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นชนิด ๆ ตามเทคนิคการตัดกลุ่มสูง 27 % และกลุ่มต่ำ 27 %
 เปิดตำราสำเร็จรูปของ จุง - เทห์ เทน³ เพื่อหาความยากง่าย, อำนาจจำแนกและ

¹ Flanagan, John C., Flanagan Aptitude Classification Test, pp. 20 - 24.

² Myers, Sheldon S., Questions illustrating the kinds of thinking required in current mathematics tests, pp. 1 - 12.

³ Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, pp. 6 - 32.

ความยากมาตรฐานเป็นรายข้อ (Δ) ต่อจากนั้นหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยสูตรของ กูเดอร์ - ริชาร์ดสัน $^4/\phi$ (Kuder - Richardson) ผลจากการทดลอง แสดงไว้ในตาราง 5.

ตาราง 5. ค่า p เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ยและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

แบบทดสอบ	จำนวนข้อ	ค่า p เฉลี่ย	ค่า Δ เฉลี่ย	ความเชื่อมั่น
ความเข้าใจทางภาษาไทย	40	57.93	12.02	.69 ✓
มิติสัมพันธ์	50	72.40	10.38	.94 ✓
คณิตศาสตร์เหตุผล	50	35.82	14.71	.83 ✓

การดำเนินการสอบ เมื่อปรับปรุงแบบทดสอบให้แล้วพิมพ์แบบทดสอบใหม่นี้ชนิดละ 700 ฉบับ รวม 2100 ฉบับ ส่งไปสอบกับนักเรียนตามวิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่งทั่วประเทศ วิทยาลัยครูที่ผู้เขียนไปดำเนินการสอบไม่ได้ จัดหอสอบทั้ง 3 ชนิดเท่ากับจำนวนนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยมีหนังสือราชการจากสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ตามหนังสือที่ สท. 47/2510 ลงวันที่ 19 ธันวาคม 2510 ถึงผู้อำนวยการ หรืออาจารย์ใหญ่ของวิทยาลัยครูนั้น ๆ ขอให้จัดอาจารย์ที่เคยอบรมการวัดผลการศึกษาเป็นผู้ดำเนินการสอบ เมื่อสอบเสร็จแล้วให้จัดการทำลายแบบทดสอบทั้งหมดทันทีด้วย

วิทยาลัยครูที่ดำเนินการสอบแบบทดสอบความถนัดทางการเรียนชุดนี้ โดยอาจารย์ที่เคยอบรมการวัดผลการศึกษา หรือหัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ คือ ๖ 8 10 11

⁴ Richardson, M.W.; Kuder, G.F. "The calculation of test reliability coefficients based upon the method of rational equivalence," Journal of Educational Psychology, 30 : 681 - 687, 1939.

- ✓ 1. วิทยาลัยครูเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
 2. วิทยาลัยครูนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
 3. วิทยาลัยครูเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
 4. วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
 5. วิทยาลัยครูมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
 6. วิทยาลัยครูยะลา จังหวัดยะลา
 7. วิทยาลัยครูสงขลา จังหวัดสงขลา
 8. วิทยาลัยครูอุตรธานี จังหวัดอุตรธานี

✓ วิทยาลัยครูที่ผู้เขียนดำเนินการสอบเอง คือ ๘๕ (๖)

- ✓ 1. วิทยาลัยครูจันทระเกษม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 2. วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จังหวัดธนบุรี
 3. วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 4. วิทยาลัยครูสวนสุนันทา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
 5. วิทยาลัยครูอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

✓ ในการตรวจกระดาษคำตอบนั้นได้ใช้แผนกยูแจพลาสติกเจาะรูทาบบนแผนคำตอบแล้วขีดให้คะแนนเฉพาะคำตอบถูก โดยให้ 1 คะแนนเหมือนกันหมดทุกแบบทดสอบ คำตอบที่ผิดหรือไม่ตอบ หรือขีดตอบขอละเกินหนึ่งขีดถือว่าผิดให้ 0 คะแนน

✓ 2. โดยการคัดลอกคะแนนจากกระเป๋นของวิทยาลัยครู. คะแนนที่ได้มาโดยวิธีนี้คือ เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา, เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง และเกรดเฉลี่ยทุกวิชาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง การขอคะแนนทั้ง 3 อย่างนี้ได้อาศัยหนังสือราชการจาก สำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ตามหนังสือที่ สท. 42/2510 ลงวันที่ 25 กันยายน 2510 และได้รับความร่วมมือจากวิทยาลัยครูต่าง ๆ ส่งคะแนนมาให้ผู้เขียนครบเรียบร้อยทั้งหลักฐานจากหนังสือราชการต่อไปนี้ (๖๕๒๗๖๓๐-๖๐๓ ๐๖ ๔ ๖๖๖)

p

วิทยาลัยครูเชียงใหม่	หนังสือที่	ชม. 2318/672	ลงวันที่	5 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูจันทระเกษม	หนังสือที่	ศษ. 1313/558	ลงวันที่	9 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ	หนังสือที่	470/2510	ลงวันที่	10 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูนครราชสีมา	หนังสือที่	978/2510	ลงวันที่	12 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูยะลา	หนังสือที่	ยล. 72/531	ลงวันที่	13 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูสวนสุนันทา	หนังสือที่	799/2510	ลงวันที่	13 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูนครราชสีมา	หนังสือที่	761/2510	ลงวันที่	16 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูมหาสารคาม	หนังสือที่	752/2510	ลงวันที่	17 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูสงขลา	หนังสือที่	สข. 2304/621	ลงวันที่	26 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม	หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์จังหวัด	สงขลา	ลงวันที่	27 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูเพชรบุรี	หนังสือที่	ดบ. 2301/1119	ลงวันที่	7 พฤศจิกายน 2510
วิทยาลัยครูอบตราชธานี	ผู้เขียนคัดลอกเอง		ลงวันที่	2 ตุลาคม 2510
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้า	ผู้เขียนคัดลอกเอง		ลงวันที่	25 ตุลาคม 2510

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษา

1. รายละเอียดของคะแนน คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด และคะแนนที่ได้จากระเบียบของวิทยาลัยครูแต่ละแห่งทั้ง 3 ชนิด นำมาหารายเฉลี่ยเพื่อจะได้นำไปเปรียบเทียบกัน การหารายเฉลี่ยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad 5$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มนั้น

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ตัวเลขสถิตินี้บอกปริมาณการกระจายของคะแนน ถ้ามีค่าสูงก็แปลว่า คะแนนที่นักเรียนสอบได้แตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าน้อยก็แปลว่า นักเรียนได้คะแนนใกล้เคียงกันมาก การคำนวณความเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร

$$s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad 6$$

เมื่อ s แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มนั้น

3. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เป็นการหาความสัมพันธ์ของขอมูล 2 ชนิดที่เกี่ยวกันสอบ ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงแสดงว่าของสองสิ่งขึ้นลงตามกันใช้สูตร

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad 7$$

เมื่อให้ r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณคะแนน X กับ Y

$\sum X \sum Y$ แทน ผลคูณของผลรวมคะแนน X กับผลรวมคะแนน Y

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มนั้น

⁶ Ibid. p. 77.

⁷ Ibid. p. 225.

4. วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) เพื่อจะดูเป็น
ส่วนรวมว่าคะแนนของตัวแปรทั้ง 6 ชนิด เปรียบเทียบวิทยาลัยครู 13 แห่ง แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

5. ทดสอบความแตกต่างโดยวิธี t - test เพื่อหาว่าคะแนนเฉลี่ยของ
วิทยาลัยครูใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยจับเป็นคู่ ๆ ไป ใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad 8$$

6. สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation) โดยวิธีหา เบตาเวต
(Beta weight) ก่อนตามวิธีของคูลิคเทิล⁹ (Doolittle) เพื่อหาว่าตัวพยากรณ์
ที่สร้างขึ้นส่งผลต่อเกณฑ์เป็นเท่าใด

7. สมการพยากรณ์ (Prediction equation หรือ Regression equation)

8. วิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ของแบบทดสอบ 3 ชนิด
และเกรดที่ได้จากตัวแปร 3 ชนิด โดยวิธีการของ เซอร์สโตน¹⁰ (Thurstone)

⁸ Edwards, Allen L., Experimental Design in Psychological Research, p. 94.

⁹ Peter, Charles C.; Van Voorhis, Walter R., Statistical Procedures and Their Mathematical Bases, pp. 362 - 478.

¹⁰ Thurstone, L.L., Multiple Factor Analysis, pp. 535.

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

ในบทนี้จะได้นำผลการวิเคราะห์ของข้อมูลต่าง ๆ มาแปลความหมายตามความมุ่งหมายของการวิจัยที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 การแปลผลในตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับผลที่ได้จากตัวพยากรณ์และเกณฑ์อยู่ตลอดเวลา หัวข้อใหญ่ที่จะชี้ให้เห็นผลของการวิจัย จะกล่าวเป็นตอน ๆ ไปดังนี้

- (1) ผลจากการใช้แบบทดสอบทั้งสามชนิด
- (2) ผลจากการประเมินคุณค่านักเรียนกลุ่มนี้โดยใช้เกรดเฉลี่ยที่ได้รับจากวิทยาลัยครูทุกแห่ง
- (3) การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการแปลผล

สัญลักษณ์ที่ไ้ไว้ต่อไปนี้คือ

X แทน คะแนนดิบ (Raw score)

ΣX แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบ

ΣX^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนดิบแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

s แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

s^2 แทน ความแปรปรวน

N แทน จำนวนคน

r แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

β แทน เบตาเวช (Beta weight)

B แทน สคอรเวช (Score weight)

z แทน คะแนนมาตรฐาน

G.P.A.	แทน เกรดเฉลี่ย (Grade point average)
T - score	แทน คะแนน T - normalized
X_1	แทน คะแนนจากแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย
X_2	แทน คะแนนจากแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
X_3	แทน คะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล
X_4	แทน เกรดเฉลี่ยของคะแนนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
X_5	แทน เกรดเฉลี่ยประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงทุกวิชา
X_6	แทน เกรดเฉลี่ยประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์
ป.กศ.	แทน ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
ป.กศ.สูง	แทน ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง
คณิต.	แทน แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล ✓
ภาษา.	แทน แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย ✓
มิตี.	แทน แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ ✓

ผลจากการใช้แบบทดสอบทั้งสามชนิด

คะแนนที่ได้จากนักเรียนเข้าสอบแบบทดสอบแต่ละชนิดนี้ นำมาคิดหาคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความแปรปรวนของนักเรียนในวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง ส่วนคะแนนที่ - ปกติ (T - normalized) ของแบบทดสอบแต่ละชนิดนั้นหาจากการแจกแจงของคะแนนส่วนรวมทั้ง 573 คนที่เข้าสอบแบบทดสอบแต่ละชนิด เพื่อให้การทำคะแนน ที่ - ปกติ มาเปรียบเทียบเป็นมาตรวัดอันเดียวกันถูกต้องยิ่งขึ้น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสามชนิด มีดังนี้

1. แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย คะแนนเต็ม 40 คะแนน ให้เวลาทำ 20 นาที คะแนนเปรียบเทียบจากแบบทดสอบนี้ แสดงไว้ในตาราง 6.

ตาราง 6. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบความเข้าใจ
ทางภาษาไทย จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{X}$	T-score	s^2	s
วค. จันทระเกษม	51	21.255	47	10.594	3.255
วค. เชียงใหม่	25	21.600	47	13.083	3.617
วค. นครราชสีมา	59	21.237	47	14.598	3.821
วค. บานสมเด็จเจ้า	64	22.672	54	10.033	3.168
วค. เทพสตรี	34	21.118	47	10.713	3.273
วค. พิบูลสงคราม	70	21.942	50	8.938	2.989
วค. มหาสารคาม	14	20.714	47	8.374	2.894
วค. ยะลา	40	22.625	53	9.728	3.119
วค. สงขลา	49	21.776	47	10.594	3.255
วค. สวนคูสิท	10	22.500	52	6.389	2.528
วค. สวนสุนันทา	100	22.070	50	12.126	3.482
วค. อุดรธานี	27	20.629	47	18.370	4.286
วค. อุบลราชธานี	30	21.233	47	7.289	2.699
รวม	573	21.728	50	12.076	3.475

ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of measurement) = ± 1.93

จากตาราง 6. เป็นผลที่ได้จากการนำแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทยสอบ
นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับชั้นปีที่ 2 ที่เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ จากวิทยา
ลัยครูทั้ง 13 แห่ง การเรียงชื่อวิทยาลัยครูในตารางที่แนบมาเป็นการเรียงตามลำดับตัวอักษร
ถ้าจะเรียงตามลำดับสมรรถภาพนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบนี้แล้วเป็นดังนี้

อันดับที่ 1	วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	คะแนนเฉลี่ย	22.672	คะแนน
อันดับที่ 2	วิทยาลัยครูยะลา	คะแนนเฉลี่ย	22.625	คะแนน
อันดับที่ 3	วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ	คะแนนเฉลี่ย	22.500	คะแนน
อันดับที่ 4	วิทยาลัยครูสวนสุนันทา	คะแนนเฉลี่ย	22.070	คะแนน
อันดับที่ 5	วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม	คะแนนเฉลี่ย	21.942	คะแนน
อันดับที่ 6	วิทยาลัยครูสงขลา	คะแนนเฉลี่ย	21.776	คะแนน
อันดับที่ 7	วิทยาลัยครูเชียงใหม่	คะแนนเฉลี่ย	21.600	คะแนน
อันดับที่ 8	วิทยาลัยครูจันทระเกษม	คะแนนเฉลี่ย	21.255	คะแนน
อันดับที่ 9	วิทยาลัยครูนครราชสีมา	คะแนนเฉลี่ย	21.237	คะแนน
อันดับที่ 10	วิทยาลัยครูอุบลราชธานี	คะแนนเฉลี่ย	21.233	คะแนน
อันดับที่ 11	วิทยาลัยครูเทพสตรี	คะแนนเฉลี่ย	21.118	คะแนน
อันดับที่ 12	วิทยาลัยครูมหาสารคาม	คะแนนเฉลี่ย	20.714	คะแนน
อันดับที่ 13	วิทยาลัยครูอุดรธานี	คะแนนเฉลี่ย	20.629	คะแนน

จากข้อมูลต่าง ๆ ในตาราง 6. ได้ทำการทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของแต่ละวิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่งพร้อม ๆ กัน โดยวิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ผลปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับน้อยกว่า .01 ดังแสดงไว้ในตาราง 7.

ตาราง 7. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งของตัวแปร	Sum of squares	df	Mean square	F
ระหว่างวิทยาลัยครู	670.99	12	55.92	5.02 **
ภายในวิทยาลัยครู	6236.54	560	11.14	
รวมทั้งหมด	6907.53	572		

$$** F = 5.02, p < .01$$

ตาราง 8. ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย
ระหว่างวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	ยะลา	สวนกุหลาบ	สวนสุนันทา	พินดาสงคราม	สงขลา	เชียงใหม่	จันทร์เกษม	นครราชสีมา	อุบลราชธานี	เทพสตรี	มหาสารคาม	อุดรธานี
วค.บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	-	.047	.172	.602	.729	.896	1.072	1.417*	1.434*	1.439*	1.554*	1.958*	2.042**
วค.ยะลา	-	.125	.555	.683	.849	1.025	1.370*	1.388*	1.392*	1.507*	1.911*	1.995*	
วค.สวนกุหลาบ	-	.430	.558	.724	.900	1.245	1.263	1.267	1.382	1.786	1.870		
วค.สวนสุนันทา	-	.129	.294	.470	.815	.833	.837	.952	1.356	1.440			
วค.พินดาสงคราม	-	.167	.342	.687	.705	.709	.824	1.228	1.312				
วค.สงขลา	-	.176	.521	.538	.542	.658	1.061	1.146					
วค.เชียงใหม่	-	.345	.363	.367	.482	.886	.970						
วค.จันทร์เกษม	-	.018	.022	.137	.541	.625							
วค.นครราชสีมา	-	.004	.119	.523	.608								
วค.อุบลราชธานี	-	.116	.519	.604									
วค.เทพสตรี	-	.403	.488										
วค.มหาสารคาม	-	.085											
วค.อุดรธานี	-												

เมื่อผลปรากฏมาดังตาราง 7. จึงต้องทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างวิทยาลัยครูแต่ละแห่งเป็นคู่ ๆ โดยวิธีทดสอบนัยสำคัญแบบ $t - test$ การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของวิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่ง แสดงไว้ในตาราง 8.

ตาราง 8. เป็นการแสดงผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างวิทยาลัยครูต่าง ๆ ทั้ง 13 แห่ง โดยการจัดลำดับวิทยาลัยครูที่มีนักเรียนสอบได้คะแนนเฉลี่ย ตั้งแต่มากลงไปหาน้อยลงลดหลั่นกันตามลำดับ เมื่อหาความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) ของผลต่างของคะแนนเฉลี่ยแต่ละคู่แล้ว ก็สามารถหาอัตราส่วนของค่า t ได้

ผลต่างของคะแนนเฉลี่ยคู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical significance) ที่ระดับ .05 จะมีเครื่องหมายดอกจัน (*) หนึ่งดอก ถ้าผลต่างของคะแนนเฉลี่ยคู่ใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ก็จะมีเครื่องหมายดอกจันแสดงกำกับไว้สองดอก (**) ส่วนผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างวิทยาลัยครูใดไม่ปรากฏมีดอกจันกำกับไว้ แสดงว่าผลต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างวิทยาลัยครูนั้นไม่แตกต่างกันจริง นั่นก็คือ สมรรถภาพสมองของนักเรียนในแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทยของวิทยาลัยครูนั้นปาน ๆ กัน

จากตาราง 8. นี้จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านความเข้าใจทางภาษาไทย ระหว่างวิทยาลัยครูที่แตกต่างกันจริง ณ ระดับ .01 มีอยู่คนเดียว ที่แตกต่างกันจริง ณ ระดับ .05 มีอยู่ 11 คู่ นอกนั้นอีก 66 คู่แตกต่างกันน้อยมาก จนถึงได้ว่าเป็นความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ คะแนนเต็ม 50 คะแนน ให้เวลาทำ 30 นาที คะแนนเปรียบเทียบกับแบบทดสอบนี้แสดงไว้ในตาราง 9.

ตาราง 9. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์
จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{X}$	T-score	s^2	s
วค.จันทระเกษม	51	32.686	46	43.244	6.576
วค.เชียงใหม่	25	39.360	53	60.740	7.794
วค.นครราชสีมา	59	34.220	48	101.761	10.088
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	64	37.422	51	90.026	9.488
วค.เทพสตรี	34	36.765	51	98.307	9.915
วค.พิบูลสงคราม	70	33.420	47	103.924	10.194
วค.มหาสารคาม	14	29.000	43	70.000	8.367
วค.ยะลา	40	33.800	48	90.523	9.514
วค.สงขลา	49	27.551	42	87.044	9.329
วค.สวนดุสิต	10	35.900	50	63.878	7.992
วค.สวนสุนันทา	100	37.950	52	77.503	8.804
วค.อุตรธานี	27	41.778	56	39.410	6.278
วค.อุบลราชธานี	30	37.967	52	64.102	8.006
รวม	573	35.166	50	97.072	9.852

ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of measurement) = ± 2.41

ผลจากการสอบทั้งตาราง 9. ถ้านำมาเรียงตามลำดับของวิทยาลัยครูต่าง ๆ
จากที่ได้คะแนนสูงสุดลงมาตามลำดับจนถึงคะแนนต่ำสุดก็จะไดดังนี้

อันดับที่ 1	วิทยาลัยครูอุตรธานี	คะแนนเฉลี่ย	41.788	คะแนน
อันดับที่ 2	วิทยาลัยครูเชียงใหม่	คะแนนเฉลี่ย	39.360	คะแนน
อันดับที่ 3	วิทยาลัยครูอุบลราชธานี	คะแนนเฉลี่ย	37.967	คะแนน
อันดับที่ 4	วิทยาลัยครูสวนสุนันทา	คะแนนเฉลี่ย	37.950	คะแนน
อันดับที่ 5	วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้า	คะแนนเฉลี่ย	37.422	คะแนน
อันดับที่ 6	วิทยาลัยครูเทพสตรี	คะแนนเฉลี่ย	36.765	คะแนน
อันดับที่ 7	วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ	คะแนนเฉลี่ย	35.900	คะแนน
อันดับที่ 8	วิทยาลัยครูนครราชสีมา	คะแนนเฉลี่ย	34.220	คะแนน
อันดับที่ 9	วิทยาลัยครูยะลา	คะแนนเฉลี่ย	33.800	คะแนน
อันดับที่ 10	วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม	คะแนนเฉลี่ย	33.420	คะแนน
อันดับที่ 11	วิทยาลัยครูจันทระเกษม	คะแนนเฉลี่ย	32.686	คะแนน
อันดับที่ 12	วิทยาลัยครูมหาสารคาม	คะแนนเฉลี่ย	29.000	คะแนน
อันดับที่ 13	วิทยาลัยครูสงขลา	คะแนนเฉลี่ย	27.551	คะแนน

จากข้อมูลในตาราง 9. เมื่อนำมาทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของวิทยาลัยครูทุกแห่ง โดยวิธี Analysis of variance ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับน้อยกว่า .01 ดังแสดงไว้ในตาราง 10.

ตาราง 10. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งของตัวแปร	Sum of squares	df	Mean square	F
ระหว่างวิทยาลัยครู	8310.03	12	692.50	** 8.21
ภายในวิทยาลัยครู	47215.22	560	84.31	
รวมทั้งหมด	55525.25	572		

$$** F = 8.21, p < .01$$

44

[illegible]

การทดสอบว่านักเรียนจากวิทยาลัยครูแห่งใดใดคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โค้ดแสดงไว้ในตาราง 11. แล้ว เป็นผลที่ได้จากการทดสอบโดยใช้เทคนิค $t - test$ แต่ละคู่ สำหรับการอ่านและแปลความหมายในตาราง 11. นั้น ใช้วิธีการเดียวกันกับการอธิบายวิธีอ่านในตาราง 8. ที่กล่าวมาแล้วในหน้า 41.

3. แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้มีคะแนนเต็ม 50 คะแนน ให้เวลาทำ 40 นาที คะแนนเฉลี่ยจากวิทยาลัยครูแต่ละแห่งเปรียบเทียบกันแสดงไว้ในตาราง 12.

ตาราง 12. เปรียบเทียบคะแนนนักเรียนที่ได้จากผลการสอบ แบบทดสอบ
คณิตศาสตร์เหตุผล จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{X}$	T-score	s^2	s
วค. จันทระเกษม	51	16.686	52	26.019	5.106
วค. เชียงใหม่	25	17.720	53	45.127	6.718
วค. นครราชสีมา	59	14.831	47	24.385	4.938
วค. บานสมเด็จเจ้า	64	18.719	55	30.682	5.539
วค. เทพสตรี	34	19.412	56	15.401	3.924
วค. พิบูลสงคราม	70	15.159	47	24.312	4.931
วค. มหาสารคาม	14	15.123	47	25.055	5.005
วค. ยะลา	40	13.350	43	20.079	4.481
วค. สงขลา	49	16.265	49	27.699	5.263
วค. สวนกุสิต	10	16.200	49	7.289	2.699
วค. สวนสนั่นท่า	100	17.500	53	34.717	5.892
วค. อุดรธานี	27	19.185	55	45.926	6.777
วค. อุดรราชธานี	30	17.000	52	17.379	4.169
รวม	573	16.677	50	30.513	5.524

ความคลาดเคลื่อนของการวัด (Error of measurement) = ± 2.28

จากตาราง 12. เป็นการแสดงให้เห็นว่าสมรรถภาพสมองทางคณิตศาสตร์ เหตุผลของวิทยาลัยครูแต่ละแห่งเป็นอย่างไร นั่นก็คือ นักเรียนในวิทยาลัยครูแต่ละแห่งได้คะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ปกติของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้เป็นเช่นใดนั่นเอง ถ้าจะเรียงลำดับตามสมรรถภาพสมองนักเรียนที่ได้จากการสอบแบบทดสอบนี้แล้วจะเป็นดังนี้

อันดับที่ 1	วิทยาลัยครูเทพสตรี	คะแนนเฉลี่ย	19.412	คะแนน
อันดับที่ 2	วิทยาลัยครูอุตรธานี	คะแนนเฉลี่ย	19.185	คะแนน
อันดับที่ 3	วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้า	คะแนนเฉลี่ย	18.719	คะแนน
อันดับที่ 4	วิทยาลัยครูเชียงใหม่	คะแนนเฉลี่ย	17.720	คะแนน
อันดับที่ 5	วิทยาลัยครูสวนสุนันทา	คะแนนเฉลี่ย	17.500	คะแนน
อันดับที่ 6	วิทยาลัยครูอบลราชธานี	คะแนนเฉลี่ย	17.000	คะแนน
อันดับที่ 7	วิทยาลัยครูจันทระเกษม	คะแนนเฉลี่ย	16.686	คะแนน
อันดับที่ 8	วิทยาลัยครูสงขลา	คะแนนเฉลี่ย	16.265	คะแนน
อันดับที่ 9	วิทยาลัยครูสวนดุสิต	คะแนนเฉลี่ย	16.200	คะแนน
อันดับที่ 10	วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม	คะแนนเฉลี่ย	15.159	คะแนน
อันดับที่ 11	วิทยาลัยครูมหาสารคาม	คะแนนเฉลี่ย	15.143	คะแนน
อันดับที่ 12	วิทยาลัยครูนครราชสีมา	คะแนนเฉลี่ย	14.831	คะแนน
อันดับที่ 13	วิทยาลัยครูยะลา	คะแนนเฉลี่ย	13.350	คะแนน

จากข้อมูลตาราง 12. นำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของวิทยาลัยครูแต่ละแห่งโดยวิธี Analysis of variance ผลปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับน้อยกว่า .01 ดังแสดงไว้ในตาราง 13.

ตาราง 13. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ เหตุผลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งตัวแปร	Sum of squares	df	Mean square	
ระหว่างวิทยาลัยครู	1881.09	12	156.76	5.64 **
ภายในวิทยาลัยครู	15572.18	560	27.81	
รวมทั้งหมด	17453.27	572		

$$** F = 5.64, p < .01$$

[illegible]

เนื่องจากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับน้อยกว่า .01 ดังแสดงไว้ในตาราง 13. แล้ว จึงทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง โดยวิธี t - test ผลปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 14. การอ่านและการแปลความเป็นทำนองเดียวกันกับการอ่านและแปลความหมายที่กล่าวมาแล้วในหน้า 41 นั่นก็คือ วิทยาลัยครูคูโคมีคอกจันสองคอก ($**$) กำกับไว้ แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของวิทยาลัยครูสองแห่งนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ถ้าวิทยาลัยครูคูโคมีคอกจันกำกับไว้เพียงคอกเดียว ($*$) ก็แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนวิทยาลัยครูคูนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ความสามารถระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

จากจำนวนนักเรียนที่นำมาศึกษาครั้งนี้ 573 คน เป็นนักเรียนชาย 357 คนและเป็นนักเรียนหญิง 216 คน เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนการสอบแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดแล้ว ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 15.

ตาราง 15. เปรียบเทียบความสามารถระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง
ในแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด

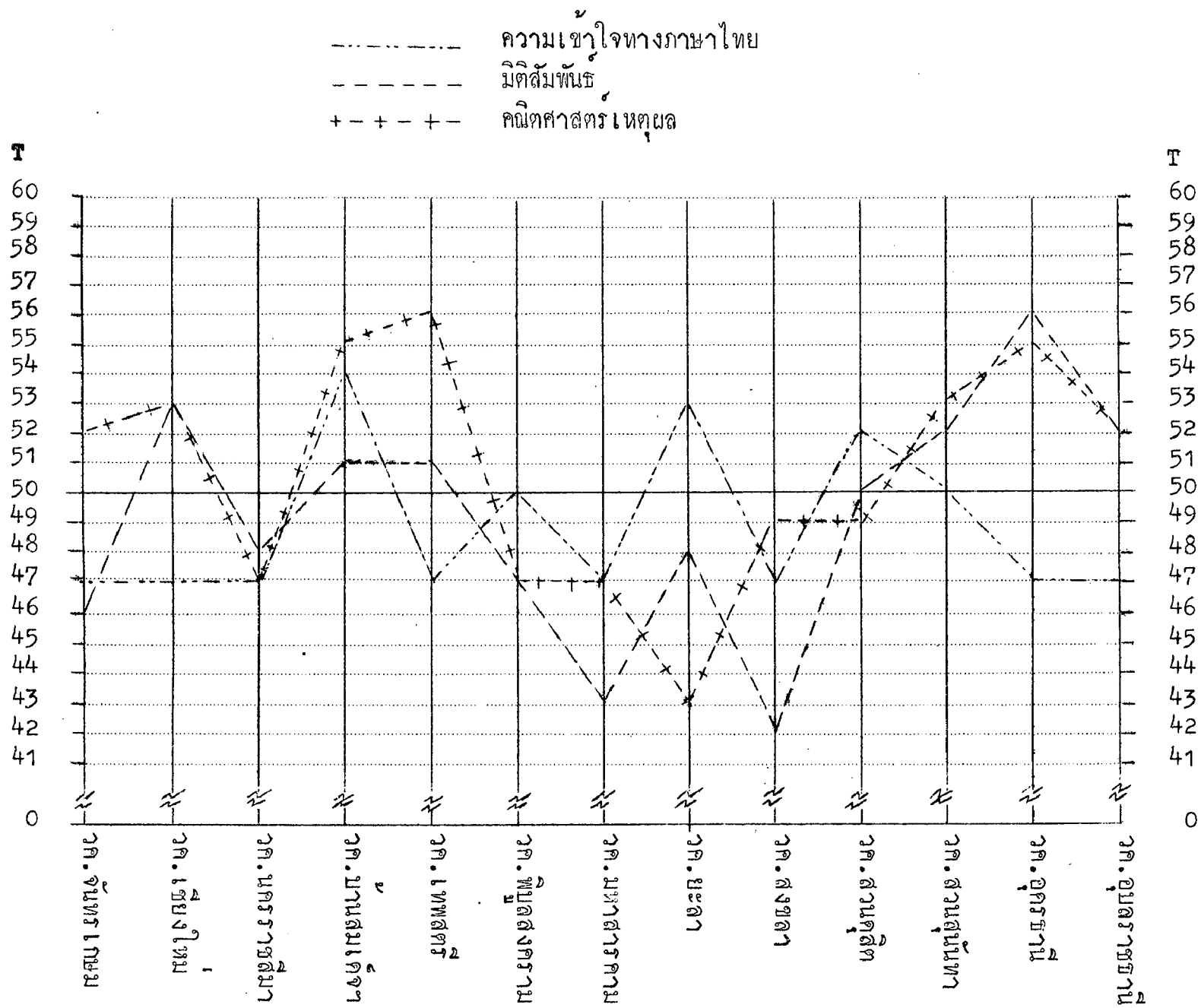
ค่าสถิติตามเพศ	ภาษาไทย	คณิตสัมพันธ์	คณิตศาสตร์เหตุผล
จำนวน ชาย	357	357	357
$\bar{X}$ ชาย	21.577	36.490	17.588
s^2 ชาย	11.829	92.374	32.712
จำนวน หญิง	216	216	216
$\bar{X}$ หญิง	21.977	32.977	15.171
s^2 หญิง	12.441	97.576	23.357
ผลต่าง $\bar{X}$	.407	3.513	2.417
SE diff.	.119	.843	.447
t	3.39**	4.17**	5.41**

จากตาราง 15. จะเห็นว่าความสามารถด้านภาษาไทย จากแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงต่ำกว่ากับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 หรืออาจพูดได้ว่าความสามารถด้านความเข้าใจทางภาษาไทยของนักเรียนหญิงสูงกว่านักเรียนชายอย่างเชื่อถือได้ 99 % ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายต่ำกว่ากับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 หรือพอจะพูดได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชายสูงกว่าของนักเรียนหญิง อย่างเชื่อถือได้ 99 % สำหรับความสามารถด้านคณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นั่นก็คือ ความสามารถทางคณิตศาสตร์เหตุผลของนักเรียนชายสูงกว่าของนักเรียนหญิงอย่างเชื่อถือได้ 99 %

การนำเสนอภาพเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด

ภาพที่ 1 ที่แสดงไว้ในหน้า 50 นั้น สร้างขึ้นโดยอาศัยมาตราของคะแนน T- ปกติ ซึ่งคิดจากจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด, T- ปกติที่ได้จึงถือเป็นเกณฑ์ปกติ (Norm) แล้วเอาคะแนนเฉลี่ยของวิทยาลัยแต่ละแห่งไปเทียบกับเกณฑ์ปกติ ได้ T- ปกติเท่าใด จึงนำมาเขียนเป็นเส้นภาพ

ในการอ่านเส้นภาพนี้ ต้องสังเกตดูเส้นแกนกลางตรง T 50 ก่อน ซึ่งเป็นเส้นแทนระดับความสามารถปานกลางที่เรียกว่าเกณฑ์ปกติ จากนั้นพิจารณาความสามารถจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด ของนักเรียนในแต่ละวิทยาลัยครั้นว่าสูงต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเป็นเท่าใด ถ้าเส้นภาพใดอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติมาก หมายความว่าความสามารถในค่านนั้นน้อยมาก และถ้าเส้นภาพสูงกว่าเกณฑ์ปกติ หมายความว่านักเรียนวิทยาลัยครั้นมีความสามารถเหนือกว่านักเรียนทั่วไป ในกลุ่มนักเรียนที่นำมาศึกษานี้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์กระจายมากที่สุด มีพิสัย 14 คะแนน T รองลงมาเป็นความสามารถด้านคณิตศาสตร์เหตุผล มีพิสัย 13 คะแนน T ความสามารถที่กระจายน้อยที่สุด คือด้านความเข้าใจทางภาษาไทย มีพิสัย 7 คะแนน T วิทยาลัยครูที่เส้นภาพความสามารถทางสมองจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้อยู่เหนือเส้นเกณฑ์ปกติ (T 50) มีแห่งเดียวคือวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา วิทยาลัยครูที่เส้นภาพความสามารถทางสมองจากแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้อยู่ใต้เส้นเกณฑ์ปกติมีอยู่ 3 แห่ง คือวิทยาลัยครูนครราชสีมา, วิทยาลัยครูมหาสารคาม และวิทยาลัยครูสงขลา นอกนั้นเส้นภาพมีทั้งเหนือและล่างเกณฑ์ปกติ



ภาพที่ 1. เส้นภาพที่ได้จากคะแนนการสอบแบบทดสอบ ความเข้าใจทางภาษาไทย, แบบทดสอบ
 มิตติสัมพันธ์ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

เกรดเฉลี่ยที่ได้จากวิทยาลัยครู

เกรดเป็นการประเมินค่านักเรียนว่า หลังจากการสอบวัดแล้วนั้นนักเรียนจะอยู่ในระดับใดของกลุ่มตามลำดับคุณภาพ วิทยาลัยครูทุกแห่งให้เกรดนักเรียน โดยยึดหลักของระเบียบว่าด้วยการวัดผลการศึกษา ของกระทรวงศึกษาธิการ จึงถือว่าการประเมินอาศัยหลักเกณฑ์เดียวกัน แต่ไม่ได้หมายความว่า นักเรียนคนหนึ่งของวิทยาลัยครูอบได้เกรดเฉลี่ย 3.50 จะเก่งเท่ากับนักเรียนอีกคนหนึ่งของวิทยาลัยครูเชียงใหม่ที่ได้เกรดเฉลี่ยเท่ากัน ทั้งนี้ เพราะอาจารย์สอน, ข้อสอบและกลุ่มนักเรียนไม่เป็นอันเดียวกัน เกรดเฉลี่ยที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มี 3 ชนิด

1. เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ผลปรากฏดังในตาราง 16.

ตาราง 16. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรด ป.กศ. ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้
เรียงจากสูงไปต่ำ

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{x}$	s^2	s
วค.เทพสตรี	34	3.038	.063	.251
วค.อุบลราชธานี	30	2.985	.087	.295
วค.เชียงใหม่	25	2.944	.046	.214
วค.สวนกุหลาบ	10	2.889	.123	.350
วค.มหาสารคาม	14	2.874	.095	.308
วค.ยะลา	40	2.861	.072	.269
วค.นครราชสีมา	59	2.854	.067	.258
วค.พิบูลสงคราม	70	2.851	.219	.469
วค.สงขลา	49	2.790	.060	.245
วค.สวนสุนันทา	100	2.770	.085	.291
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	64	2.679	.076	.275
วค.อุดรธานี	27	2.614	.035	.186
รวม	522	2.823	.126	.335

จากตาราง 16. วิทยาลัยครูที่เกรดเฉลี่ย ป.กศ. สูงที่สุดคือ วิทยาลัยครูเทพสตรี วิทยาลัยครูที่เกรดเฉลี่ย ป.กศ. ต่ำที่สุดคือ วิทยาลัยครูอุตรธานี เกรดเฉลี่ย ป.กศ. ของกลุ่มนักเรียนที่นำมาศึกษานี้ มีพิสัย .424 เกรดเฉลี่ย ป.กศ. ที่กระจายมากที่สุดเป็นเกรดเฉลี่ย ป.กศ. ของวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม และเกรดเฉลี่ย ป.กศ. ที่กระจายน้อยที่สุดคือ เกรดเฉลี่ย ป.กศ. ของวิทยาลัยครูอุตรธานี การแปลความว่านักเรียนกลุ่มใดเก่งอ่อนกว่ากันนั้น ไม่สามารถจะพิจารณาจากข้อมูลนี้ได้

2. เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงทุกวิชา เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 17.

ตาราง 17. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรด ป.กศ. ระดับสูงทุกวิชา ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้ เรียงจากสูงไปต่ำ

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{X}$	s^2	s
วค.นครราชสีมา	59	2.739	.063	.251
วค.อุบลราชธานี	30	2.698	.103	.321
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	64	2.671	.132	.363
วค.มหาสารคาม	14	2.666	.135	.368
วค.สวนสุนันทา	100	2.608	.165	.407
วค.อุตรธานี	27	2.601	.074	.273
วค.สงขลา	49	2.596	.155	.393
วค.เทพสตรี	34	2.587	.223	.473
วค.พิบูลสงคราม	70	2.523	.194	.441
วค.เชียงใหม่	25	2.509	.096	.311
วค.จันทราเกษม	51	2.442	.224	.494
วค.ยะลา	40	2.293	.060	.246
วค.สวนดุสิต	10	2.286	.164	.405
รวม	573	2.575	.157	.396

จากตาราง 17. จะเห็นว่าวิทยาลัยครูที่นักเรียนกลุ่มนี้ได้เกรดเฉลี่ย ป.กศ.ชั้นสูง ของทุกวิชา สูงกว่าแห่งอื่น ๆ คือ วิทยาลัยครูนครราชสีมา วิทยาลัยครูที่เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ชั้นสูงทุกวิชาต่ำที่สุดคือ วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ พิสัยของเกรดเฉลี่ย มีค่า .453 การกระจายของเกรดเฉลี่ยชั้นนี้ วิทยาลัยครูที่นักเรียนได้เกรดเฉลี่ยกระจายมากที่สุดคือ วิทยาลัยครูเทพสตรี แสดงว่า ความสามารถของนักเรียนในวิทยาลัยครูนี้ ความรู้แตกต่างกันมาก วิทยาลัยครูที่คะแนนนักเรียนกระจายน้อยที่สุดคือ วิทยาลัยครูยะลา อาจแสดงได้ว่า นักเรียนวิทยาลัยครูแห่งนี้ ได้มีความสามารถใกล้เคียงกัน การแปลความหมายว่า นักเรียนวิทยาลัยครูใดเก่งอ่อนกว่ากัน พิจารณาจากเกรดที่กำหนดคนนี้ได้

3. เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ผลจากการวิเคราะห์เกรดเฉลี่ยนี้แสดงไว้ในตาราง 18.

ตาราง 18. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเกรดเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษานี้ จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง เรียงจากสูงไปต่ำ

สถานศึกษา	จำนวน	$\bar{x}$	s^2	s
วค.นครราชสีมา	59	3.276	.198	.445
วค.เชียงใหม่	25	2.884	.276	.525
วค.สงขลา	49	2.855	.228	.478
วค.อุบลราชธานี	30	2.802	.261	.511
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	64	2.802	.310	.557
วค.มหาสารคาม	14	2.752	.291	.539
วค.อุดรธานี	27	2.563	.323	.568
วค.พิบูลสงคราม	70	2.554	.334	.578
วค.สวนกุหลาบ	10	2.495	.672	.820
วค.สวนสุนันทา	100	2.487	.458	.677
วค.เทพสตรี	34	2.438	.322	.568
วค.ยะลา	40	2.215	.289	.538
วค.จันทร์เกษม	51	2.209	.414	.644
รวม	573	2.641	.414	.644

ตาราง 18. เกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของวิทยาลัยครุราชสีห์มาสูงที่สุด เกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์ของวิทยาลัยครูจันทร์เกษมต่ำที่สุด มีพิสัย 1.067 ซึ่งนับว่าต่างกันมาก แต่การที่เกรดเฉลี่ยคณิตศาสตร์วิทยาลัยครุราชสีห์มาสูงที่สุดไม่ได้หมายความว่า นักเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของวิทยาลัยครุราชสีห์มาเก่งที่สุด อาจจะเก่งหรืออ่อนก็ได้ เพราะเกรดนั้นเป็นเพียงการประเมินคุณค่านักเรียนจากการวัดของอาจารย์สอนเท่านั้น จะเปรียบเทียบข้ามวิทยาลัยครูต่าง ๆ ไม่ได้ เว้นแต่การสอบวัดกันโดยใช้แบบทดสอบอันเดียวกัน ประเมินผลเป็นกลุ่มเดียวกัน จึงจะสามารถเปรียบเทียบกันได้ การที่เกรดเฉลี่ยของนักเรียนวิทยาลัยครูแห่งหนึ่งสูง อาจจะแปลความหมายได้สองประการ คือนักเรียนวิทยาลัยครูแห่งนั้น เก่งจริง ๆ อาจารย์สอนดีจริง ๆ ประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งอาจจะเป็นเพราะการไม่เคร่งครัดในเรื่องการให้เกรด หรือแบบทดสอบง่ายเกินไปก็ได้ แต่ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงข้อหลักวิชาพิจารณาเท่านั้น

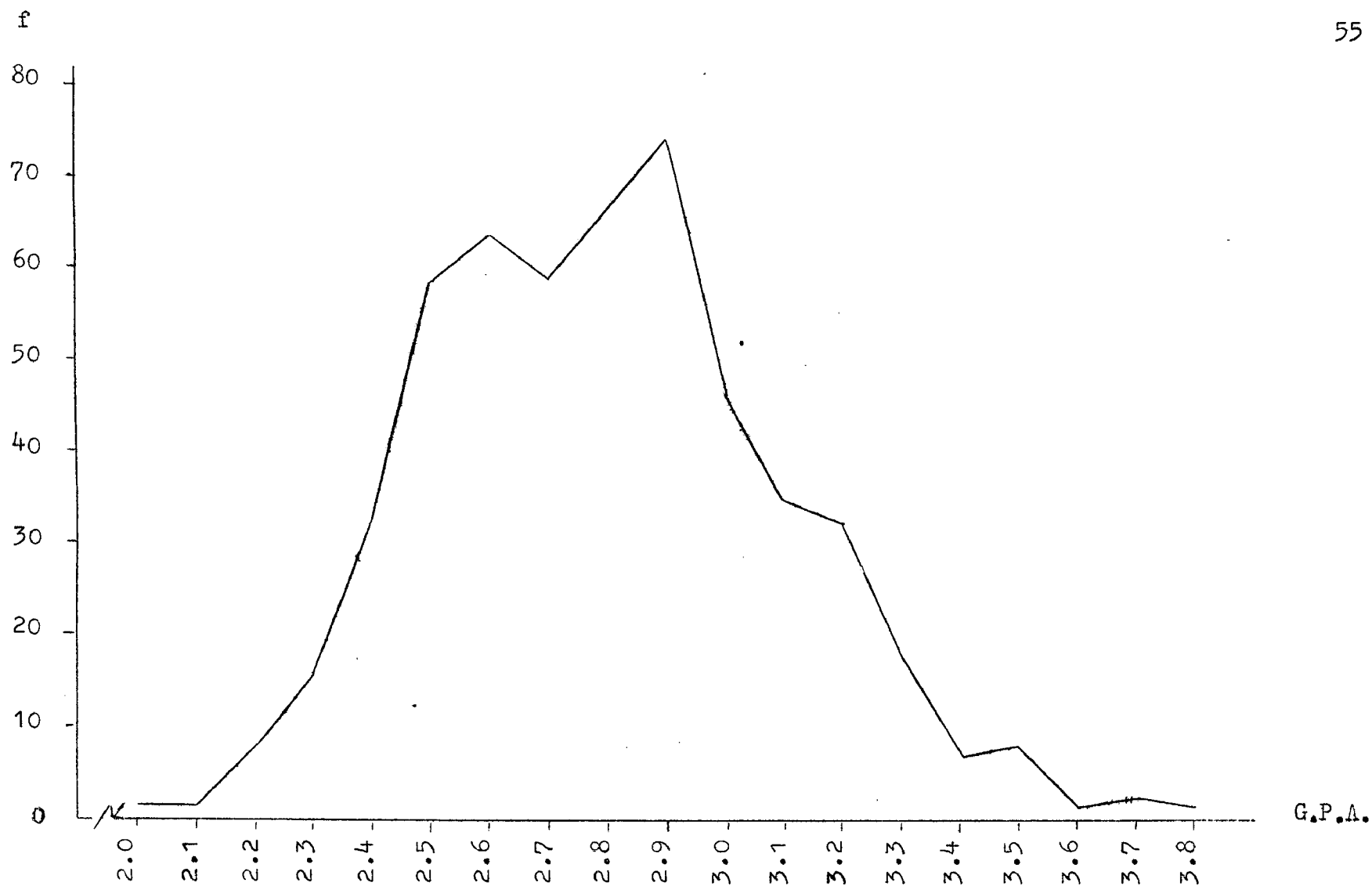
ในทำนองเดียวกันวิทยาลัยครูที่ได้เกรดเฉลี่ยต่ำมาก ก็ไม่ได้หมายความว่านักเรียนของวิทยาลัยครูนั้นอ่อนคณิตศาสตร์มากที่สุด ที่เป็นอย่างนั้นอาจเนื่องด้วยเหตุผลสองประการที่กล่าวมาแล้ว คือเกี่ยวกับครู, กลุ่มนักเรียน และการออกข้อสอบ ซึ่งเป็นหลักสำคัญ

จากตาราง 18. นี้ถ้ามองในแง่การกระจายของการให้เกรดคณิตศาสตร์แล้ว วิทยาลัยครูสวนดุสิตให้เกรดนักเรียนกระจายมากที่สุด นั่นก็คือนักเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของวิทยาลัยครูแห่งนี้ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันมาก ตรงข้ามกับวิทยาลัยครุราชสีห์มา เกรดคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงมากแต่กระจายน้อยที่สุด อาจจะแปลความหมายได้ว่านักเรียนวิทยาลัยครูแห่งนี้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกันมาก คือถ้าเก่งก็เก่งไปด้วยกัน หรืออ่อนก็อ่อนไปด้วยกัน คนที่เก่งจริง ๆ หรืออ่อนจริง ๆ ไม่มี

การแปลความหมายของตาราง 18. จากข้อมูลวิทยาลัยครูอื่น ๆ เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับที่กล่าวมาแล้ว

โค่งของการแจกแจงเกรดเฉลี่ย

เกรดเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ๆ ถ้าประเมินค่าอย่างถูกต้องหลักวิชาการวัดผลการศึกษาแล้ว นักเรียนเก่งจริง ๆ มีจำนวนน้อย นักเรียนปานกลาง มีจำนวนมาก และนักเรียนที่อ่อนจริงมีจำนวนน้อย การแจกแจงของเกรดถ้ายึดถือหลักที่กล่าวมาแล้ว จะต้องเป็นการแจกแจง



ภาพที่ 2. โค้งของการแจกแจงความถี่เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ. ของนักเรียนที่นำมาศึกษา

จำนวน 522 คน

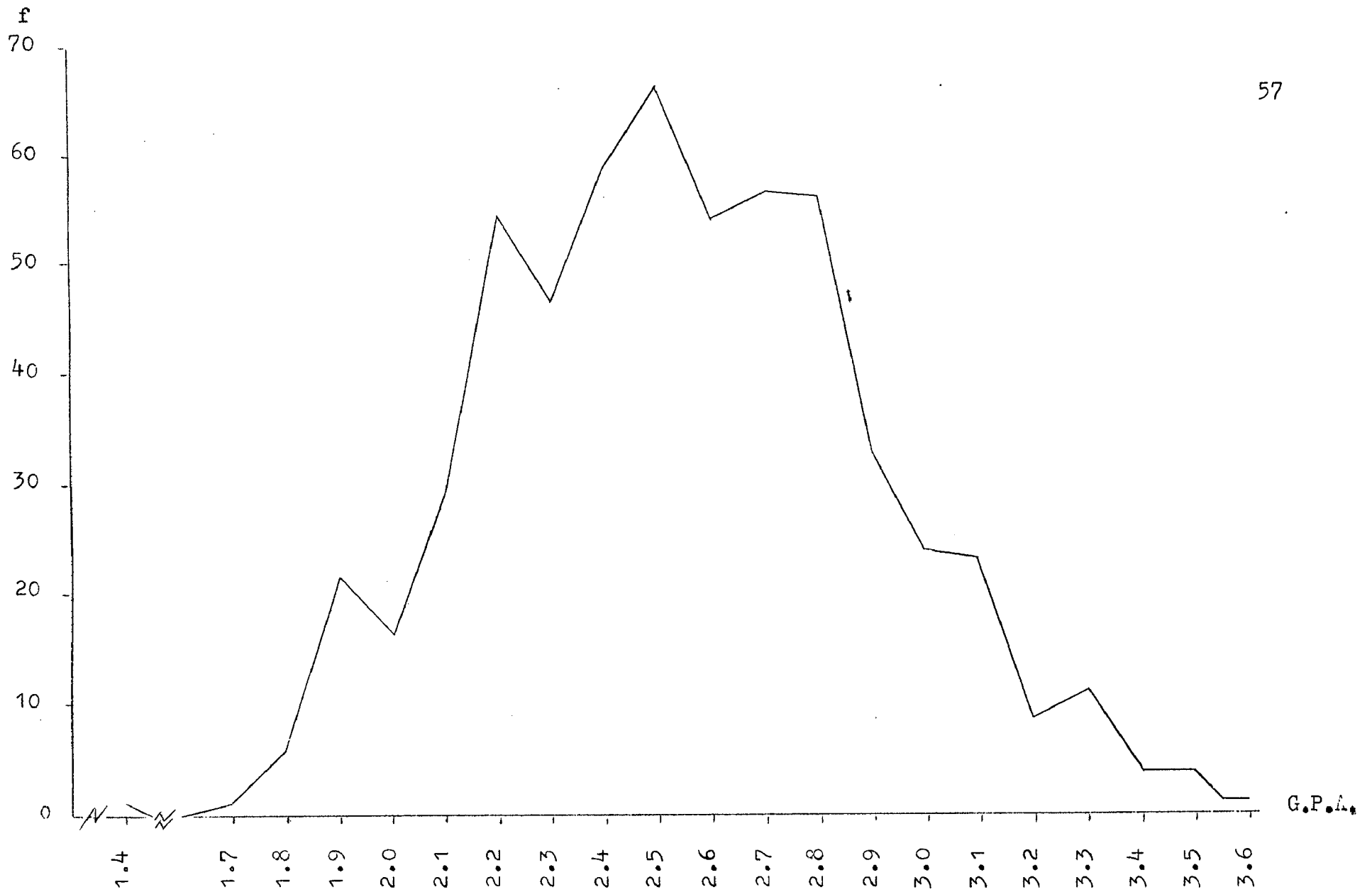
แบบโค้งปกติ (Normal distribution) นั่นก็คือ การแจกแจงของเกรดนักเรียนไม่เบ้ (Skewness) ไปทางหนึ่งทางใด เกรดเฉลี่ยที่นำมาศึกษามีการแจกแจงดังนี้

(1) การแจกแจงของเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา (ป.กศ.)

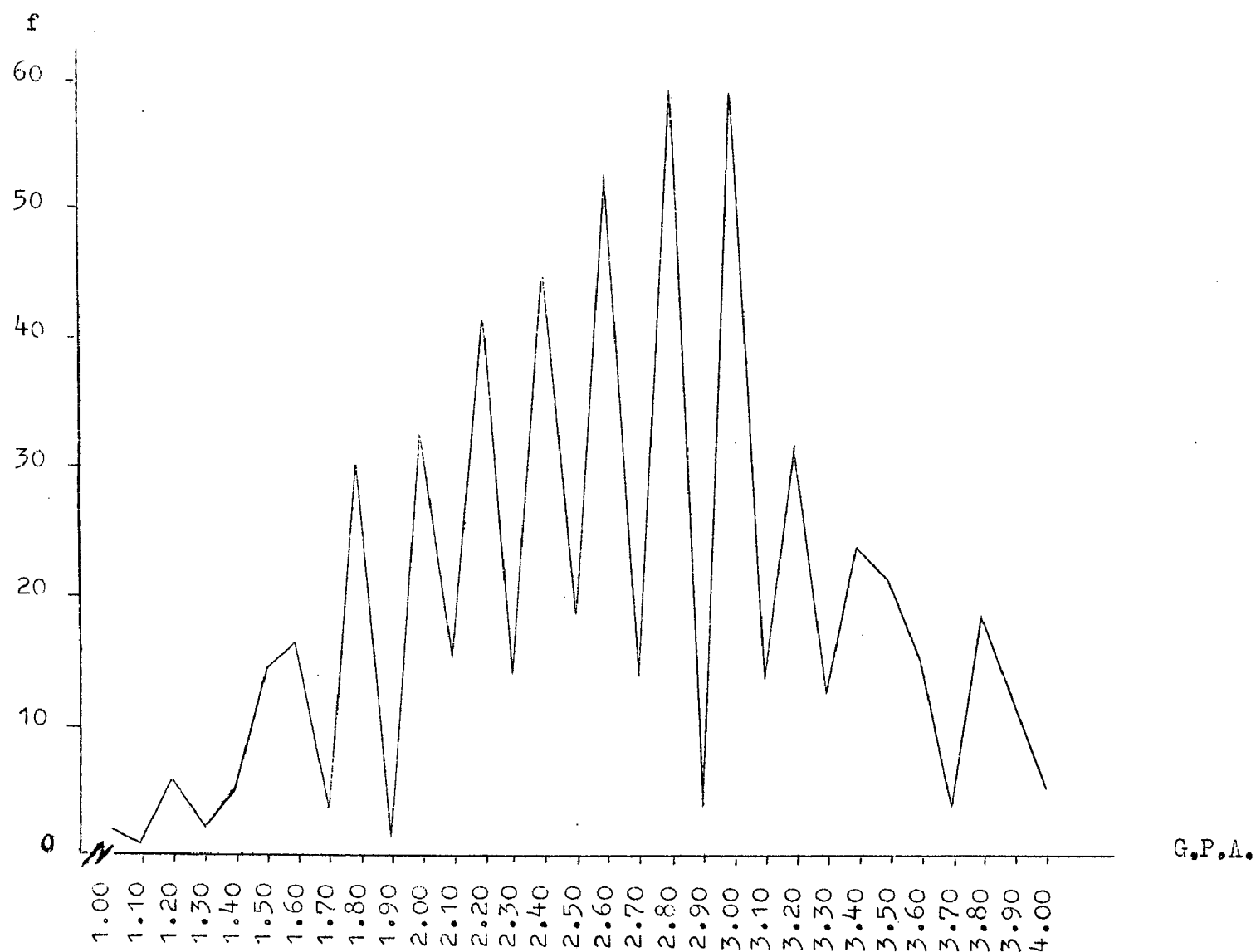
นักเรียนที่นำมาศึกษาครั้งนี้รับจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา มีจำนวน 522 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 16. แล้วนำเอาเกรดเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้ทั้งหมดมาแจกแจงความถี่ จะประกอบขึ้นเป็นโค้ง (Curve) ดังในภาพที่ 2. นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่คัดสรรค มาจากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาแล้ว โค้งของการแจกแจงความถี่จึงเริ่มจาก 2.00 ขึ้นไปจนถึง 3.80 และมีเกรดเฉลี่ยปานกลางอยู่ที่ 2.80 โค้งอันนี้ถ้าเราเกลา (Smooth) ให้อยู่ในรูปร่างอันเหมาะสมก็จะมีลักษณะใกล้เคียงโค้งปกติ นักเรียนกลุ่มนี้ที่เก่งที่สุดและอ่อนที่สุด มีน้อย ตอนกลาง ๆ มีมากที่สุด เป็นไปตามธรรมชาติของความสามารถมนุษย์

(2) การแจกแจงของเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง ทกวิชา แสดงไว้ในภาพที่ 3. จากภาพอันนี้เกรดเฉลี่ยเริ่มจาก 1.40 จนถึง 3.60 นักเรียน ที่ใดเกรดสูงและต่ำสุด มีจำนวนน้อย เกรดปานกลางมีจำนวนมากที่สุด ซึ่งถือว่าโค้งอันนี้มี คุณสมบัติเป็นโค้งปกติได้ ถ้าเราเกลา (Smooth) โค้งรูปนี้แล้วก็จะได้โค้งเป็นลักษณะโค้งปกติ ดูโค้งายยิ่งขึ้น เมื่อโค้งมีลักษณะดังภาพที่ 3 นี้แล้ว แสดงว่า การให้เกรดนักเรียนถูกต้องเป็น ไปตามธรรมชาติสติปัญญาของมนุษย์ได้

(3) การแจกแจงของเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ แสดงไว้ในภาพที่ 4 ในภาพนี้เกรดจะเริ่มตั้งแต่เกรดเฉลี่ย 1.00 ถึง 4.00 โค้งในภาพนี้ชันลงมากกว่าภาพใด ๆ ที่เป็นคังนี้อาจจะเป็นเพราะสมรรถภาพสมองทาง คณิตศาสตร์แตกต่างกันมากนั่นเอง แต่ถาพิจารณาโค้งนี้ให้ดีจะเห็นว่านักเรียนที่ใดเกรด คณิตศาสตร์สูง ๆ มีจำนวนไม่ต่างกันนักเรียนที่ใดเกรดคณิตศาสตร์ต่ำ ๆ เท่าใดนัก ถ้าจับกลุ่ม ของเกรดเฉลี่ยกว้างกว่านี้ คงจะมองเห็นแนวโน้มว่า โค้งอันนี้มีคุณสมบัติแบบโค้งปกติ สมรรถภาพ สมองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการให้เกรดจึงมีแนวโน้มว่าเป็นไปตามธรรมชาติของ สมรรถภาพสมองมนุษย์เหมือนกัน



ภาพที่ 3. โค้งของการแจกแจงความถี่เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ชั้นสูงรวมทุกวิชา ของนักเรียน
ที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ จำนวน 573 คน



ภาพที่ 4. โค้งของการแจกแจงความถี่ของเกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน
 กอมนิตศึกษาน จำนวน 573 คน

การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียน

จุดมุ่งหมายใหญ่ในการศึกษาค้างนี้ เพื่อค้นหาตัวพยากรณ์ที่จะนำมาทำนายผลสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ แต่ความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์นั้นย่อมส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนระดับนี้ด้วย เกณฑ์ที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้จึงมีอยู่สองตัว คือเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของทุกวิชา กับเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ทุกวิชาที่นักเรียนได้เรียนมา

ความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว คำนวณหาโดยวิธีสหสัมพันธ์แบบโปรดัก - โมเมนต์ (Product - moment) ใช้สูตรที่หาจากคะแนนดิบ ดังที่กล่าวมาแล้วในหน้า 34 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร 6 ชนิดคิดจากคะแนนนักเรียนทั้งหมด 508 คน ดังแสดงไว้ในตาราง 19.

ตาราง 19. สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 6 ชนิด คิดจากนักเรียน 508 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง	GPA. ป.กศ.สูงคณิต.
ภาษา.	1.0000	.2741 ⁺	.2819 ⁺	.4304 ⁺	.3779 ⁺	-.3158 ⁺
มิติ.		1.0000	.3944 ⁺	.2133 ⁺	.2668 ⁺	.1895 ⁺
คณิต.			1.0000	.3015 ⁺	.4008 ⁺	.3859 ⁺
GPA. ป.กศ.				1.0000	.6534 ⁺	.4546 ⁺
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000	.8303 ⁺
GPA. ป.กศ.สูงคณิต.						1.0000

* มีนัยสำคัญที่ .05

** มีนัยสำคัญที่ .01

การหาสหสัมพันธ์นอกจากหาจากคะแนนนักเรียนทั้งหมด 508 คนแล้ว ยังแยกย่อยเพื่อหาสหสัมพันธ์เฉพาะนักเรียนชายทั้งหมด 319 คน ~~ดังแสดงไว้ในตาราง 20.~~ และแยกหาสหสัมพันธ์เฉพาะนักเรียนหญิงทั้งหมด 189 คน ~~ดังแสดงไว้ในตาราง 21.~~ ที่แยกชายและหญิง เพื่อให้การทำนายแม่นยำยิ่งขึ้น

✍ ตาราง 20. สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 6 ชนิด คัดจากนักเรียนชาย 319 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง	GPA. ป.กศ.สูงคณิต.
ภาษา.	1.0000	.3191**	.3342**	.4776**	.4206**	-.3611**
มิติ.		1.0000	.3929**	.3506**	.3246**	.2356**
คณิต.			1.0000	.2791**	.4791**	.4431**
GPA. ป.กศ.				1.0000	.5939**	.5019**
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000	.7419**
GPA. ป.กศ.สูงคณิต.						1.0000

✍ ตาราง 21. สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 6 ชนิด คัดจากนักเรียนหญิง 189 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง	GPA. ป.กศ.สูงคณิต.
ภาษา.	1.0000	.2124*	.2326**	.3085**	.2814**	.1711*
มิติ.		1.0000	.3024**	.1419	.1998*	.1087
คณิต.			1.0000	.4479**	.3337**	.3066**
GPA. ป.กศ.				1.0000	.5939**	.3615**
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000	.7422**
GPA. ป.กศ.สูงคณิต.						1.0000

การใช้ตัวพยากรณ์ทำนายความสำเร็จในการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

✕ การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนส่วนรวม. ตัวพยากรณ์ที่ใช้ในการทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูงทุกวิชา มีแบบทดสอบ 3 ชนิด คือ แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย, มิติสัมพันธ์, คณิตศาสตร์เหตุผล ตัวพยากรณ์อีกชนิดหนึ่งคือเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา เบตาเวช (Beta weight), น้ำหนักคะแนน (Score weight) และสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation) ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ แสดงไว้ในตาราง 22.

ตาราง 22. สหสัมพันธ์, เบตาเวช, น้ำหนักคะแนนและสหสัมพันธ์พหุคูณ
ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษา นักเรียนทั้งหมด 508 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง
ภาษา.	1.0000	.2741	.2819	.4304	.3779
มิติ.		1.0000	.3944	.2133	.2668
คณิต.			1.0000	.3015	.4008
GPA. ป.กศ.				1.0000	.6534
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	.0707	.0532	.1929	.5534	
B	.0079	.0022	.0145	.6206	
$R^2 = .4798, R = .6927, A = .3384, SE = \pm .3104$					

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์เขียนได้ 2 สมการ เป็นรูปสมการคะแนนมาตรฐาน
และสมการคะแนนดิบ

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน. ใช้เมื่อเราแปลงคะแนนดิบได้เป็นคะแนน
มาตรฐาน และทำนายเกรดเฉลี่ยในรูปของคะแนนมาตรฐาน

$$\bar{z}_{\text{GPA.ป.กศ.สูง}} = .0707z_{\text{ภาษา.}} + .0532z_{\text{มิติ.}} + .1929z_{\text{คณิต.}} + .5534z_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ. ใช้เมื่อต้องการพยากรณ์ในรูปแบบของคะแนนดิบ เช่น เมื่อรู้คะแนนหรือเกรดเฉลี่ยจากตัวพยากรณ์แล้ว ก็สามารถทำนายเกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.สูงได้ แต่การทำนายใด ๆ ต้องอยู่ในขอบเขตของความคลาดเคลื่อน ดังสมการ

$$\text{GPA. ป.กศ.สูง} = .0076X_{\text{ภาษา.}} + .0022X_{\text{มิต.}} + .0145X_{\text{คณิต.}} + .6206X_{\text{GPA.ป.กศ.}} + .6929$$

ตัวพยากรณ์ชุดนี้ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน ป.กศ.สูง $R = .6927$

2. การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนชาย. เพื่อให้สะดวกแก่การพยากรณ์ยิ่งขึ้นประการหนึ่ง และมีความแม่นยำยิ่งขึ้นอีกประการหนึ่ง การแยกทำนายเป็นชาย จึงนำศึกษาอย่างยิ่ง จากการศึกษาโดยใช้ตัวพยากรณ์ที่กล่าวมาแล้ว 4 ชนิด พยากรณ์เกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ชั้นสูง ปรากฏว่า เบตาเวต (Beta weight) น้ำหนักคะแนน (Score weight) และ R . (Multiple correlation) ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ แสดงไว้ในตาราง 23.

ตาราง 23. สหสัมพันธ์, β , B และ R ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษา
นักเรียนชาย จำนวน 319 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิต.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง
ภาษา.	1.0000	.3191	.3342	.4776	.4206
มิต.		1.0000	.3929	.3506	.3246
คณิต.			1.0000	.2791	.4791
GPA. ป.กศ.				1.0000	.5939
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	.0464	-.0135	.3078	.5772	
B	.0049	-.0003	.0222	.6173	
$R^2 = .5554, R = .7453, A = .3415, SE = \pm .2869$					

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์เฉพาะนักเรียนชายเพื่อทำนายเกรดเฉลี่ย ป.กศ.ชั้นสูง
เขียนได้สองสมการ ดังนี้

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน. ใช้ในกรณีที่ตัวแปรทุกตัวเป็นคะแนนมาตรฐาน

$$\tilde{z}_{\text{GPA. ป.กศ.สูง}} = .0049z_{\text{ภาษา.}} - .0003z_{\text{มิติ.}} + .0222z_{\text{คณิต.}} + .6173z_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ ใช้ในกรณีที่ตัวแปรทุกตัวเป็นคะแนนดิบ

$$\tilde{\text{GPA. ป.กศ.สูง}} = .0049X_{\text{ภาษา.}} - .0003X_{\text{มิติ.}} + .0222X_{\text{คณิต.}} + .6173X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .3415$$

ตัวพยากรณ์ชุดนี้ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียน ป.กศ.สูง ของกลุ่มนักเรียนชายโดยมี
 $R = .7453$

3. การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนหญิง. จากการศึกษาการพยากรณ์
 ความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนหญิง จำนวน 189 คน ปรากฏผลดังแสดงไว้ในตาราง 24.

ตาราง 24. ค่า β , B และ R ของตัวพยากรณ์ชุดนี้ จากการศึกษา
 นักเรียนหญิง จำนวน 189 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง
ภาษา.	1.0000	.2124	.2326	.3085	.2814
มิติ.		1.0000	.3024	.1419	.1998
คณิต.			1.0000	.4479	.3337
GPA. ป.กศ.				1.0000	.5939
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	.0865	.0916	.0470	.5332	
B	.0105	.0038	.0041	.6572	
$R^2 = .3749, R = .6124, A = .3303, SE = \pm .3370$					

สมการที่ใช้พยากรณ์เฉพาะนักเรียนหญิง เพื่อทำนายเกรดเฉลี่ยระดับ ป.กศ.ชั้นสูง เขียนได้สองสมการ ดังนี้

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน ใช้ในกรณีตัวแปรทุกตัวอยู่ในรูปคะแนนมาตรฐาน

$$\bar{z}_{\text{GPA.ป.กศ.สูง}} = .0865z_{\text{ภาษา.}} + .0916z_{\text{มิติ.}} + .0470z_{\text{คณิต.}} + .5332z_{\text{GPA.ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ ใช้ในกรณีตัวแปรทุกตัวอยู่ในรูปคะแนนดิบ

$$\text{GPA.ป.กศ.สูง} = .0105X_{\text{ภาษา.}} + .0038X_{\text{มิติ.}} + .0041X_{\text{คณิต.}} + .6572X_{\text{GPA.ป.กศ.}} + .3303$$

ในกลุ่มนักเรียนหญิงที่นำมาศึกษานี้ ตัวพยากรณ์ส่งผลต่อเกณฑ์ $R = .6124$

การใช้ตัวพยากรณ์ทำนายความสำเร็จในการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

ในการพยากรณ์เจาะจงลงไปเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งรายวิชาบังคับ และรายวิชา เองนี้ แยกศึกษาเป็น 3 กลุ่ม เช่นเดียวกันกับการศึกษาการพยากรณ์ผลสำเร็จในการเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง คือแยกพยากรณ์เป็นกลุ่มนักเรียนทั้งหมดที่นำมาศึกษา, กลุ่มนักเรียนชายทั้งหมด และกลุ่มนักเรียนหญิงทั้งหมด แต่ละกลุ่มจะได้สมการในการพยากรณ์ สองสมการ คือสมการรูปคะแนนมาตรฐาน และสมการรูปคะแนนดิบ ในการพยากรณ์แต่ละกลุ่ม ได้หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation coefficient) ของตัว พยากรณ์กับเกณฑ์เป็นกลุ่ม ๆ ไป ดังแสดงไว้ต่อไปนี้

1. การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนรวม. ค่าสหสัมพันธ์ ของตัวแปรทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ในตาราง 25.

ตาราง 25. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์
ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียน 508 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูงคณิต.
ภาษา.	1.0000	.2741	.2133	.4304	-.3158
มิติ.		1.0000	.3944	.2133	.1895
คณิต.			1.0000	.3015	.3859
GPA. ป.กศ.				1.0000	.4546
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	-.7188	.1120	.3534	.6335	
B	-.1239	.0073	.0414	1.1029	
$R^2 = .6726, R = .8201, A = 1.3541, SE = \pm .3823$					

สมการที่พยากรณ์เฉพาะนักเรียนหญิงทั้งหมด สร้างจากข้อมูลทั่วไปที่วิเคราะห์แล้วใน
ตาราง 25. แบ่งสมการเป็น 2 สมการคือ

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน ใช้เมื่อคะแนนของตัวแปรเป็นคะแนน
มาตรฐาน

$$\bar{z}_{\text{GPA. ป.กศ.สูงคณิต.}} = -.7188z_{\text{ภาษา.}} + .1120z_{\text{มิติ.}} + .3534z_{\text{คณิต.}} + .6335z_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ เมื่อนำเอาคะแนนดิบจากตัวพยากรณ์มาใช้โดย
แทนได้ในสมการ

$$\text{GPA. ป.กศ.สูงคณิต.} = 1.3541 - .1239X_{\text{ภาษา.}} + .0073X_{\text{มิติ.}} + .0414X_{\text{คณิต.}} + 1.1029X_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์เท่ากับ .8201

2. การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย คาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ในตาราง 26.

ตาราง 26. คาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์
ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียนชาย 319 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูง
ภาษา.	1.0000	.3191	.3342	.4776	-.3611
มิติ.		1.0000	.3929	.3506	.2356
คณิต.			1.0000	.2791	.4431
GPA. ป.กศ.				1.0000	.5019
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	-.9225	.0553	.5120	.7803	
B	-.1517	.0036	.0699	1.5070	
$R^2 = .9647, R = .9822, A = .5542, SE = \pm .1249$					

สมการที่ใช้พยากรณ์เฉพาะนักเรียนชาย สร้างจากข้อมูลที่ได้วิเคราะห์แล้วในตาราง 26. พยากรณ์ได้เป็นสมการ 2 สมการคือ

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน ใช้เมื่อคะแนนตัวแปรเป็นคะแนนมาตรฐาน

$$\bar{z}_{\text{GPA.ป.กศ.สูงคณิต.}} = -.9225z_{\text{ภาษา.}} + .0553z_{\text{มิติ.}} + .5120z_{\text{คณิต.}} + .7803z_{\text{GPA.ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ ใช้เมื่อคะแนนตัวแปรเป็นคะแนนดิบโดยตรง

$$\text{GPA.ป.กศ.สูงคณิต.} = .5542 - .1517X_{\text{ภาษา.}} + .0036X_{\text{มิติ.}} + .0699X_{\text{คณิต.}} + 1.5070X_{\text{GPA.ป.กศ.}}$$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์เท่ากับ .9822

3. การพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหญิง. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 5 ชนิด แสดงไว้ในตาราง 27.

ตาราง 27. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์
ทุกวิชา จากคะแนนนักเรียนหญิง 189 คน

ตัวแปร	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.	GPA. ป.กศ.สูงคณิต
ภาษา.	1.0000	.2124	.2326	.3085	.1711
มิติ.		1.0000	.3024	.1419	.1087
คณิต.			1.0000	.4479	.3066
GPA. ป.กศ.				1.0000	.3615
GPA. ป.กศ.สูง					1.0000
β	.0462	.0084	.1730	.2685	
B	.0086	.0005	.0231	.5067	
$R^2 = .1589, R = .3986, A = .6813, SE = \pm .5986$					

สมการไขพยากรณ์เฉพาะนักเรียนหญิง สร้างจากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วในตาราง 27.
จะได้สมการ 2 สมการคือ

(ก) สมการรูปคะแนนมาตรฐาน ใช้เมื่อคะแนนตัวแปรเป็นคะแนนมาตรฐาน

$$\tilde{GPA. \text{ ป.กศ. สูงคณิต. }} = .0462z_{\text{ภาษา.}} + .0084z_{\text{มิติ.}} + .1730z_{\text{คณิต.}} + .2685z_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(ข) สมการรูปคะแนนดิบ ใช้เมื่อคะแนนตัวแปรเป็นคะแนนดิบ

$$GPA. \text{ ป.กศ. สูงคณิต. } = .0086X_{\text{ภาษา.}} + .0005X_{\text{มิติ.}} + .0231X_{\text{คณิต.}} + .5067X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .6813$$

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์เท่ากับ .3986

ความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบกับเกณฑ์

จากสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัว ถ้าตัวใดมีค่าสหสัมพันธ์สูงก็ถือว่า ตัวแปรนั้น มีความสัมพันธ์กันสูง อันดับของคะแนนเป็นไปตามกัน, ขึ้นลงตามกัน ในการพยากรณ์ที่ต้องใช้ ตัวพยากรณ์หลายตัว เพื่อพยากรณ์เกณฑ์ต้องการนั้น จำเป็นต้องเลือกตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อเกณฑ์มากที่สุด นั่นก็คือค่าสหสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์กับเกณฑ์มีค่าสูงจึงจะพยากรณ์ได้ดี เชื่อถือได้มาก

ในการใช้ตัวพยากรณ์ใด ๆ ถ้าหากทราบตัวส่งผลต่อเกณฑ์น้อย เขานิยมตัดตัวพยากรณ์ บางชนิดออกใช้เพียงบางส่วน ก็จะมีค่าเท่ากับใช้ทั้งหมด ในการศึกษาครั้งนี้ตัวพยากรณ์มีอยู่ 4 ชนิด ถ้าพิจารณาเฉพาะตัวพยากรณ์ที่เป็นแบบทดสอบแล้ว ส่งผลต่อเกณฑ์ดังแสดงไว้ในตารางต่อไป

ตาราง 28. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ GPA. ป.กศ.สูงทุกวิชา
จากนักเรียนทั้งหมด 508 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight				
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA.ป.กศ.
GPA.ป.กศ.สูง-ภาษา.	.3779	.3779			
GPA.ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.	.4142	.3296	.1764		
GPA.ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.4915	.2744	.0758	.2935	
GPA.ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต-GPA. ป.กศ.	.6927	.0707	.0532	.1929	.5534

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ R = .4915

ตาราง 29. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ GPA. ป.กศ.สูงทุกวิชา
จากนักเรียนชาย 319 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight				
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.	.4206	.4206			
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.	.4662	.3530	.2119		
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.5604	.2719	.1009	.3486	
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต.-GPA. ป.กศ.	.7453	.0464	-.0135	.3078	.5772

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ $R = .5604$

ตาราง 30. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ GPA. ป.กศ.สูงทุกวิชา
จากนักเรียนหญิง 189 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight				
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต.	GPA. ป.กศ.
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.	.2814	.2814			
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.	.3158	.2502	.1467		
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.4006	.2039	.0771	.2629	
GPA. ป.กศ.สูง-ภาษา.-มิติ.-คณิต.-GPA. ป.กศ.	.6124	.0865	.0916	.0470	.5332

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ $R = .4006$

ตาราง 31. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ GPA. ป.กศ.สูง
 วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนทั้งหมด 508 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight			
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต. GPA.ป.กศ.
GPA.คณิต.-ภาษา.	-.3158	-.3158		
GPA.คณิต.-ภาษา.-มิติ.	.4267	-.3976	.2985	
GPA.คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.6003	-.4856	.1379	.4685
GPA.คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.-GPA.ป.กศ.	.8201	-.7188	.1120	.3534 .6335

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ R = .6003

ตาราง 32. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับ GPA. ป.กศ.สูง
 วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนชาย 319 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight			
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต. GPA.ป.กศ.
GPA. คณิต.-ภาษา.	-.3611	-.3611		
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.	.5171	-.4857	.3906	
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.7235	-.6167	.2099	.5671
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.-GPA.ป.กศ.	.9822	-.9225	.0553	.5120 .7803

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ R = .7235

ตาราง 33. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ กับ GPA. ป.กศ.สูง
 วิชาคณิตศาสตร์ จากนักเรียนหญิง 189 คน

เกณฑ์ - ตัวพยากรณ์	Beta weight			
	R.	ภาษา.	มิติ.	คณิต. GPA.ป.กศ.
GPA. คณิต.-ภาษา.	.1711	.1711		
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.	.1866	.1551	.0758	
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.	.3234	.1053	.0012	.2818
GPA. คณิต.-ภาษา.-มิติ.-คณิต.- GPA. ป.กศ.	.3986	.0462	.0084	.1730 .2685

แบบทดสอบ 3 ชนิดกับเกณฑ์ $R = .3234$

✓ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปร 6 ชนิด

จากการหาสหสัมพันธ์ของตัวแปร 6-ชนิดในตาราง-19: ได้นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบโดยวิธี Factor analysis ตามวิธีของ เทอร์สโตน (Thurstone) ซึ่งนำมาอธิบายโดย —
 ทอมสัน¹ จุดประสงค์ที่นำเอาตัวแปรทั้ง 6 ชนิดมาวิเคราะห์องค์ประกอบ ก็เพื่อจะไ้รู้ว
 ะแนนที่ได้จากการวัดในตัวแปรแต่ละชนิดนั้นจะแทนควยสมรรถภาพทางใด เป็นผลทำให้
 ฐานำหนักขององค์ประกอบของตัวแปรแต่ละชนิด ว่ามีสมรรถภาพด้านนั้น ๆ อยู่เท่าใดควย แต่ในการ
 พิจารณาว่า ตัวแปรชนิดใดประกอบควยองค์ประกอบสมรรถภาพด้านใด ก็ต้องอาศัยเนื้อแท้ที่ประกอบ
 เป็นแบบทดสอบเป็นเกณฑ์

การวิเคราะห์ครั้งนี้ วิเคราะห์ออกมาสามองค์ประกอบ (Factors) เท่านั้น
 ตัวประกอบตอนต้นก่อนใช้วิธีการหมุนแกนแสดงไว้ในตาราง 34.

¹ Thomson, Godfrey, The Factorial Analysis of Human Ability,
 pp. 63 - 150.

ตาราง 34. น้ำหนักขององค์ประกอบที่นำมาตอนแรกก่อนหมุนแกน

ตัวแปร	I	II	III	h^2
1 ภาษา.	.3997	-.6057	-.4011	.6861
2 มิติ.	.4661	-.3181	.2395	.3758
3 คณิต.	.5825	.2362	-.2816	.4744
4 GPA. ป.กศ.	.7281	-.2298	.2498	.6453
5 GPA. ป.กศ.สูง	.8038	.3409	.3053	.8555
6 GPA. ป.กศ.สูงคณิต.	.6389	.6427	.4068	.9867

h^2 แทน Communality

เพื่อให้การพิจารณาน้ำหนักของตัวแปรมีความหมายขึ้นได้ใช้วิธีหมุนแกน ผลปรากฏดังแสดงไว้ในตาราง 35.

ตาราง 35. น้ำหนักองค์ประกอบหลังจากการหมุนแกน

ตัวแปร	I	II	III	h^2
1 ภาษา.	+.7332	0	+.3855	.6862
2 มิติ.	+.0863	+.0570	+.5676	.3329
3 คณิต.	+.3026	+.6166	-.0523	.4745
4 GPA. ป.กศ.	+.1162	+.4823	+.6319	.6454
5 GPA. ป.กศ.สูง	+.1693	+.8590	+.2984	.8556
6 GPA. ป.กศ.สูงคณิต.	-.2423	+.8869	+.3791	.9877

✓
การคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบของแบบทดสอบทั้ง 6 ชนิดนี้ กำหนดให้น้ำหนักองค์ประกอบอันที่ 2 ของแบบทดสอบ ชนิดที่ 1 เป็น 0 ทั้งนี้เพราะ น้ำหนักอันนี้คิดคบบมากที่สุดจากน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรทั้ง 6 ชนิด แสดงไว้ในตาราง 35. นั้น แปลความหมายได้ดังนี้

องค์ประกอบที่ I จะเห็นว่ำน้ำหนักที่มากที่สุดเป็นของแบบทดสอบด้านความเข้าใจทางภาษา องค์ประกอบที่ 1 น่าจะเป็นสมรรถภาพสมองด้านภาษามากกว่าอย่างอื่น

องค์ประกอบที่ II จะเห็นว่ำน้ำหนักมากที่สุด เป็นน้ำหนักของ GPA. ป.กศ. สูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ในจำนวนแบบทดสอบสามชนิด น้ำหนักอันนี้ที่สูง คือแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผล องค์ประกอบนี้จึงน่าจะเป็นสมรรถภาพสมองด้านคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่ III แบบทดสอบที่มีน้ำหนักอันนี้มากที่สุดคือ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์กับ GPA. ป.กศ. จึงน่าจะอนุมานว่าองค์ประกอบที่ 3 นี้ เป็นสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์เป็นส่วนใหญ่

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาตัวพยากรณ์ทางสถิติไว้ทำนายความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ และความสำเร็จในการเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยศึกษาจากนักเรียนที่เรียนเฉพาะวิชาเอกคณิตศาสตร์เท่านั้น การศึกษาครั้งนี้ เลือกศึกษานักเรียนจากวิทยาลัยครู 13 แห่ง คือ

1. วิทยาลัยครูจันทระเกษม
2. วิทยาลัยครูเชียงใหม่
3. วิทยาลัยครูนครราชสีมา
4. วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
5. วิทยาลัยครูเทพสตรี
6. วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม
7. วิทยาลัยครูมหาสารคาม
8. วิทยาลัยครูยะลา
9. วิทยาลัยครูสงขลา
10. วิทยาลัยครูสวนกุหลาบ
11. วิทยาลัยครูสวนสุนันทา
12. วิทยาลัยครูอุดรธานี
13. วิทยาลัยครูอุบลราชธานี

วิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่งนี้ มีนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ 666 คน ที่นำมาวิจัยครั้งนี้ 573 คน คิดเป็นร้อยละ 86.03 เป็นนักเรียนชาย 357 คน และนักเรียนหญิง 216 คน

เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบความถนัดทางการเรียน 3 ชนิด เป็นเกรดเฉลี่ยของนักเรียน 3 ชนิด แบบทดสอบ 3 ชนิดนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก และแบ่งเป็นสามชนิด ดังนี้

1. แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย มี 40 ข้อ กำหนดเวลาให้ทำ 20 นาที มีความยากมาตรฐานเป็นรายข้อ (Δ) เฉลี่ย 10.02 มีความเชื่อมั่น .69
2. แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ เป็นแบบรูปภาพ มี 50 ข้อ กำหนดเวลาให้ทำ 30 นาที มีความยากมาตรฐานเป็นรายข้อ (Δ) เฉลี่ย 10.38 มีความเชื่อมั่น .94
3. แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล มี 50 ข้อ กำหนดเวลาให้ทำ 40 นาที มีความยากมาตรฐานเป็นรายข้อ (Δ) เฉลี่ย 14.71 มีความเชื่อมั่น .83

สำหรับเกรดเฉลี่ย 3 ชนิด คือเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา, เกรดเฉลี่ยทุกวิชาของระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง และเกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ของระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง ทั้งสามชนิดหลังนี้ คัดลอกจากระเบียบนักเรียนในแต่ละวิทยาลัยครู โดยได้รับความร่วมมือจากผู้อำนวยการ, อาจารย์ใหญ่ และเจ้าหน้าที่ทางค่านนี้ทำการคัดลอกส่งมาให้ผู้วิจัย

แบบทดสอบทั้ง 3 ชนิด กับเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาใช้เป็นตัวพยากรณ์ ส่วนเกรดเฉลี่ยทุกวิชาที่เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง, เกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาชั้นสูง สองชนิดที่กล่าวข้างหลังนี้ใช้เป็นเกณฑ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้ ได้อาศัยเครื่องคำนวณ ฟรีเด็น (Friden) แบบถอดรากลไก แบบ SRQ, แบบ RSR และแบบ 132 Electronic Calculation เพื่อหาสิ่งต่อไปนี้

1. หาผลรวมทั้งหมดของคะแนน (ΣX)
2. หาผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง (ΣX^2)
3. หาคะแนนเฉลี่ย
4. หาความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
5. หาคะแนนมาตรฐาน
6. หาสหสัมพันธ์ แบบขรรกรรมคา และแบบสหสัมพันธ์พหุคูณ
7. หาสมการพยากรณ์เกรคเฉลี่ย
8. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยวิธี $t - test$ และ Analysis of variance
9. หานำหนักขององค์ประกอบ (Factor loading) โดยวิธีของ Thurstone

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการวิจัยทำให้ทราบสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. คะแนนความแตกต่างของนักเรียนระหว่างวิทยาลัยครูทั้ง 13 แห่ง จากคะแนนการสอบแบบทดสอบ 3 ชนิด คือ แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย, แบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ และแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล เมื่อทดสอบนัยสำคัญโดยใช้เทคนิค $t - test$ 234 ครั้ง ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหลายคู่ ดังแสดงไว้ในตาราง 8. หน้า 40, ตาราง 11. หน้า 43 และตาราง 14. หน้า 46 แล้ว
2. จากคะแนนแบบทดสอบทั้ง 3 ชนิดนี้ เมื่อศึกษาเป็นส่วนตัวรวมทั้ง 573 คน แยกเป็นนักเรียนชายและนักเรียนหญิงแล้ว ปรากฏผลว่า
 - ก. การสอบแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
 - ข. การสอบแบบทดสอบมิตีสัมพันธ์ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ค. การสอบแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. ผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกณฑ์

ก. เมื่อใช้เกรดเฉลี่ยของทุกวิชาเป็นเกณฑ์ ปรากฏว่า

สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเข้าใจทางภาษาไทยกับเกณฑ์	เท่ากับ	.3779
สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตสัมพันธ์กับเกณฑ์	เท่ากับ	.2668
สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์เหตุผลกับเกณฑ์	เท่ากับ	.4008
สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษากับเกณฑ์	เท่ากับ	.6534

ข. เมื่อใช้เกรดเฉลี่ยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่า

สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความเข้าใจทางภาษาไทยกับเกณฑ์	เท่ากับ	-.3158
สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตสัมพันธ์กับเกณฑ์	เท่ากับ	.1895
สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์เหตุผลกับเกณฑ์	เท่ากับ	.3859
สหสัมพันธ์ระหว่างเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษากับเกณฑ์	เท่ากับ	.4546

4. สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation) ระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการชั้นสูงทุกวิชา เป็นดังนี้

ก. คำนวณจากนักเรียนทั้งหมด $R = .6947$

ข. คำนวณจากนักเรียนชายทั้งหมด $R = .7453$

ค. คำนวณจากนักเรียนหญิงทั้งหมด $R = .6124$

5. สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการชั้นสูงเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ เป็นดังนี้

ก. คำนวณจากนักเรียนทั้งหมด $R = .8201$

ข. คำนวณจากนักเรียนชายทั้งหมด $R = .9822$

ค. คำนวณจากนักเรียนหญิงทั้งหมด $R = .6813$

6. สมการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการชั้นสูง มีดังนี้

✓
(1) สมการพยากรณ์นักเรียนส่วนรวม

ก. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

ทุกวิชาตั้งสมการ

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูง}} = .0078X_{\text{ภาษา.}} + .0022X_{\text{มิติ.}} + .0145X_{\text{คณิต.}} + .6206X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .6929$$

ข. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งสมการ

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูงคณิต.}} = 1.3541 - .1239X_{\text{ภาษา.}} + .0073X_{\text{มิติ.}} + .0414X_{\text{คณิต.}} + 1.1029X_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(2) สมการพยากรณ์นักเรียนราย

ก. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

ทุกวิชา ตั้งสมการ

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูง}} = .0049X_{\text{ภาษา.}} - .0003X_{\text{มิติ.}} + .0222X_{\text{คณิต.}} + .6173X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .3415$$

ข. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูงคณิต.}} = .5542 - .1517X_{\text{ภาษา.}} + .0036X_{\text{มิติ.}} + .0699X_{\text{คณิต.}} + 1.5070X_{\text{GPA. ป.กศ.}}$$

(3) สมการพยากรณ์นักเรียนหญิง

ก. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

ของทุกวิชา ตั้งสมการ

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูง}} = .0105X_{\text{ภาษา.}} + .0038X_{\text{มิติ.}} + .0041X_{\text{คณิต.}} + .6572X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .3303$$

ข. ใช้ทำนายเกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง

เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งสมการ

$$\widetilde{\text{GPA. ป.กศ.สูงคณิต.}} = .0086X_{\text{ภาษา.}} + .0005X_{\text{มิติ.}} + .0231X_{\text{คณิต.}} + .5067X_{\text{GPA. ป.กศ.}} + .6813$$

✓ 6.2
7. ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) แสดงไว้ใน

ตาราง-35.

- ✓ (1) แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย มีองค์ประกอบทางด้านภาษามากที่สุด อันดับสองเป็นด้านมิติสัมพันธ์
- ✓ (2) แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ มีองค์ประกอบทางมิติสัมพันธ์มากที่สุด อันดับสองเป็นด้านภาษา อันดับสามเป็นด้านคณิตศาสตร์
- ✓ (3) แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล มีองค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์มากที่สุด ถัดไปด้านภาษา องค์ประกอบที่สามเป็นลบ
- (4) เกรดเฉลี่ยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษามีองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์มากที่สุด อันดับสองเป็นคณิตศาสตร์ อันดับสามเป็นภาษา
- (5) เกรดเฉลี่ย ป.กศ.สูงทุกวิชา มีองค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์มากที่สุด ถัดไปเป็นด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบอันดับที่ 1 เป็นลบ
- (6) เกรดเฉลี่ย ป.กศ.สูงเฉพาะคณิตศาสตร์ มีองค์ประกอบด้านคณิตศาสตร์มากที่สุด อันดับสองเป็นด้านมิติสัมพันธ์ องค์ประกอบอันดับที่ 1 เป็นลบ

✓ ข้อเสนอแนะ

1. แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ สร้างขึ้นเพื่อจะหาคำตอบคงในความมุ่งหมายของการวิจัยเท่านั้น ยังไม่ได้ทำเป็นแบบทดสอบมาตรฐานสำหรับการศึกษาในระดับนี้
2. ผลของการวิเคราะห์หข้อมูลจากแบบทดสอบ 3 ชนิด ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1. หน้า 50 ทำให้มองเห็นความสามารถของนักเรียนเปรียบเทียบกันได้ว่า แต่ละแห่งเคยค่อยต่างกันเท่าใด วิทยาลัยครูใดที่คอยทางค่านนั้นก็ควรจะได้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นั่นก็คือพยายามปลูกฝังสมรรถภาพค่านนั้น ๆ ตามความเหมาะสม
3. การศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2504 ถ้าทางวิทยาลัยครูนำไปใช้ในการแนะแนวก็ตอ้งคำนึงถึงนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2510 ด้วย

4. เกรคบางอย่างของนักเรียนมีแนวโน้มว่าไม่แจ่มแจ้งเป็นปกติ แสดงว่า การให้เกรคอาจไม่เป็นไปตามหลักของสถิติ ถ้าการแปลความหมายตัวเลขไม่เป็นวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ การประเมินผลนักเรียนก็เชื่อถือได้น้อย คะแนนที่ได้จึงควรทำเป็นคะแนน มาตรฐาน (T - Normalized) ก่อน การประเมินจึงจะถูกต้องเป็นวิธีการวิทยาศาสตร์ ยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การฝึกหัดครู, กรม เอกสารสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง
ของสถานฝึกหัดครูระดับวิทยาลัยครู, หน่วยศึกษานิเทศก์จัดพิมพ์, 2509, 121 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล, เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 3 โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2508, 452 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล, วิลาศ สิงห์วิสัย, วัน สังข์สะอาด รายงานความก้าวหน้าของโครงการ
สร้างแบบทดสอบมาตรฐานความถนัดทางการเรียนของวิทยาลัยวิชาการศึกษา ฉบับที่ 1
สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร,
 สิงหาคม, 2508, 27 หน้า
- ชวาล แพทย์กุล, และคณะ รายงานการวิจัยผลการสอบคัดเลือกนักเรียน ป.กศ. ปีการศึกษา
2508 สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา
 ประสานมิตร, 2509, 284 หน้า
- ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์, ร.ท.หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนชั้นมัธยมของโรงเรียน
 รัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา กองการศึกษา กรมวิชาการ
 กระทรวงศึกษาธิการ เล่ม 4, สิงหาคม, หน้า 18
- ตำรง บัวศรี, "การศึกษาสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา" อนุสารชุมนุมอาจารย์วิทยาลัยวิชาการ
ศึกษา ประสานมิตร 2511 ทางหุ่นสวนจำกดไทยสงเคราะห์ไทย, พระนคร, 2510, .
 90 หน้า
- พนัส หันนาคินทร์, หลักการบริหารโรงเรียนเบื้องต้น พิมพ์ที่แผนกการพิมพ์วิทยาลัยครูสวนสุนันทา
 พระนคร, 2510, 244 หน้า
- ภิญโญ สาร, "ความสำเร็จในการศึกษาชั้นมหาวิทยาลัยเปรียบเทียบกับการศึกษาชั้นเตรียมอุดม
 ของนิสิตระดับปริญญาตรีที่ออกจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปีการศึกษา 2499 -
 2503" รายงานการวิจัย แผนกวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 หน้า 95

วิชาการ, กรม รายงานการสัมมนาครุศึกษาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ,
2504, หน้า 1

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พุทธศักราช 2508 โรงพิมพ์
การศาสนา กรมการศาสนา พระนคร, 2508, 71 หน้า

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2504
กระทรวงศึกษาธิการ, 2504, หน้า 5

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง พุทธศักราช 2510
กระทรวงศึกษาธิการ, 2510, 72 หน้า

Adam, G. S., Measurement and Evaluation in Education Psychology and Guidance, Holt Rinehart and Winston, New York, 1964, 653 pp.

Anastasi, Anne, Psychological Testing, The Macmillan Company, New York, 1961, 657 pp.

Bennett, G. K., Seashore, N. G., Wesman, A.G., "The Differential Aptitude Test An Overview," The personnel and Guidance Journal pp. 81 - 91 October, 1956.

✓ Bloom, Benjamin S. and Peters, Frank R., The Use of Academic Prediction Scales for Counseling and Selecting College Entrants, The Free Press of Glencoe, Inc, New York, 1961, 145 pp.

Boyce, Richard W.; Paxson, R.C., "The Predictive Validity of Eleven Tests At One State College," Educational and Psychological Measurement, 4 : 1143 - 1147, 1965.

Brown, Kenneth E., Johnson, Philip G., "Education for The Talented in Mathematics and Sciences" Bulletin Office of Education Washington, 15 : 3 - 4, 1952.

Cambell, John Paul, "The Use of Evaluation of An Iterative Multiple Regression Technique for Enhancing The Prediction of Academic Success by Criterion Grouping" Dissertation Abstract xxvi : 862 - 363, 1965.

Chanama, Supoch, Principles Problems and Optimum Program for Mathematic Division Thailand, 1960, p. 1.

- Chauncey, Henry ; Dobbin, John E. Testing : Its Place in Education Today, Harper & Row Publishers, New York, 1963, 223 pp.
- Cronbach, Lee J., Essentials of Psychological Testing, Harper & Brothers, Publisher, New York, 1960, 650 pp.
- Crowder, Norman A. "The Holzinger - Crowder Uni - Factor Test," The Personnel and Guidance Journal, pp. 512 - 517, April, 1957.
- Dixon, Wilfrid J., and Massey, Frank J., Introduction to Statistical Analysis, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, 1951, 370 pp.
- Douglass, Harl R., "The Prediction of Pupil Success in High School Mathematics," Mathematic Teacher, 28 : 489 - 504, 1935.
- Ewald, Hattie H., "The Relationship of Scores on The Differential Aptitude Test to Scholarship in High School and College" Dissertation Abstracts xxii : 800, 1961.
- Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.
- Findley, Warren G, (ed), The Impact and Improvement of School Testing Programs, The National Society for The Study of Education, Chicago, 1963, 304 pp.
- Flanagan, John C., Flanagan Aptitude Classification Test, Science Research Associates, Inc, Chicago, 1958, pp. 20 - 24.
- Francis, Richard Lee, "A Study of The Value of Selected Test Scores for Predicting Success in Analytic Geometry and Calculus," Dissertation Abstracts 12 : 7166, 1966.
- Freeman, Frank N., Mental Test, Houghton Mifflin Company, New York, 1939, 460 pp.
- Gulliksen , Harold, Theory of Mental Tests, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1967, 486 pp.
- Hildreth, Gertrude H., Introduction to The Gifted, McGraw - Hill Company, 1966, 472 pp.
- Hill, John R., "Factor - Analysis Abilities and Success in College Mathematics," Educational and Psychological Measurement, 17 : 615 - 622 Winter, 1957.
- Keough, John J., "The Relationship of Socio-Economic Factors and Achievement in Arithmetic" The Arithmetic Teacher 7 : 231 - 137, May, 1960.

- Lins, L J. "Probability Approach to Forecasting University Success with Measured Grades As The Criterion," Educational and Psychology Measurement, 10 : 386 - 391, 1950.
- McCreery, Louis R., "A Philosophy of Education," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning 2 : 3 - 7, August, 1964.
- McNemar, Quinn, Psychological Statistic, Hohn Wiley & Sons, Inc., New York, 1962, 451 pp.
- Paeratakul, Chawal "An Investigation of The Efficiency of The Indiana University Freshman Orientation Test Battery and Its Implications for Counseling and Guidance," Doctor's Thesis, p. 227, 1961.
- Peter, Charles C., and Van Voorhis, Walter R., Statistical Procedures and Their Mathematical Bases, McGraw - Hill Company, Inc, New York, 1940, 516 pp.
- Rannucci, Ernest R., "The Role of Space Perception in The Teaching of Mathematics," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning 3 : 19 - 23, October, 1964.
- Ratanakul, Suchart, "A Study of Mathematics Education in Thailand A Report of a Type B Project," Doctor's Thesis, Columbia University, 1958, pp. 38 - 39.
- Rosenbloom, P.C., Kraft, Charles ; Rajaratnam, Nageswari, "Report on The Work by The Minnesota School Mathematics Center," Bulletin of The International Study Groups for Mathematics Learning 2 : 9 - 13, August, 1964.
- Sapianchaiy, Poj "The Predictive Efficiency of The Entrance Examination at The College of Education Bangkok Thailand," Doctor's Thesis, pp. 20 - 71, 1963.
- Smith, MacFarlane, Spatial Ability, University of London Press Ltd., London, 1964, 408 pp.
- Stricker, Lawrence J.; Schiffman, Harold ; Ross, John "Prediction of College Performance with The Myers - Briggs Type Indicator," Educational and Psychological Measurement, 4 : 1081 - 1095, 1965.
- Thorndike, R. L. and Hagen, Elizabeth, Measurement and Evaluation in Psychology and Education, John Wiley and Sons Inc., New York, 1955, 575 pp.

- Thomson, Godfrey H., The Factoral Analysis of Human Ability, Houghton Mifflin Company, Boston 1951, 383 pp.
- Thurstone, L. L., Multiple Factor Analysis, The University of Chicago Press, Chicago, 1947, 535 pp.
- Vernon, P.E., Intelligence and Attainment Tests, The Philosophical Library Inc., New York, 1960, 207 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.
- Wozencraft, Marian, "Sex Comparation of Certain Abilities" The Journal of Educational Research, 57 : 503 - 505, September, 1963.

ภาคผนวก

ตาราง 36. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการ
วิเคราะห์แบบทดสอบความเข้าใจทางภาษา

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
1	100	93	95	.16	6.4	21	93	63	80	.43	9.7
2	81	63	72	.22	10.6	22	63	48	56	.15	12.4
3	63	37	50	.26	13.0	23	93	78	86	.28	8.6
4	74	44	59	.31	12.1	24	96	63	82	.52	9.3
5	37	19	28	.22	15.4	25	96	89	93	.21	7.2
6	48	15	30	.38	15.1	26	67	37	52	.30	12.8
7	37	22	29	.17	15.2	27	81	63	72	.22	10.6
8	20	5	12	.31	17.8	28	52	30	41	.23	13.9
9	37	19	28	.22	15.4	29	22	11	16	.18	16.9
10	22	4	16	.48	17.0	30	7	4	5	.16	19.6
11	96	85	91	.28	7.6	31	96	74	87	.42	8.6
12	93	89	91	.10	7.6	32	70	19	44	.51	13.6
13	89	78	84	.18	9.1	33	52	19	35	.36	14.6
14	93	89	91	.10	7.6	34	30	19	24	.14	15.8
15	67	33	50	.34	13.0	35	85	67	76	.24	10.1
16	96	70	85	.46	8.8	36	96	52	78	.59	10.0
17	96	74	87	.42	8.6	37	96	41	73	.66	10.5
18	81	56	69	.29	11.0	38	100	63	86	.66	8.7
19	52	30	41	.23	13.9	39	59	30	59	.56	12.1
20	41	37	39	.04	14.1	40	22	19	20	.04	16.3

ตาราง 37. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบทดสอบมีคัมพันซ์

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
1	96	74	87	.41	8.5	26	96	48	76	.62	10.2
2	96	63	82	.52	9.3	27	100	70	88	.61	5.2
3	100	70	88	.61	8.2	28	100	48	80	.73	9.6
4	96	70	85	.47	8.9	29	93	41	70	.59	10.9
5	100	52	82	.71	9.4	30	93	41	70	.59	10.9
6	100	41	77	.76	10.0	31	85	37	62	.50	11.7
7	56	22	38	.36	14.2	32	85	41	64	.47	11.5
8	100	48	80	.73	9.6	33	78	30	54	.48	12.5
9	89	41	67	.53	11.2	34	100	67	87	.63	8.5
10	100	59	84	.68	9.0	35	96	41	73	.66	10.5
11	96	78	88	.38	8.2	36	100	70	85	.47	8.9
12	100	74	90	.58	7.9	37	78	26	52	.52	12.8
13	96	63	82	.52	9.3	38	93	41	70	.59	10.9
14	100	78	91	.52	7.6	39	93	26	63	.69	11.7
15	81	52	67	.32	11.2	40	100	19	67	.84	11.3
16	96	63	82	.52	9.3	41	89	26	59	.64	12.0
17	93	44	72	.57	10.7	42	89	19	55	.69	12.0
18	96	74	87	.42	8.6	43	93	26	63	.69	11.7
19	96	67	84	.48	9.1	44	78	15	46	.62	13.4
20	93	59	78	.47	9.9	45	96	33	69	.70	11.0
21	93	78	86	.28	8.6	46	85	26	57	.69	11.3
22	100	70	88	.61	8.2	47	96	19	62	.78	11.8
23	96	59	81	.55	9.5	48	52	7	27	.55	15.5
24	100	81	92	.52	7.3	49	81	15	47	.65	13.3
25	100	63	86	.66	8.7	50	81	19	50	.61	13.0

ตาราง 38. ค่า P_H , P_L , p , r และ Δ ที่ได้
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
1	93	81	87	.24	8.4	26	33	19	26	.18	15.6
2	96	67	84	.48	9.1	27	37	15	25	.28	15.6
3	93	63	80	.43	9.7	28	26	22	24	.05	15.8
4	93	59	78	.47	9.9	29	30	19	24	.14	15.8
5	81	74	78	.09	7.0	30	52	4	24	.62	15.8
6	89	56	74	.41	10.4	31	37	11	23	.35	16.0
7	98	37	72	.71	10.6	32	41	7	22	.47	16.1
8	96	37	71	.68	10.8	33	44	4	21	.57	16.3
9	81	52	67	.32	11.2	34	22	19	20	.04	16.3
10	81	44	63	.40	11.6	35	26	11	18	.23	16.7
11	74	52	63	.24	11.6	36	30	7	17	.37	16.8
12	81	33	58	.49	12.2	37	22	11	16	.18	16.9
13	70	41	56	.31	12.4	38	19	7	13	.24	17.6
14	63	37	50	.26	13.0	39	22	4	12	.38	17.8
15	56	41	48	.15	13.2	40	15	7	11	.18	18.0
16	81	15	47	.65	13.3	41	24	2	11	.49	17.9
17	59	33	46	.27	13.4	42	15	7	11	.18	18.0
18	63	26	44	.38	13.6	43	26	0	10	.58	18.1
19	44	33	38	.12	14.2	44	19	4	10	.34	18.0
20	59	19	38	.42	14.2	45	22	0	9	.55	18.4
21	52	22	36	.32	14.4	46	22	0	9	.55	18.4
22	48	22	35	.29	14.6	47	11	4	7	.21	18.8
23	63	11	35	.56	14.6	48	17	1	7	.50	18.9
24	63	7	32	.62	14.9	49	15	0	6	.47	19.1
25	33	26	29	.08	15.2	50	15	0	6	.47	19.1

ตาราง 39. ค่า Σx , Σx^2 ของคะแนนจากแบบทดสอบทั้งสามชนิด
ที่ได้จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	Σx_1	Σx_1^2	Σx_2	Σx_2^2	Σx_3	Σx_3^2
วค.จันทร์เกษม	1084	23570	1667	58611	851	15501
วค.เชียงใหม่	540	11978	984	40188	443	8933
วค.นครราชสีมา	1253	27457	2019	74993	875	14391
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	1451	33529	2395	95297	1198	24358
วค.เทพสตรี	718	15516	1250	49200	660	13320
วค.พิบูลสงคราม	1514	33828	2306	84134	1046	17510
วค.มหาสารคาม	290	6116	406	12684	212	3536
วค.ยะลา	905	20855	1352	49228	534	7912
วค.สงขลา	1067	23743	1350	41372	797	14293
วค.สวนกุหลาบ	225	5129	359	13463	162	2698
วค.สวนสุนันทา	2207	49909	3795	151693	1750	34062
วค.อุดรธานี	559	12051	1128	48150	518	11132
วค.อุบลราชธานี	290	6116	406	12684	212	3536
รวมทั้งหมด	12450	277418	20150	764116	9556	176820

ตาราง 40. ค่า $\sum x$, $\sum x^2$ ของเกรดเฉลี่ยทั้งสามชนิดที่ได้
จากวิทยาลัยครูแต่ละแห่ง

สถานศึกษา	$\sum x_4$	$\sum x_4^2$	$\sum x_5$	$\sum x_5^2$	$\sum x_6$	$\sum x_6^2$
วค.จันทระเกษม	-	-	124.56	316.4226	112.66	269.5902
วค.เชียงใหม่	73.61	217.8403	62.73	159.7169	72.11	214.6137
วค.นกรราชสีมา	168.35	484.2299	161.58	446.1511	193.27	644.5795
วค.บ้านสมเด็จเจ้า	171.46	464.1298	170.93	464.7327	179.30	521.8750
วค.เทพสตรี	103.29	315.8691	87.97	234.9831	82.90	212.7690
วค.พิบูลสงคราม	199.57	584.1185	176.62	459.0542	178.80	479.7600
วค.มหาสารคาม	40.24	116.8938	37.33	101.2949	38.53	109.8197
วค.ยะลา	114.44	330.2384	91.72	212.6656	88.60	207.5228
วค.สงขลา	136.73	384.4133	127.19	337.5697	139.91	410.4433
วค.สวนกุหลาบ	28.89	84.5675	22.86	53.7376	24.95	68.3025
วค.สวนสุนันทา	277.01	775.7425	260.76	696.3356	248.72	663.9450
วค.อุดรธานี	70.59	185.4571	70.23	184.6085	69.20	185.7516
วค.อุบลราชธานี	89.56	269.8888	80.95	221.4117	84.05	243.0625
รวมทั้งหมด	1473.74	4213.3890	1475.43	3886.6842	1513.00	4232.0348

ตาราง 41. ค่า ΣXY ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูเชียงใหม่

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		21355	9857	1592.36	1358.57	1548.33
X_2			18091	2897.34	2481.21	2866.88
X_3				1302.27	1118.39	1295.44
X_4					185.29	213.04
X_5						183.78
X_6						

ตาราง 42. ค่า ΣXY ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูนครราชสีมา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		42836	18683	3599.68	3442.11	4119.10
X_2			31046	5729.02	5494.74	6586.32
X_3				2506.70	2401.70	2892.19
X_4					463.24	554.01
X_5						183.78
X_6						

X_1 แทน คะแนนจากแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย
 X_2 แทน คะแนนจากแบบทดสอบมีศีลสัมพันธ
 X_3 แทน คะแนนจากแบบทดสอบคณิตศาสตร์ เหตุผล
 X_4 แทน G.P.A. ป.กศ.
 X_5 แทน G.P.A. ป.กศ.สูงทกวิชา
 X_6 แทน G.P.A. ป.กศ.สูงเฉพาะคณิตศาสตร์

ตาราง 43. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		54821	27367	3895.12	3883.57	4070.05
X_2			45998	6440.63	6460.31	6785.20
X_3				3243.77	3269.13	3497.50
X_4					462.62	485.63
X_5						487.32
X_6						

ตาราง 44. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูเทพสตรี

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		26602	13993	2180.64	1860.04	1755.76
X_2			24332	3810.79	3262.00	3077.22
X_3				2007.67	1721.50	1640.44
X_4					270.17	254.53
X_5						222.38
X_6						

ตาราง 45. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยศรีปทุมสงคราม

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		31067	12089	2596.10	2080.91	2019.26
X_2			18321	3880.89	3118.77	3059.83
X_3				1544.37	1236.93	1216.73
X_4					264.10	255.58
X_5						206.48
X_6						

ตาราง 46. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยศรีอยุธยา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		51039	23124	4393.26	3899.05	3941.80
X_2			35970	6668.21	5941.50	5995.00
X_3				3037.83	2726.70	2803.60
X_4					514.22	520.04
X_5						465.61
X_6						

ตาราง 47. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูสงขลา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		29845	17486	2987.66	2777.75	3059.11
X_2			22818	3786.64	3534.82	3882.06
X_3				2249.59	2113.59	2321.91
X_4					357.12	392.53
X_5						365.65
X_6						

ตาราง 48. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยสวนกุหลาบ

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		8056	3683	631.79	518.12	563.15
X_2			5897	1011.79	828.62	926.25
X_3				472.93	373.59	417.10
X_4					64.90	72.03
X_5						59.15
X_6						

ตาราง 49. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูสวนสุนันทา

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		83892	39236	6143.27	5790.84	5426.68
X_2			67891	10544.93	9931.03	9504.21
X_3				4911.94	4640.49	4515.88
X_4					730.48	698.96
X_5						672.01
X_6						

ตาราง 50. ค่า $\sum XY$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูอุตรธานี

ตัวแปร	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
X_1		23572	10783	1465.08	1456.00	1427.15
X_2			21954	2957.33	2944.04	2900.00
X_3				1356.88	1362.39	1360.58
X_4					184.32	181.39
X_5						182.93
X_6						

ตาราง 51. ค่า $\sum xy$ ของตัวแปร 6 ชนิด จากคะแนนนักเรียน
วิทยาลัยครูอบตราชธานี

ตัวแปร	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1		24274	10969	1912.81	1725.64	1173.95
x_2			19810	3410.80	3068.99	3245.40
x_3				1528.33	1369.36	1416.30
x_4					243.33	251.43
x_5						228.57
x_6						

ตาราง 52. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T-ปกติ
ของแบบทดสอบความเข้าใจทางภาษาไทย

X	f.	cf.	$cf + \frac{1}{2}f.$	cp.	T.
40 :	-	-	-	-	-
31	1	573	572.5	99.9	81
30	2	572	571.0	99.7	78
29	3	570	569.5	99.4	75
28	11	567	561.5	98.0	71
27	21	556	545.5	95.2	67
26	38	535	516.0	90.1	63
25	38	497	478.0	83.4	60
24	62	459	428.0	74.7	57
23	70	397	362.0	63.2	54
22	78	327	288.0	50.3	50
21	62	249	218.0	38.1	47
20	48	187	163.0	28.5	45
19	50	139	114.0	19.9	42
18	29	89	74.5	13.0	39
17	26	60	47.0	8.2	36
16	13	34	27.5	4.8	33
15	7	21	17.5	3.1	32
14	6	14	11.0	1.9	29
13	3	8	6.5	1.1	27
12	1	5	4.5	0.8	26
11	3	4	2.5	0.4	24
10	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-
8	1	1	.5	.09	19

ตาราง 53. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T - ปกติ
ของแบบทดสอบมีติสัมพันธ์

X	f.	cf.	$cf + \frac{1}{2}f.$	cp.	T.
50	13	573	566.5	98.9	73
49	26	560	547.0	95.5	67
48	18	534	525.0	91.6	64
47	21	516	505.5	88.2	62
46	15	495	487.5	85.1	60
45	15	480	472.5	82.5	59
44	32	465	449.0	78.4	58
43	20	433	423.0	73.8	57
42	17	413	404.5	70.6	56
41	18	396	387.0	67.5	55
40	21	378	367.5	64.1	54
39	23	357	345.5	60.3	53
38	14	334	327.0	57.1	52
37	25	320	307.5	53.7	51
36	21	295	284.5	49.7	50
35	22	274	263.0	45.9	49
34	19	252	242.5	42.3	48
33	19	233	223.5	39.0	47
32	20	214	204.0	35.6	46
31	20	194	180.0	31.4	45
30	22	174	163.0	28.4	44
29	17	152	143.5	24.9	43
28	9	135	130.5	22.8	42
27	12	126	120.0	20.9	41
26	14	114	107.0	18.7	41
25	7	100	96.5	16.9	40
24	14	93	86.0	15.0	40
23	11	79	73.5	12.8	39
22	9	68	63.5	11.1	38
21	10	59	54.0	9.4	37
20	6	49	46.0	8.0	36
19	4	43	41.0	7.2	35
18	7	39	35.5	6.2	35
17	4	32	30.0	5.2	34
16	6	28	25.0	4.4	33
15	4	22	20.0	3.5	32
14	3	18	16.5	2.9	31
13	2	15	14.0	2.4	30
12	3	13	11.5	2.0	29
11	3	10	8.5	1.5	28
10	3	7	5.5	0.9	27
9	3	4	2.5	0.4	24
8	-	-	-	-	-
7	1	1	.5	.09	19

ตาราง 54. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์และคะแนน T-ปกติ
ของแบบทดสอบคณิตศาสตร์เหตุผล

X	f.	cf.	$cf + \frac{1}{2}f.$	cp.	T.
50	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-
38	2	573	572.0	99.8	79
37	1	571	570.5	99.6	77
36	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-
34	1	570	569.5	99.4	75
33	3	569	567.5	99.0	74
32	-	-	-	-	-
31	2	566	565.0	98.6	72
30	1	564	563.5	98.3	71
29	6	563	560.0	97.7	70
28	3	557	555.5	96.9	69
27	3	554	552.5	96.4	68
26	5	551	548.5	95.7	67
25	15	546	538.5	93.9	66
24	18	531	522.0	91.1	64
23	22	513	502.0	87.6	62
22	23	491	479.5	83.6	60
21	25	468	465.5	81.2	59
20	27	443	439.5	76.7	58
19	37	416	397.5	69.4	55
18	39	379	359.5	62.7	53
17	51	340	314.5	54.9	52
16	46	289	266.0	46.4	49
15	43	243	221.5	38.7	47
14	43	200	178.5	31.2	45
13	29	157	142.5	24.9	43
12	31	128	112.5	19.6	41
11	29	97	82.5	14.4	40
10	26	68	55.0	9.6	37
9	15	42	44.5	7.8	36
8	8	27	23.0	4.0	33
7	7	19	15.5	2.7	31
6	7	12	8.5	1.5	29
5	4	5	3.0	0.5	25
4	1	1	.5	0.1	21

ตาราง 55. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนทั้งหมด
จำนวน 508 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
ทุกวิชา

A	B	C	D	I	X
1.0000	.2741	.2819	.4304	-.3779	1.6085
-1.0000	-.2741	-.2819	-.4304	.3779	
	1.0000	.3944	.2133	-.2668	1.3409
	-.0751	-.0773	-.1179	.1036	-.1668
	.9249	.3171	.0954	-.1632	1.1742
	-1.0000	-.3429	-.1031	.1764	-1.2696
		1.0000	.3015	-.4008	.9008
		-.0795	-.1213	.1065	-.0943
		-.1087	-.0327	.0559	-.0855
		.8118	.1475	-.2383	.7210
		-1.0000	-.1817	.2935	-.8882
			1.0000	-.6534	.3466
			-.1852	.1626	-.0226
			-.0098	.0168	.0069
			-.0268	.0433	.0165
			.7781	-.4306	.3475
			-1.0000	.5534	-.4466

$$\begin{array}{llll}
 \beta_1 = .0707 & B_1 = .0079 & R^2 = .4798 & A = .3384 \\
 \beta_2 = .0532 & B_2 = .0022 & R = .6927 & s = \pm .3104 \\
 \beta_3 = .1929 & B_3 = .0145 & & \\
 \beta_4 = .5534 & B_4 = .6206 & &
 \end{array}$$

ตาราง 56. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนทั้งหมด
จำนวน 508 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

A	B	C	D	I	X
1.0000	.2741	.2819	.4304	.3158	2.3012
-1.0000	-.2741	-.2819	-.4304	-.3158	
	1.0000	.3944	.2133	-.1895	1.4182
	-.0751	-.0773	-.1179	-.0866	-.3569
	.9249	.3171	.0954	-.2761	1.0613
	-1.0000	-.3429	-.1031	.2985	-1.1475
		1.0000	.3015	-.3859	.9156
		-.0795	-.1213	-.0890	-.2898
		-.1087	-.0327	.0947	-.0468
		.8118	.1475	-.3803	.5789
		-1.0000	-.1817	.4685	-.7132
			1.0000	-.4546	.5454
			-.1852	-.1359	-.3212
			-.0098	.0285	.0186
			-.0268	.0691	.0423
			.7781	-.4929	.2852
			-1.0000	.6335	-.3665

$$\begin{array}{llll}
 \beta_1 = -.7188 & B_1 = -.1239 & R^2 = .6726 & A = 1.3541 \\
 \beta_2 = .1120 & B_2 = .0073 & R = .8201 & s = \pm .5906 \\
 \beta_3 = .3534 & B_3 = .0414 & & \\
 \beta_4 = .6335 & B_4 = 1.1029 & &
 \end{array}$$

ตาราง 57. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนชาย
จำนวน 319 คน โดยใช้ตัวพหุคูณ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
ทุกวิชา

A	B	C	D	I	X
1.0000	.3191	.3342	.4776	-.4206	1.7103
-1.0000	-.3191	-.3342	-.4776	.4206	
	1.0000	.3929	.3506	-.3246	1.4189
	.1018	-.1067	-.1524	.1342	-.2267
	.8982	.2862	.1982	-.1903	1.1922
	-1.0000	-.3187	-.2206	.2119	-1.3274
		1.0000	.2791	-.4791	.8000
		-.1117	-.1596	.1406	-.1307
		-.0912	-.0631	.0607	-.0937
		.7971	.0563	-.2779	.5756
		-1.0000	-.0707	.3486	-.7221
			1.0000	-.6806	.3194
			-.2281	.2009	-.0272
			-.0437	.0419	-.0017
			-.0039	.0196	.0157
			.7242	-.4180	.3062
			-1.0000	.5772	-.4228

$$\beta_1 = .0464$$

$$\beta_2 = .0135$$

$$\beta_3 = .3078$$

$$\beta_4 = .5772$$

$$B_1 = .0049 \quad R^2 = .5554$$

$$B_2 = .0003 \quad R = .7453$$

$$B_3 = .0222$$

$$B_4 = .6173$$

$$A = .3415$$

$$s = \pm .2869$$

ตาราง 58. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนชาย
จำนวน 319 คน โดยใช้ตัวพหุคูณ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

A	B	C	D	I	X
1.0000	.3191	.3342	.4776	.3611	2.4920
-1.0000	-.3191	-.3342	-.4776	-.3611	
	1.0000	.3929	.3506	-.2356	1.5078
	-.1018	-.1067	-.1524	-.1152	-.4761
	.8982	.2862	.1982	-.3508	1.0317
	-1.0000	-.3187	-.2206	.3906	-1.1487
		1.0000	.2791	-.4431	.8359
		-.1117	-.1596	-.1207	-.3920
		-.0912	-.0631	.1118	-.0425
		.7971	.0563	-.4520	.4014
		-1.0000	-.0707	.5671	-.5036
			1.0000	-.5019	.4981
			-.2281	-.1725	-.4006
			-.0437	.0774	.0337
			-.0039	.0319	.0279
			.7242	-.5651	.1591
			-1.0000	.7803	-.2197

$$\begin{array}{llll}
 \beta_1 = -.9225 & B_1 = -.1517 & R^2 = .9647 & A = .5542 \\
 \beta_2 = .0553 & B_2 = .0036 & R = .9822 & s = \pm .1249 \\
 \beta_3 = .5120 & B_3 = .0699 & & \\
 \beta_4 = .7803 & B_4 = 1.5070 & &
 \end{array}$$

ตาราง 59. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนหญิง
จำนวน 189 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
ทุกวิชา

A	B	C	D	I	X
1.0000	.2124	.2326	.3085	.2814	1.4720
-1.0000	-.2124	-.2326	-.3085	-.2814	
	1.0000	.3024	.1419	-.1998	1.2446
	-.0451	-.0494	-.0655	.0598	-.1002
	.9549	.2530	.0765	-.1401	1.1443
	-1.0000	-.2649	-.0801	.1467	-1.1984
		1.0000	.4479	-.3337	1.1143
		-.0541	-.0717	.0654	-.0604
		-.0671	-.0203	.0371	-.0502
		.8789	.3559	-.2311	1.0037
		-1.0000	-.4051	.2629	-1.1421
			1.0000	-.5939	.4061
			-.0952	.0868	-.0084
			-.0061	.0112	.0051
			-.1442	.0936	-.0506
			.7545	-.4023	.3522
			-1.0000	.5332	-.4668

$$\beta_1 = .0865$$

$$B_1 = .0105$$

$$R^2 = .3749$$

$$A = .3303$$

$$\beta_2 = .0916$$

$$B_2 = .0038$$

$$R = .6124$$

$$s = \pm .3370$$

$$\beta_3 = .0470$$

$$B_3 = .0041$$

$$\beta_4 = .5332$$

$$B_4 = .6572$$

ตาราง 60. การหา β , B และ R โดยวิธี Doolittle ของนักเรียนหญิง
จำนวน 189 คน โดยใช้ตัวพยากรณ์ 4 ชนิดทำนาย G. P. A. ป.กศ.สูง
เฉพาะวิชาคณิตศาสตร์

A	B	C	D	I	X
1.0000	.2124	.2326	.3085	-.1714	1.5824
-1.0000	-.2124	-.2326	-.3085	.1714	
	1.0000	.3024	.1419	-.1087	1.3357
	-.0451	-.0494	-.0655	.0363	-.1237
	.9549	.2530	.0765	-.0724	1.2121
	-1.0000	-.2649	-.0801	.0758	-1.2693
		1.0000	.4479	-.3066	1.1414
		-.0541	-.0717	.0398	-.0860
		-.0671	-.0203	.0192	-.0681
		.8789	.3559	-.2476	.9872
		-1.0000	-.4051	.2818	-1.1233
			1.0000	-.3615	.6386
			-.0952	.0528	-.0424
			-.0061	.0058	-.0003
			-.1442	.1003	-.0439
			.7545	-.2026	.5519
			-1.0000	.2685	-.7315

$$\beta_1 = .0462 \quad B_1 = .0086 \quad R^2 = .1589 \quad \Lambda = .6813$$

$$\beta_2 = .0084 \quad B_2 = .0005 \quad R = .3986 \quad s = \pm .5986$$

$$\beta_3 = .1730 \quad B_3 = .0231$$

$$\beta_4 = .2685 \quad B_4 = .5067$$