

ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผลกระทบต่อ การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาลี ฉาตักดิ์

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

24 ธันวาคม 2512

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิติได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของวิทยาลัยวิชาการ
ศึกษาได้

วธล 11/ก 3/ค..... ประธาน

..... กรรมการ

..... กรรมการ

24 ธันวาคม 2512

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะได้รับคำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวาล แพรัตกุล หัวหน้าสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, อาจารย์สุพจน์ ชนะมา อาจารย์ประจำคณะ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร และอาจารย์ณงค์ชาติ สุวรรณวงศ์ อาจารย์ประจำหน่วยโครงการวิจัยเลือกสรร วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ, อาจารย์ใหญ่, หัวหน้าหมวด วิชาคณิตศาสตร์ และอาจารย์ประจำหมวดวิชาคณิตศาสตร์ ของสถานศึกษาฝึกหัดครูทั้ง 18 แห่งที่เป็นแหล่งข้อมูลในการวิจัยนี้ ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวม ข้อมูล

ขอขอบคุณอาจารย์ฉวน สายยศ อาจารย์ประจำสำนักงานทดสอบ วิทยาลัย วิชาการศึกษา ประสานมิตร ที่กรุณาแนะนำ และตรวจแก้ไขอย่างใกล้ชิด

อีกสองท่านที่ผู้วิจัยขอขอบคุณอย่างมากก็คือ คุณพิชัย ไสยสมบัติ และคุณสุนันท์ ทองคำ แห่งศูนย์ประมวลผลด้วยเครื่องจักร สำนักงานสถิติแห่งชาติที่ได้ให้ความร่วมมือ อย่างดีในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลคาสถิติต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลง เร็วกว่าปรกติ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มมาได้ เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากคุณนิเวศน์ ธรรมรักษ์ แห่งสำนักงานทดสอบ วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ผู้อุทิศเวลาส่วนตัว เพื่อพิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ชาลี ฉาศักดิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้	6
ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้	6
ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้	7
ศัพท์เฉพาะ	8
ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้	9
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้	12
3. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล	28
กลุ่มตัวอย่าง	28
การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	30
การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	39
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
สถิติที่ได้นำมาใช้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์	40
สถิติที่ได้นำมาใช้โดยเครื่องคำนวณฟรีเดน	43
4. ผลของการวิจัย	46
สัญลักษณ์ อักษรย่อ และคำย่อ ที่ใช้ในการแปลผล	46
ผลการใช้แบบทดสอบ	48
เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน	
วิชาคณิตศาสตร์	100
ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	131

บทที่	หน้า
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	144
ความมุ่งหมายของการวิจัย	144
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	144
เครื่องมือรวบรวมข้อมูล	145
การรวบรวมข้อมูล	146
การวิเคราะห์ข้อมูล	146
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	147
อภิปรายผล	155
ข้อเสนอแนะ	157
บรรณานุกรม	159
ภาคผนวก	165

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่าง แยกตามสถานศึกษา	29
2. แสดงค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่า r_{tt} และ SE_{meas} ของแบบทดสอบทักษะแต่ละฉบับ	34
3. แสดงค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่า r_{tt} และ SE_{meas} ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละฉบับ	38
4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวกของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	49
5. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวกของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	51
6. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวกของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา	52
7. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการลบของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	54
8. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการลบของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	56
9. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการลบของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา	57
10. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการคูณของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	59

ตาราง	หน้า
11. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการคูณของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	61
12. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการคูณของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา	62
13. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการหารของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	64
14. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการหารของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	67
15. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการหารของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา	69
16. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการรยกกำลังของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	71
17. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการรยกกำลังของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	72
18. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการรยกกำลังของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา	74
19. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรณฑ์ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา	76
20. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรณฑ์ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา	77

21.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดรื้อของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา.....	77
22.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา.....	79
23.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา.....	81
24.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา.....	82
25.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา.....	84
26.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา.....	86
27.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา.....	87
28.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา.....	89
29.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา.....	91
30.	คำสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา.....	92

ตาราง	หน้า
31. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อคิดจากกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งหมด 710 คน	94
32. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อคิดกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มชาย รวมทุกสถานศึกษา	97
33. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อคิดจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มหญิง รวมทุกสถานศึกษา	99
34. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทักษะแต่ละฉบับ จำแนกตาม สถานศึกษา (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	101
35. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แต่ละฉบับ จำแนก ตามสถานศึกษา (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	109
36. แสดงค่า t สำหรับผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทักษะและแบบ ทดสอบผลสัมฤทธิ์ระหว่างแต่ละคู่สถานศึกษา (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	112-120
37. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย, ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย, และค่า t ของแบบ ทดสอบแต่ละฉบับ ระหว่างกลุ่มชายรวมและกลุ่มหญิงรวม	122
38. เกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ เมื่อคิดกับ ตัวอย่างทั้งหมด 710 คน	124
39. เกณฑ์ปรกติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อคิดกับ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน	125
40. สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด, ระหว่างในเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม และระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับในเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม	132

ตาราง	หน้า
41. คาสหสัมพันธ์ (r), เบตาเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B), และคาสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 เป็นตัวเกณฑ์	137
42. คาสหสัมพันธ์ (r), เบตาเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B), และคาสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 เป็นตัวเกณฑ์	140
43. คาสหสัมพันธ์ (r), เบตาเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B), และคาสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 เป็นตัวเกณฑ์	142
44. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 1	166
45. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 2	167
46. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 3	168
47. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 4	169
48. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 5	170
49. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และค่า z จาก r ของแบบทดสอบ ทักษะ ฉบับที่ 6	171

50.	แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และ z จาก r ของแบบทดสอบ วัตถุสมมติ ฉบับที่ 1	172
51.	แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และ z จาก r ของแบบทดสอบ วัตถุสมมติ ฉบับที่ 2	173
52.	แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ และ z จาก r ของแบบทดสอบ วัตถุสมมติ ฉบับที่ 3	174
53.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะคิดจากคะแนนสอบทดลอง	175
54.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัตถุสมมติในการเรียนคณิตศาสตร์คิดจาก คะแนนสอบทดลอง	176
55.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ จำแนกตามกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด, กลุ่มชายรวม, กลุ่มหญิงรวม	177
56.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัตถุสมมติ จำแนกตามกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด, กลุ่มชายรวม, กลุ่มหญิงรวม	178
57.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียน วิทยาลัยครูอุบลราชธานี	179
58.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูอุบลราชธานี	180
59.	คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา	181

ตาราง	หน้า
60. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนฝึกหัดครูสถลนคร	182
61. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูนครสวรรค์	183
62. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูอุตรดิตถ์	184
63. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม	185
64. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูเทพสตรี	186
65. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนฝึกหัดครูนครปฐม	187
66. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนโรงเรียนฝึกหัดครูนครศรีธรรมราช	188
67. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา	189
68. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูยะลา	190
69. คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	191

ตาราง	หน้า
70. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูพระนคร	192
71. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูมหาสารคาม	193
72. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครู เชียงใหม่	194
73. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูบ้านจอมบึง	195
74. คาสติพิพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูจันทระเกษม	196
75. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบ ทดสอบทักษะในการบวก คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน	197
76. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบ ทดสอบทักษะในการลบ คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน	198
77. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบ ทดสอบทักษะในการคูณ คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน	199
78. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบ ทดสอบทักษะในการหาร คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน	200
79. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบ ทดสอบทักษะในการยกกำลัง คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน ..	201

80.	การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบทดสอบทักษะในการถอดกรรมที่ คัดจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน	202
81.	การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1	203
82.	การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2	204
83.	การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นต์ไทล์, และคะแนน T ประกิติ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3	205
84.	ค่า Σxy ของแบบทดสอบแต่ละคู่ ที่ใช้ในการหาค่าสหสัมพันธ์	206

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 เส้นภาพเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ ทักษะต่าง ๆ ระหว่างสถานศึกษา	127
2 เส้นภาพเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับระหว่างสถานศึกษา	129
3 เส้นภาพเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์สำหรับนักเรียนกลุ่มชายรวม และกลุ่มหญิงรวม	130

ภูมิหลัง

ปัจจุบันนี้เรายอมรับกันว่า วิชาการทุกแขนงได้เจริญก้าวหน้าไปมากมายทั้งทาง คำนวณวิทยาศาสตร์ เทคนิค และด้านสังคมวิทยา ความก้าวหน้าของแขนงวิชาต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ ล้วนแต่อาศัยหลักการของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น ¹ ในแง่ของการเรียน วิชา คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ช่วยให้การเรียนรู้ในสาขาวิชาอื่นได้คล่องอย่างมากมาย ² เช่นวิชา เศรษฐศาสตร์ และภูมิศาสตร์ ในสมัยก่อนถือกันว่าวิชาทั้งสองนี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับหรืออาศัย วิชาคณิตศาสตร์เท่าใดนัก เคียวนี้วิชาเศรษฐศาสตร์เต็มไปด้วยตัวเลขและสูตรทาง คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในอเมริกาและอังกฤษถือว่า วิชาคณิตศาสตร์และวิชา ฟิสิกส์เป็นวิชาจำเป็น (requirement) สำหรับผู้ที่ทำปริญญาทางภูมิศาสตร์ ³ ยิ่งกว่านั้นวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตประจำวันของคน เราทุกคน จะต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่ตลอดเวลา ⁴ เช่น การทำงานประมาณ การคิดบัญชีใน การค้าขาย และในธุรกิจอื่น ๆ แต่เป็นที่น่าเสียดายเหลือเกิน ที่การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับต่าง ๆ ของไทยเรายังไม่ดีเท่าที่ควร อย่างเช่น จากรายงานการวิจัย

¹ วิชาการ, กรม รายงานการสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
หน้า 1.1 - 1.

² Land, Frank The Language of Mathematics, P.V. (preface), 1964.

³ การฝึกหัดครู, กรม เอกสารสัมมนาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตร
วิชาการศึกษาระดับสูงของสถานศึกษาฝึกหัดครูระดับวิทยาลัยครู หน้า 19.

⁴ ก. หน้า 3.

ผลการสอบคัดเลือกนักเรียน ป.กศ. ปีการศึกษา 2508 ของ ดร.ชวาล แพรัตกุลและคณะ⁵ ปรากฏว่า สำหรับวิชาคณิตศาสตร์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เข้าสอบทั่วประเทศเป็น 7.65 เท่านั้นจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน แทนที่จะเป็น 15 คะแนนเป็นอย่างน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ ทศนีย์ อ่องไพบูลย์⁶ ที่ว่า วิชาที่นักเรียนไม่ชอบมากที่สุดคือ วิชาคณิตศาสตร์] และยังสอดคล้องกับคำกล่าวเปิดการสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงของอธิบดีกรมการฝึกหัดครูที่ว่า "เมื่อพิจารณาดูการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศเราตั้งแต่ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับวิทยาลัยแล้ว อาจกล่าวได้ว่า ยังไม่เคยผลเป็นที่น่าพอใจมาเป็นเวลานานแล้ว ผลสะท้อนของการวางรากฐานที่ไม่ดีในการสอนคณิตศาสตร์จะเห็นได้จาก นักเรียนฝึกหัดครูส่วนใหญ่ที่สอบตก มักจะตกวิชาคณิตศาสตร์"⁷

เมื่อความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์มีอยู่มากมาย และคนรุ่นหลังมีความจำเป็นต้องใช้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับดำเนินชีวิตในอนาคตให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคนิคดังกล่าวแล้ว จึงมีปัญหาว่า เราจะทำอย่างไรจึงจะทำให้นักเรียนของเราในปัจจุบันนี้ เรียนคณิตศาสตร์ได้ดี เข้าใจ และสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์ที่เขาจะประสบในอนาคตได้

⁵ ชวาล แพรัตกุล, ดร. รายงานการวิจัยผลการสอบคัดเลือกนักเรียน ป.กศ. ปีการศึกษา 2508 หน้า 104.

⁶ ทศนีย์ อ่องไพบูลย์, ร.ต.หญิง "การสืบค้นควาปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียน จากนักเรียนชั้นมัธยมของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา, กรมวิชาการ 4 : 18, สิงหาคม 2503.

⁷ การฝึกหัดครู, กรม ล.ค. หน้า 3.

เพื่อที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว และเพื่อที่จะให้วิชาคณิตศาสตร์มีส่วนช่วยงานธุรกิจอื่น ๆ ใดมากและช่วยในการเรียนวิชาอื่นใดได้ดี ย่อมต้องอาศัยการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนให้ดีขึ้น ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และการฝึกหัดครู ดังที่อธิบดีกรมการฝึกหัดครู กล่าวไว้ว่า "โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การสอนคณิตศาสตร์ในระดับฝึกหัดครูนั้น นับว่าเป็นเรื่องสำคัญ เพราะนักเรียนฝึกหัดครูจะต้องออกไปสอน และเป็นผู้วางรากฐานวิชาคณิตศาสตร์ให้แก่เด็กทั้งแผ่นดินประถม ถ้านักเรียนฝึกหัดครูมีความรู้ไม่แน่น ไม่เข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในวิชานี้ ก็จะไปทำให้รากฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กอ่อน และเกิดปัญหาที่ตอ้งแก้กันเรื่อย ๆ ไป" ⁸

อย่างไรก็ตามวงการศึกษาคณิตศาสตร์ทั่วไปทุกระดับได้พยายามแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนวิชานี้ให้ดีขึ้น และพยายามจะเปลี่ยนแนวโน้มของการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไปในแนวใหม่ทั้งในด้านจุดมุ่งหมายของการสอน เนื้อหา และวิธีสอน ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูงก็ดี หลักสูตรปริญญาตรีทางการศึกษาก็ดี ได้บรรจุเนื้อหาคณิตศาสตร์แนวใหม่ (Modern mathematics) ลงไว้ด้วย ทั้งนี้เพื่อเตรียมครูสำหรับออกไปสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษาตามหลักสูตรใหม่ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะบรรจุเนื้อหาคณิตศาสตร์แนวใหม่เข้าไว้ด้วยเช่นกัน ดังปรากฏในร่างหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา (ฉบับร่าง) ⁹ ที่คณะกรรมการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาได้ร่างขึ้นเมื่อเดือน มกราคม 2508 และกำลังทดลองใช้กันอยู่ในโรงเรียนมัธยมศึกษา 14 แห่งในขณะนี้ ¹⁰

ความมุ่งหมายหลักของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่เราใช้กันมานานแสนนานแล้วก็คือ มุ่งให้นักเรียนมีความชำนาญในการคิดเลข (Computational skill) เป็นสำคัญ ความชำนาญในที่นี้หมายถึงความชำนาญในการบวก ลบ คูณ หาร เลขได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ ภายในเวลาที่กำหนด ส่วนความมุ่งหมายของการสอนวิชาคณิตศาสตร์แนวใหม่

⁸ ค.

⁹ วิชาการ, กรม ล.ค. หน้า 3.31 - 3.3 - 13.

¹⁰ ค. หน้า 1.3 - 3.

มุ่งให้ผู้เรียนใคร่จักคิดใช้เหตุผลที่ถูกต้องด้วยตนเอง และเกิดความคิดรวบยอด (Concepts) ใหม่ ๆ ในเรื่องที่ได้เรียนไปนั้นอย่างถูกต้อง สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดก้าวหน้าออกไป อันเป็นผลให้ผู้เรียนได้เกิดความคิดสร้างสรรค์และมีเหตุผลขึ้น และยังมุ่งให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ จนเกิดความซาบซึ้งมองเห็นความงดงามของคณิตศาสตร์¹¹

อย่างไรก็ตาม ขณะนี้หลักสูตรคณิตศาสตร์บางระดับยังไม่เปลี่ยนแปลงแนวโน้มดังกล่าว เช่นหลักสูตรระดับประถมศึกษา, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508 เป็นต้น เนื้อหา และความมุ่งหมายในการสอนยังไม่เปลี่ยนแปลงไปตามแนวโน้มใหม่ ดังนั้นการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ของเราขณะนี้ จึงเป็นระยะหัวเลี้ยวหัวต่อระหว่างคณิตศาสตร์แนวเก่าและแนวใหม่ การเรียนการสอนจึงต้องดำเนินไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเดิมอยู่ และยังต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไปในทุกระดับการศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบจุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ทั้งสองแนวดังกล่าวแล้ว จะเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์แนวเก่าเน้นหนักในเรื่องทักษะในการคิดคำนวณ นั่นคือเน้นในเรื่องทักษะ เป็นสำคัญ ตรงกันข้ามกับการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ ที่เน้นในเรื่องทักษะในการคิดคำนวณน้อยลงไป แต่เน้นมากขึ้นในเรื่องความคิดรวบยอด การหาเหตุผลและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์สมัยใหม่บางคนกล่าวว่า คนรุ่นใหม่ต่อไปนี้ไม่จำเป็นต้องมานั่งคิดคำนวณคณิตศาสตร์ด้วยมือและสมองของตนอีกแล้ว เพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ ทำให้คนสามารถคิดเครื่องคำนวณขึ้นมาใช้แทนได้ แต่ก็มีบางคนแย้งว่า เครื่องมือเหล่านั้นยังมีราคาแพงเกินไป องค์การห้างร้านและบริษัทใหญ่ ๆ ที่มีเงินเท่านั้นที่สามารถซื้อมาใช้ได้ ส่วนคนยากจน โรงเรียนเล็ก ๆ และหน่วยงานที่ขาดเงิน ยังจำเป็นต้องใช้ทักษะในการคิดคำนวณอยู่นั่นเอง

¹¹ ประเทิน มหาจันทร์ "วิธีสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่ในชั้นประถมศึกษา" เอกสารนิเทศการศึกษา กรมการฝึกหัดครู ฉบับที่ 7 หน้า 1.

จากหลักฐานต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ชี้ให้เห็นว่า มาตรฐานการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ของเรายังอยู่ในระดับต่ำ จะเนืองด้วยสาเหตุใดยังไม่ปรากฏชัด แต่จาก ประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในสถานศึกษาฝึกหัดครูมา ผู้วิจัยพบว่า ความล้มเหลว ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครุนั้น นอกจากองค์ประกอบอื่น ๆ แล้ว การ ขาดทักษะในการคิดคำนวณเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวดังกล่าว ทั้งนี้จะพบว่า การที่ นักเรียนทำแบบฝึกหัดฝึกคิด นักเรียนตอบข้อสอบไม่ถูกก็ผิด ส่วนหนึ่งมาจากการบวก ลบ คูณ หาร ยกกำลัง และถอดกรณฑ์ ซึ่งหมายถึง นักเรียนขาดทักษะในการคิดคำนวณนั่นเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักเรียนฝึกหัดครูอยู่ในฐานะที่จะต้องออกไปวางรากฐานการศึกษา วิชาให้ดีขึ้นนั้น น่าจะได้ศึกษาดูว่า ความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเขามี องค์ประกอบอะไรบ้างที่สนับสนุนอยู่เบื้องหลัง และเมื่อตัดองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เชื่อว่ามี ส่วน สนับสนุนต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นตนว่า สุขภาพส่วนตัว, สิ่งแวดล้อมทางบ้าน, ความสนใจ, ทักษะ, ความถนัดในเชิงคำนวณ และความสามารถของครูผู้สอนออกไปแล้ว ทักษะเบื้องต้นในการคิดคำนวณที่จัดว่าเป็นส่วนหนึ่งของพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ที่ได้จากการเรียนในชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษา นั้น จะมีส่วนสนับสนุนหรือส่งผล ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับนี้หรือไม่ และมีสักส่วนอย่างละเอียดใด ถ้าผลการ ศึกษาวิจัยพบว่า ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ ทักษะในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดกรณฑ์ เหล่านี้มีผลส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์แล้ว การเรียนการสอนคณิตศาสตร์น่าจะคำนึงถึงทักษะเหล่านี้ด้วย

ฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกหัวข้อการวิจัยครั้งนี้ว่า "ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่ส่งผล ต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา" ทั้งนี้เพื่อศึกษาบทบาท ของทักษะเบื้องต้นที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับฝึกหัดครู อันจะเป็นประโยชน์ ต่อสถานศึกษาฝึกหัดครู และสถานศึกษาทั่วไปด้วย

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษานี้ได้กำหนดจุดมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาว่า ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ 6 ชนิดคือ ทักษะในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดรากศัพท์ ต่างมีความสัมพันธ์ต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชา คณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 เพียงใด และมีสัดส่วนอย่างใดเท่าใด
2. เพื่อหาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ภายใน (intercorrelations) ระหว่างทักษะแต่ละชนิด, ระหว่างกลุ่มเนื้อหาของคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2, และระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับกลุ่มเนื้อหาแต่ละกลุ่มว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในการคิดคำนวณ และทางด้านการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของสถานศึกษาฝึกหัดครูแต่ละแห่งว่า มีความแตกต่างกันเพียงใด
4. เพื่อเสนอแนะแนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์ทั่วไปในการวางโครงการสอน การดำเนินการสอน และการปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการอันจำเป็นของนักเรียน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษานี้มีความสำคัญดังต่อไปนี้

1. ช่วยให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับ ป.กค. ทราบว่า การเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 นั้น ต้องอาศัยทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ชนิดใดมีสัดส่วนมากน้อยเพียงใด เมื่อทราบว่า เนื้อหาเรื่องใดต้องการใช้ทักษะชนิดใดมาก่อนเริ่มเรียนเนื้อหาตอนนั้น ครูควรรหาโอกาสฝึกฝนหรือทบทวนทักษะนั้น ๆ ให้ดีเสียก่อน, จึงจะทำให้การเรียนการสอนเนื้อหาตอนนั้น ๆ เป็นผลดีขึ้น
2. ช่วยให้ครูคณิตศาสตร์ทั่วไปทราบความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด, ระหว่างเนื้อหาแต่ละกลุ่ม, และระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับเนื้อหาแต่ละกลุ่ม ทำให้ครูเข้าใจธรรมชาติ

ของความสัมพันธ์สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ อันจะก่อให้เกิดผลดีต่อการสอนวิชานี้

3. ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทางทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบผลการเรียนการสอนของสถานศึกษาฝึกหัดครูแต่ละแห่ง จะทำให้ครูคณิตศาสตร์ของแต่ละสถานศึกษาทราบว่า สถานศึกษาใดเด่นค้อยกว่ากันเพียงใด และทราบสถานภาพในการเรียนการสอนของตนยิ่งขึ้น อันจะก่อให้เกิดความพยายามที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนในสถานศึกษาของตนให้ดีขึ้นทัดเทียมกับสถานศึกษาอื่น ๆ และก่อให้เกิดการช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนความรู้และวิธีดำเนินการสอนซึ่งกันและกัน และช่วยหาทางแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป

4. ผลการศึกษารั้วนี้จะเป็นหลักฐานอย่างหนึ่งที่จะชี้แนวทางสำหรับครูคณิตศาสตร์ทุกระดับ และผู้สนใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้มองเห็นความสำคัญของวิชานี้ และพยายามทำการศึกษาวิจัยในหัวข้ออื่น ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิชานี้ยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษากันควา

การศึกษารั้วนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงขอบเขตของการวิจัยไว้ว่า

1. กลุ่มตัวอย่าง จำกัดเฉพาะนักเรียนฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2512 จากสถานศึกษาฝึกหัดครู 18 แห่งใน 25 แห่ง รวมจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง 710 คน นักเรียนเหล่านี้ต้องผ่านการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 และรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508 มาแล้วทั้งสิ้น

2. ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่นำมาศึกษามี 6 ชนิดคือ ทักษะในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดกรณฑ์ ซึ่งถือว่าเป็นกรรมวิธีพื้นฐาน (fundamental operations) ทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญยิ่ง และทักษะเหล่านี้วัดโดยแบบทดสอบทักษะ 6 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

3. สมรรถภาพทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน พิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 และรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับเลขคณิตและพีชคณิตโดยเฉพาะเท่านั้น ส่วนรายวิชาคณิตศาสตร์ 3 และรายวิชาคณิตศาสตร์ 4

ที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับทริโกณมิติและสถิติเบื้องต้นนั้น ผู้วิจัยไม่ได้นำมาพิจารณาหาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนด้วย

4. องค์ประกอบที่ส่งผลการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 และรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 อาจจะมีหลายอย่าง แต่ผู้วิจัยตั้งใจศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้ของนักเรียนเท่านั้น องค์ประกอบอื่น ๆ ไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย

5. ในการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนนั้นมุ่งเปรียบเทียบระหว่างสถานศึกษาแต่ละแห่ง และระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น

6. การศึกษาวิจัยนี้ ดำเนินไปภายใต้สมมุติฐานที่ว่า

ก. ถ้าศาสสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบทักษะและคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีค่าสูง แสดงว่า ทักษะเหล่านั้นมีแนวโน้มที่จะส่งผลการเรียน เนื้อหากลุ่มนั้นได้ด้วย

ข. โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนของสถานศึกษาใดทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคถือว่ามีความรู้ทางภูมิและความสามารถเท่าเทียมกัน และถือว่าครูผู้สอนในแต่ละสถานศึกษาก็มีความรู้ความสามารถเท่าเทียมกันด้วย

ศัพท์เฉพาะ

1. สถานศึกษาฝึกหัดครู หมายถึง โรงเรียนฝึกหัดครูและวิทยาลัยครู ที่สังกัดกรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ

2. นักเรียนฝึกหัดครู หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสถานศึกษาฝึกหัดครู

3. ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่บ่งถึงความสามารถในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดกรณฑ์ ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยอย่างคล่องแคล่ว แม่นยำ และถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์

4. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรที่เรียน

5. คาสต์สัมพันธ์ หมายถึงตัวเลขที่บ่งแสดงถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด ว่ามีมากน้อยเพียงใด

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้

การศึกษานี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์หลายประการ กล่าวคือ

1. ทำให้ทราบค่าความสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการคิดคำนวณ 6 ชนิด, ระหว่างเนื้อหาแต่ละกลุ่มในรายวิชาคณิตศาสตร์ 1 และรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 และระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับเนื้อหาแต่ละตอนซึ่งหมายความว่า เราจะทราบความสัมพันธ์เป็นคู่ ๆ กันไป. จากการศึกษาครั้งนี้ตัวแปรถึง 9 ตัว จะทำให้ได้คาสต์สัมพันธ์ถึง 153 ค่า ตัวอย่างเช่น ทำให้ทราบว่า ทักษะในการบวกมีความสัมพันธ์กับทักษะในการหารหรือไม่ มากน้อยเพียงใด, ทำให้ทราบว่า ทักษะในการลบมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันหรือไม่มากน้อยเพียงใด และทำให้ทราบว่า ความสามารถในการแก้สมการชนิดต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนเนื้อหาเรื่อง คณิตศาสตร์ และลอการิทึมเพียงใดหรือไม่ เป็นต้น. นอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่า ทักษะทั้ง 6 ชนิดรวมกันจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเนื้อหาแต่ละกลุ่มมากน้อยเพียงใด และยังทราบว่า ทักษะทั้ง 6 ชนิดที่รวมกันส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์นั้นแต่ละชนิดมีส่วนหรือไม่นำหนักส่งผลเท่าใด นั่นคือ เป็นการศึกษาธรรมชาติแห่งความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์โดยตรง ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดหลักสูตร และวิธีสอน เนื้อหานั้นด้วย

2. ทำให้มองเห็นความแตกต่างของทักษะในการคิดคำนวณและผลการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละสถานศึกษาปีกหักครุ ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละสถานศึกษาควรจะได้ทราบ เนื้อหาทางปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องของตนเอง และส่งเสริมส่วนดีให้ดียิ่งขึ้น ทั้งยังเป็นแนวทางในการร่วมมือกันแก้ปัญหาการเรียนการสอนในระดับปีกหักครุนี้ โดยเฉพาะอีกด้วย

3. จากการเปรียบเทียบทักษะในการคิดคำนวณ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างเพศสำหรับสถานศึกษาแต่ละแห่งก็ดี และสำหรับทุกสถานศึกษาก็ดี ทำให้เห็น

ความแตกต่างในความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของเพศชายและเพศหญิงว่า เพศไหนจะดีกว่า ในด้านใด ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบครั้งนี้ อาจจะสนับสนุนหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยอื่น ๆ นับว่าเป็นหลักฐานที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาตัดสินใด ๆ เกี่ยวกับการเรียนระหว่างเพศ

4. เครื่องมือวัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง อาจนำไปใช้วัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัด ครูที่เริ่มเข้าเรียนใหม่ เพื่อดูพื้นฐานทางทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนใหม่เหล่านั้นว่า มีมากน้อยเพียงใดภายหลังที่ผ่านการฝึกฝนมาจากชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาแล้ว ตามผลการวัดพบว่า นักเรียนทำคะแนนได้มากเป็นที่น่าสนใจและแสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้รับการฝึกฝนทักษะในการคิดคำนวณมาอย่างดี และยังแสดงถึงผลการเอาใจใส่ในการสอนของครู ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่ผ่านมามากกว่า แต่ตามผลการวัดไม่เป็นที่น่าสนใจ ก็จะชี้ให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาขาดการเน้นเรื่องทักษะเหล่านี้ ฉะนั้น ผลจากแบบทดสอบชุดนี้จึงเป็นเครื่องกระตุ้นเตือนนักเรียนและครูในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในท้องถิ่นนั้น ๆ พึงระลึกถึงขอบบพร่องของตนเอง และพยายามแก้ไขต่อไป ยิ่งกว่านั้นแบบทดสอบชุดนี้ก็มีโครงสร้างที่สามารถในการวัดทักษะในการ คิดคำนวณจำนวน เลขสี่ชนิดที่มักจะใช้อยู่เสมอ คือจำนวนเต็ม, จำนวนที่มีเครื่องหมาย (Signed numbers), จำนวนเศษส่วน, และจำนวนทศนิยม พร้อมทั้งวัดขนาดของจำนวนเหล่านี้ด้วย เช่น จำนวนเต็มหลักเดียว สองหลัก และสามหลัก และจำนวนทศนิยมสองตำแหน่ง สามตำแหน่ง เป็นต้น ผลจากแบบทดสอบชุดนี้จึงอาจนำมาวินิจฉัย (diagnosis) ขอบบพร่องในการคิดคำนวณ จำนวน เลข ชนิด และขนาดดังกล่าวได้อีกด้วย นั่นคือวินิจฉัยว่า นักเรียนมักจะบกพร่องในการคิดคำนวณจำนวนเลขชนิดใด และขนาดใดมากที่สุดเพื่อหาทางแก้ไขให้ดีขึ้น

4. ในทำนองเดียวกันแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ อาจจะเป็นประโยชน์ต่อครูคณิตศาสตร์ ที่สอนทั้งสองรายวิชานี้ เพราะโครงสร้างของแบบทดสอบชุดนี้ ได้สร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหาของหลักสูตรของทั้งสองรายวิชา และเป็นแบบทดสอบที่ได้วิเคราะห์แล้ว ครูอาจนำแบบทดสอบชุดนี้ไปทดสอบนักเรียนตามสถานการณ์การเรียนการสอนของตนได้ทันที เมื่อดูผลการเรียนการสอนของตนเอง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้นำแบบทดสอบชุดนี้ไปทดสอบกับนักเรียน ป.กค. ปีที่ 2 ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ 1

และรายวิชาคณิตศาสตร์ 2 มานานพอ ผลจากแบบทดสอบชุดนี้จึงนับได้ว่าเป็นความคงอยู่ (retention) ของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ของนักเรียน ปีกหักครูในแต่ละสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทำให้เราทราบว่า นักเรียนเหล่านั้นสามารถ เก็บรักษาความรู้ที่ใดเรียนมาแล้วให้คงอยู่ได้มากน้อยแตกต่างกันหรือไม่เพียงใด

5. ผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ อาจเป็นหลักฐานในการแนะแนวการเรียนการสอน ในทุกระดับการศึกษา กล่าวคือ ทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา และอาจ เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ อันจะเป็น ประโยชน์ต่อประเทศชาติในอนาคต.

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้

การศึกษาดังกล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ ว่ามีองค์ประกอบอย่างใดบ้างที่ทำให้การเรียนวิชานั้น ๆ เกิดผลดีปรากฏมีอยู่มากทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ก็มีผู้สนใจศึกษาวิจัยไว้มากเหมือนกัน ถ้าครูได้ศึกษายผลงานของท่านเหล่านั้นบ้างก็จะทำให้ตระหนักถึงภาระหน้าที่ของตนยิ่งขึ้นว่า นอกจากจะทำหน้าที่สอนอย่างเดียวแล้วครูยังป็นหน้าที่ศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาที่ตนประสบอยู่อีกด้วย ผู้เขียนจึงขอเสนอเอกสารการศึกษาวิจัยที่น่าสนใจไว้ดังต่อไปนี้

เทรเมล¹ (Tremel) ได้ศึกษาดังความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถเบื้องต้นสามอย่างคือ ความสามารถด้านภาษา (verbal ability) ความสามารถด้านจำนวนเลข (numerical ability) และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) กับการเรียนรู้ขบวนการและวิธีคูณเลขจำนวนเต็ม เมื่อสอนโดยวิธีสอน 2 แบบคือ ใช้ความคิดรวบยอดทางจำนวนเลข (numerical concepts) และใช้ความคิดรวบยอดทางมิติสัมพันธ์ (spatial concepts) โดยทดลองสอนกับนักเรียนชั้น 8 สองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งมี 49 คนอีกกลุ่มหนึ่งมี 50 คน แต่ละกลุ่มใช้วิธีสอนวิธีใดวิธีหนึ่งโดยการสุ่ม จากการทดลองพบว่า ความแตกต่างของความสามารถด้านจำนวนเลขที่ดี ด้านมิติสัมพันธ์ที่ดี ไม่มีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการเรียนบวกและคูณเลข ส่วนความแตกต่างของความสามารถด้านภาษามีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการเรียนบวกและคูณ และยังพบว่าการแก้โจทย์ปัญหามีความสัมพันธ์กับความสำเร็จในการเรียนบวกและคูณด้วย ยิ่งกว่านั้นวิธีสอนสองแบบที่ใช้ในการสอนบวกและคูณไม่ทำให้ผลสำเร็จในการทำโจทย์ปัญหาต่างกันเลย

¹ Tremel, Jerome George, "A Study of the Relationships Among Basic Ability Factors And the Learning of selected Operations on the set of Integers" Dissertation Abstracts, 24 : 5259 - 5260, 1964.

✓ การศึกษาดังองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั่วไป ในวิทยาลัยเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่น่าสนใจ ฟรานซิส แกรี โฟเนต จูเนียร์² (Francis Garry Fournet, Jr.) ได้ศึกษาเรื่องนี้ในปี 1963 โดยในกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตจำนวน 646 คนที่เรียนคณิตศาสตร์ทั่วไป ในวิทยาลัย เซาอีสต์เทิร์น หลุยเซียน่า (Southeastern Louisiana College) ในภาคเรียนฤดูใบไม้ร่วงปี 1961 พบว่า

1. สำหรับนักเรียนที่เลือกเรียนวิชาต่าง ๆ โดยการสุ่มนั้น มีความหวังที่จะสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปอยู่ในระดับต่ำ คือมีโอกาสที่จะได้คะแนนเกรด C ต่ำกว่า .50
2. ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความสำเร็จทางวิชาการในภาคเรียนแรกที่เรียนในวิทยาลัย
3. ความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสำเร็จในการเรียนภาษาอังกฤษ
- ✓ 4. นักเรียนที่เคยเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมมาแล้วอย่างน้อยสามปี ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปมากกว่าคนที่เลือกเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมมาน้อยกว่าสามปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- ✓ 5. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสำเร็จในทางวิชาการในชั้นมัธยม
6. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปในวิทยาลัยมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสำเร็จในวิชาภาษาอังกฤษในชั้นมัธยม
- ✓ 7. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปในวิทยาลัยมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสำเร็จในวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยม
- ✓ 8. เกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมจะต่ำกว่าเกรดเฉลี่ยของวิชาคณิตศาสตร์ในวิทยาลัย
9. การเลือกครูผู้สอนคณิตศาสตร์ไม่ค่อยกระทบกระเทือนต่อการสอนคณิตศาสตร์ทั่วไปเท่าใดนัก

² Fournet, Jr, F.G., "A Study of Various Factors Related to Success in college general Mathematics" Dissertation Abstracts, 24 : 5239 - 5240, 1964.

10. นักเรียนหญิงมักจะเรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปในวิทยาลัยได้เร็วกว่านักเรียนชาย และพบว่านักเรียนชายที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ส่วนมากมักจะเลือกเรียนหลักสูตรที่ไม่มีคณิตศาสตร์ทั่วไป

11. แบบทดสอบสองชุดที่ใช้คือ Mathematical placement Test และ American Council on Educational and Psychological Examination สามารถพยากรณ์ความสำเร็จในคณิตศาสตร์ทั่วไปได้ดีเท่ากันทั้งสองชุด

/ ในปี ค.ศ. 1967 นอร์ธเฮย์ (Northey)³ ได้ศึกษาผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสอนสองแบบคือ วิธีบรรยาย (Lecture) และวิธีอภิปราย (Discussion) สำหรับการสอนคณิตศาสตร์ของครูชั้นประถม โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน 6 ชั้น ของมหาวิทยาลัย อีสเทอร์น มิชิแกน (Eastern Michigan University in Ypsilanti) และในการทดลอง ได้ใช้ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ชั้นประถม, ทักษะคณิตศาสตร์, หน่วยกิตของผลสัมฤทธิ์ในการเรียน, รายวิชาที่ประสบความสำเร็จ, การรักษาความถี่ของบทเรียนทางคณิตศาสตร์ไว้ให้คงอยู่ (concept retention) เป็นตัวเกณฑ์ และกำหนดการทดลองสอนเป็น 3 วิธีคือ วิธี ก. อภิปราย 74 % บรรยาย 26 % วิธี ข. อภิปราย 50 % บรรยาย 50 % วิธี ค. อภิปราย 26 % บรรยาย 74 % หลังจากการทดลองแล้วปรากฏผลที่น่าสนใจดังนี้

1. คะแนนเฉลี่ยของการสอนวิธี ก. ข. ค. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ .05 สำหรับตัวเกณฑ์แต่ละตัว

2. มีแนวโน้มว่า การสอนวิธี ก. ดีกว่าวิธี ข. และวิธี ข. ดีกว่าวิธี ค. เมื่อคำนึงถึงตัวเกณฑ์ทุกชนิด

3. มีบางรายวิชาที่ผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากการสอนวิธี ข. และวิธี ค. เช่น ทักษะคณิตศาสตร์ขั้นสูง ทักษะในการคิดคำนวณที่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังพบว่าการสอนวิธี ก. ทำให้ได้ความถี่ของบทเรียนทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น และสามารถรักษาความถี่ของบทเรียนทางคณิตศาสตร์ไว้ได้ดีเมื่อสอนโดยวิธี ข.

³ Northey, James Howard., "The Lecture and Discussion use of class time in a preserve Mathematics class for elementary Teachers" Dissertation Abstracts, 28 . 2125-2126, 1967.

4. เด็กที่มีพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยม มีอยู่ 3 กลุ่มเท่านั้นที่ได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 สำหรับตัวเกณฑ์ที่เป็นความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น และกลุ่มที่เรียนมามากกว่า 2 ปียังได้คะแนนเฉลี่ยต่างจากกลุ่มที่เรียนมาเพียง 2 ปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

5. ชั้นที่เรียนโดยจัดที่สุดสำหรับทุกตัวเกณฑ์ ได้แก่ชั้นที่สอนโดยวิธีสอน ก. เมื่อใช้การบรรยายแบบอนุมาน (deductive) และชั้นที่สอนโดยวิธีสอน ข. เมื่อใช้การบรรยายแบบอุปมาน (inductive) ทั้งสองชั้นดังกล่าวมีผลดีเท่ากัน

แมสเลอร์ (Basslerr)⁴ ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการให้แบบฝึกหัดสองชนิดในการสอนความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนครูที่จะออกไปสอนในชั้นประถมศึกษา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนครูสองห้อง ห้องหนึ่งให้แบบฝึกหัดเกี่ยวกับทฤษฎีคณิตศาสตร์ (theory exercises) อีกห้องหนึ่งให้แบบฝึกหัดการนำไปใช้ (applied) ตัวเกณฑ์เป็นคะแนนจากแบบทดสอบหลังการสอน (post-test) และแบบทดสอบวัดความรู้ที่เก็บไว้ได้จริง (retention test) ผลปรากฏว่าวิธีการให้แบบฝึกหัดทั้งสองวิธีนั้นให้ผลเท่ากัน ซึ่งให้เห็นว่าการให้แบบฝึกหัดสองวิธีนี้ไม่มีบทบาทต่างกันเท่าใดนัก

แมค คอนเนลล์ (Mc. Connell)⁵ ได้ศึกษาถึงผลการสอนบวกและลบโดยวิธีสอน 2 วิธี คือวิธีฝึก (drill) มาก ๆ และวิธีพยายามนำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์ (discovery of generalizations) สำหรับนักเรียนชั้น 2 ภายหลังการทดลองพบว่า เด็กที่ได้รับการสอนโดยวิธีฝึกเก่งกว่าในด้านความรวดเร็วและแม่นยำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเด็กที่ได้รับการสอนโดยวิธีค้นพบกฎเกณฑ์กลับดีกว่าในเรื่องการรู้จักถ่ายทอด และรู้จักเปลี่ยนแปลงวิธีทำ

⁴ Basslerr, Otto Call., "A Comparison of Two types Exercise in teaching Mathematical Concepts to prospective elementary school Teachers" Dissertation Abstracts, 27 : 978-A, 1966.

⁵ Mac. Connell, T.R., "Discovery Versus Authoritative Identification in the learning of Children" University of Iowa Studies in Education, 9 : 13 - 62, 1934.

วากโกเนอร์ (Waggoner) และวิลเบอร์ (Wilber) ⁶ ได้ศึกษาถึงผลบางอย่างที่เกิดจากการสอบทดลอง (Pretest) วิชาคณิตศาสตร์กับนิสิตใหม่ของมหาวิทยาลัยเซนทรัลมิชิแกน (Central Michigan University) จำนวน 340 คน โดยใช้แบบทดสอบ 7 ฉบับ ๆ ละ 40 ข้อ สำหรับวัดเนื้อหาคณิตศาสตร์ 7 รายวิชา แต่ละรายวิชานิสิตเหล่านี้เคยเรียนมาแล้วในระยะเวลาต่างกัน เมื่ออยู่ชั้นมัธยม แล้วนำผลการสอบทดลองไปหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนจากการสอบทดลองกับเกรดที่ได้ผิ้อยู่ระหว่าง .18 ถึง .56 ซึ่งค่อนข้างต่ำ และเมื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกิตรวมในชั้นมัธยมกับผลการสอบทดลอง พบว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูงขึ้นไป นอกจากนี้ยังพบว่า มีนิสิต 4 ห้องทำคะแนนในการสอบทดลองต่ำ และพบว่า หน่วยกิตของวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นมัธยมต่างกันตามขนาดของโรงเรียนอีกด้วย การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ให้เห็นว่า พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนิสิตใหม่ยังต่ำ และแตกต่างกันด้วย

การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของกลุ่มที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของ แบงฮาร์ท (Banghart) และสปรักเกอร์ (Spraker) ⁷ ซึ่งทำกับนักเรียนชั้น 7 ของโรงเรียนมัธยมในเมืองแห่งหนึ่ง จำนวน 180 คน พบว่า การสร้างความเข้าใจในเรื่อง ทศนิยม การบวก การลบ การคูณ และการหาร นั้น ระหว่างการเรียนรู้เป็นกลุ่มกับการเรียนตามลำพังมีความคิดสร้างสรรค์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์นี้ยังต่างกันตามระดับสติปัญญา (I.Q.) ด้วย ทั้งนี้แนวโน้มว่าการเรียนเป็นกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์น้อยกว่า การเรียนตามลำพัง ยิ่งกว่านั้นยังพบว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็น .66 ซึ่งนับว่ามีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง

เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

⁶ Waggoner and Wilber, "Some Results of a Mathematics Pretest for College Freshmen" The Journal of Educational Research, 57 . 271 - 272, 1964.

⁷ Banghart, Frank W., and Spraker, Harolds, "Group Influence on Creativity in Mathematics" The Journal of Experimental Education, 31 : 257 - 262, 1963.

ให้ดีขึ้น การเตรียมครูคณิตศาสตร์ที่จะต้องออกไปสอนในระดับนั้น ๆ เป็นสิ่งจำเป็นยิ่ง
 เรย์ (Ray) ⁸ ได้ศึกษาเรื่องนี้ โดยมุ่งพิจารณาเนื้อหาในโปรแกรมที่เตรียมไว้สำหรับ
 ไปสอนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา จากตำราเรียนในชั้นประถม, ตำราเรียนในวิทยาลัย,
 รายวิชาที่ต้องเรียน, การสัมภาษณ์ครูผู้สอนคณิตศาสตร์, และรายวิชาเกี่ยวกับวิธีสอน
 ผลปรากฏว่า

1. ตำราคณิตศาสตร์ที่สอนในวิทยาลัย และวิธีสอนควรให้ผู้เรียนได้รู้จัก
 เนื้อหาของคณิตศาสตร์ที่เน้นในชั้นประถมศึกษามากขึ้น นอกเหนือไปจากเรขาคณิตและกราฟ
2. ครูคณิตศาสตร์ควรจะสามารถทำให้นักเรียนรู้จักคิดเพื่อสร้างความเข้าใจ
 ในเนื้อหาตามหลักสูตรและปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกันระหว่างวิธีการสอนและการประเมินผล
 ในวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถม

3. ผู้บริหารก็ดี และผู้สอนในทุกสถานศึกษาก็ มีความสนใจในการเตรียมตัว
 ไปสอนในวิชาคณิตศาสตร์ และมักจะเพิ่มรายวิชาที่ต้องการเข้าไว้ในโปรแกรมการสอนเสมอ

ในแง่ของทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์นั้น ป็อฟเฟนเบอร์เกอร์
 (Poffenberger) และนอร์ทตัน (Norton) ⁹ แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียได้ศึกษา
 กันว่าเรื่องนี้กับนิสิตจำนวน 335 คน พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีความโน้มเอียงไปในทางไม่ชอบ
 วิชาคณิตศาสตร์ และเมื่อแยกนิสิตที่ไม่ชอบจริง ๆ และที่ชอบมากออกเป็น 2 กลุ่มแล้ว นิสิต
 ทั้งสองกลุ่มนี้จะต่างกันในเรื่อง ทัศนคติของบิดามารดาต่อวิชาคณิตศาสตร์, ความเห็นของบิดา
 มารดาที่ต้องการให้ลูกของตนทำอะไรได้ในวิชานี้, การได้รับการสนับสนุนจากบิดามารดา
 ในการเรียนคณิตศาสตร์, และทัศนคติที่มีต่อวิชาพีชคณิตและครูผู้สอนวิชาพีชคณิต ส่วนเรื่องอื่น ๆ

⁸ Ray, Marilyn Miller, "The Preparation of Teachers of Elementary School Mathematics in Louisiana" Dissertation Abstracts, 28 . 2127, 1967.

⁹ Poffenberger, Thomas, and Norton, Donald, "Student Attitudes toward Mathematics" The Journal of Educational Research, 52 : 291-292, 1959.

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลยสำหรับนักเรียนสองกลุ่มนี้ แล้วเขาสรุปว่า สิ่งแวดล้อมทางบ้านมีอิทธิพลอย่างสำคัญต่อทัศนคติของนิสิตในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

* มิดเดิลตัน (Middleton) ¹⁰ ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลการสอนเป็นระบบในเรื่องการคำนวณเลข (number combinations) โดยทดลองกับเด็กอายุ 10 ขวบ 3 เดือนขึ้นไป วิธีการทดลองแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองให้ใช้ชุดของแบบฝึกการคิดคำนวณที่มีระบบเป็นพิเศษ (Special Symtematically Compiled sheets of number Combinations) ส่วนกลุ่มควบคุมให้ฝึกอย่างสม่ำเสมอตามปกติ ผลการทดลองพบว่า เด็กสามารถทำได้ดีขึ้นในเรื่องการบวก การคูณ การหาร และการทำโจทย์เกี่ยวกับข้างกล่าวต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่า มีการถ่ายทอดความรู้เลขคณิตบางอย่างได้

อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า สำหรับเด็กเก่ง การทำวิธีลัด กลับทำไม่ได้ดีเท่าที่ควร ผลอันนี้แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กขึ้นอยู่กับการคิดคำนวณได้รวดเร็วตลอดเวลา นอกจากนี้เขายังพบว่า กิจกรรมในการทำงานที่ผิดพลาด (error) มักจะก่อให้เกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ต่ำ

ชาฟฟ์ (Schaff) ¹¹ ได้เสนอแนะว่า สาเหตุของความบกพร่องของครูในการสอนวิธีแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของเด็กนั้น เกี่ยวกับหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน
2. ความเข้าใจในฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถที่จะมองเห็นสิ่งที่ต้องการหา
4. ภูค้ำัพท์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

¹⁰ Middleton, I.G. "An Experimental Investigation into the systematic Teaching of number Combinations in Arithmetic," British Journal of Educational Psychology, 26 : 117 - 127, 1956.

¹¹ Schaff, W.L., "A Realistic Approach to Problem solving in Arithmetic" Elementary School Journal, 46 . 494 - 497, 1946.

5. ความสามารถที่จะวิเคราะห์ขั้นต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
6. ความสามารถที่จะคาดคะเนคำตอบได้
7. ความสามารถที่จะจำแนกความแตกต่างระหว่างเนื้อหาที่ถูกต้อง และไม่ถูกต้อง
8. นิสัยในการตรวจสอบคำตอบที่ได้มา

แกริสัน (Garrison), กิงตัน (Kingston) และแมคโดนัลด์ (Mc Donald) ¹² ได้กล่าวถึงความพยายามที่จะทำให้มีการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาเลขคณิต และเน้นว่าความยุ่งยากในการแก้ปัญหาเลขคณิตมีสาเหตุหลายประการดังนี้

1. ไม่มีวุฒิภาวะทางสมอง หรือสมองพิการ
2. ไม่สามารถจะอ่านปัญหาให้เข้าใจ
3. ขาดประสบการณ์ในเรื่องความสัมพันธ์ทางจำนวนเลข
4. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาไม่มีประสิทธิภาพ
5. ขาดทักษะเบื้องต้นในการคิดคำนวณ
6. ได้รับการสอนที่ไม่ดีพอ
7. ขาดความระมัดระวัง
8. ขาดแรงจูงใจ

ริสซิง (Rising) ¹³ ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กชั้นมัธยมที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้ามาได้ โดยพิจารณาจากการเตรียมโครงการทำวารสารคณิตศาสตร์, หลักสูตร, และคำตอบจากแบบสอบถาม จากการศึกษาพบว่า เด็กเก่ง เด็กอ่อน และเด็กที่ได้เรียนจากตำราใหม่ มีความสนใจวิชาคณิตศาสตร์สูง และพบว่า

¹² Garrison, Kingston, and Mc Donald, "Arithmetic Learning" Educational Psychology, pp. 264 - 265, 1964.

¹³ Rising, Gerald Richard, "A Comparative Study of intrinsic Insight in Mathematics of Selected high school Students" Dissertation Abstracts, 27 : 999-A, 1966.

ระหว่างเด็กชายกับเด็กหญิงมีความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันน้อยมาก

ลอว์สัน (Lawson) ¹⁴ ศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ของเด็กชั้น 4 ในวิชาเลขคณิต เมื่อช่วงเวลาเปลี่ยนไป และเมื่อให้เด็กเรียนวิธีคูณอย่างสม่ำเสมอตลอดปี โดยทำการทดลองกับกลุ่มทดลอง 8 กลุ่ม จำนวน 854 คน สอบโดยครู 38 คน ในโรงเรียน 16 โรงเรียน ซึ่งอยู่เขตเหนือของเมืองโซลาโน (Solano) รัฐแคลิฟอร์เนีย เมื่อเทียบกลุ่มเท่ากัน (equated group) โดยใช้แบบทดสอบของสำนักงานทดสอบของแคลิฟอร์เนีย สำหรับสอบก่อนเรียน (Pretest) แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับผลการสอบหลังเรียน (Post-test) ในเรื่อง เหตุผลทางเลขคณิต (Arithmetic reasoning), ทักษะ เลขคณิตพื้นฐาน (fundamental arithmetic skills) และผลสัมฤทธิ์ทั้งสิ้นในเลขคณิต (total arithmetic achievement) ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ระหว่างกลุ่มที่เรียนในเวลา 60 นาทีเป็นประจำกับกลุ่มที่เรียนเวลา 40 นาทีเป็นประจำในเรื่องทักษะเลขคณิตพื้นฐาน ทั้งนี้โดยกลุ่มทดลองกลุ่มแรกดีกว่ากลุ่มหลัง และพบว่า เมื่อเทียบผลสัมฤทธิ์ในทักษะเลขคณิตพื้นฐานระหว่างกลุ่มที่เรียนตามปกติ 40 นาที กับกลุ่มที่เรียนอย่างจริงจัง (Concentrated) ในเวลา 40 นาทีเท่ากันแล้ว กลุ่มแรกดีกว่ากลุ่มหลังอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเลย ลอว์สันจึงสรุปว่า

1. เวลาที่ใช้ในการสอนเลขคณิตชั้น 4 ที่เหมาะสมควรจะเป็น 40 นาที ถ้าเพิ่มเวลามากกว่า 40 นาที แล้วจะไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเลขคณิตดีขึ้นเลย
2. เมื่อสอนวิธีคูณทุกระยะเวลาตลอดปี ตามเวลาที่เพิ่มขึ้นแล้ว จะสามารถเป็นแนวทางในการเพิ่มทักษะเลขคณิตพื้นฐานด้วย

¹⁴ Lawson, John Berry, "Achievement Differences in Fourth Grade Under Two Time Allotments and Two Sequences For Introducing Multiplication Facts" Dissertation Abstracts, 27 · 995 - 996, 1966.

3. เมื่อต้องการให้มีผลสัมฤทธิ์ในด้านทักษะเลขคณิตพื้นฐานสูงแล้ว ควรคำนึงถึง การสอนแบบจริงจัง (Concentrated form of instruction)

4. ทั้งการสอนแบบจริงจังและแบบสม่ำเสมอ (regular form) อาจใช้ได้ดี เท่ากันสำหรับการเรียนวิธีคูณ เมื่อคำนึงถึงเหตุผลเลขคณิต และ/หรือผลสัมฤทธิ์ทั้งเส้นทาง เลขคณิต

เพื่อหาทางปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น สمولล์ (Small)¹⁵ ได้ศึกษาความเห็นของครูคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมเกี่ยวกับการฝึกหัดครูปีที่ 5 โดยใช้แบบ สอบถาม ตามครูคณิตศาสตร์ที่เป็นสมาชิกของครูสภาแห่งชาติ จำนวน 1465 คน ปรากฏว่า ครูส่วนมากเห็นด้วยในเรื่องการศึกษาของครูคณิตศาสตร์ในระยะเวลา 5 ปี เกี่ยวกับสิ่ง ต่อไปนี้

1. ควรจัดให้มีรายวิชาเรียนมากขึ้น ทั้งด้านวิธีสอนและปัญหาการสอนคณิตศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษา

2. ควรจัดให้มีห้องสมุด เพื่อให้ครูหาประสบการณ์ด้านโสตทัศนศึกษา, หลักสูตร และเอกสารความรู้ทางคณิตศาสตร์

3. ครูผู้สอนในระดับฝึกหัดครู ควรมีประสบการณ์ที่เหมาะสมกับเด็กชั้นมัธยมศึกษา

4. ให้ครูมีโอกาสหา ความรู้ และทักษะในการใช้กิจกรรม เพื่อจะแก้ปัญหา การสอนคณิตศาสตร์

5. ควรมีห้องปฏิบัติงาน (workshop) สำหรับพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการนิเทศ การจัดห้องสมุดคณิตศาสตร์ในห้องเรียน

6. ควรใช้วิธีสอนที่เน้นค่านการสำนึก การร่วมมือในชั้นเรียน และการใช้วัสดุ อุปกรณ์

¹⁵ Small, Dwain Emerson, "Opinion of Secondary Mathematics Teachers Concerning the Fifth year of Teacher Education" Thesis Abstracts Series Studies in Education 1955 School of Education Indiana University, 27 . 289 - 291, 1956.

7. จัดให้มีรายวิชา ประวัติคณิตศาสตร์, ทฤษฎี จำนวนเบื้องต้น, สถิติ, พีชคณิต และเรขาคณิตแนวใหม่

8. จัดให้มีรายวิชาเกี่ยวกับวิธีสอนเลขคณิตในชั้นมัธยมศึกษา

9. จัดให้มีห้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับ เนื้อหาของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างความเข้าใจในระหว่าง 2 วิชา

10. ควรใช้พื้นที่ของโรงเรียนให้เป็นประโยชน์ในการสาธิต วิจัยและทดลอง

11. ควรจัดให้มีรายวิชาเกี่ยวกับการวัดผลอันเป็นประโยชน์ต่อครู เช่น การสร้างแบบทดสอบ การตีความหมายของผลการสอบ

12. ควรให้ครูมีประสบการณ์อย่างน้อย 1 ปีก่อนที่จะออกไปสอนวิชาคณิตศาสตร์

13. ให้ครูมีโอกาสได้ปรับปรุงพื้นฐานทางวัฒนธรรม โดยให้มีโอกาสทำงานด้านวัฒนธรรมบาง นอกเหนือจากการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และวิชาชีพ

14. ให้ครูมีโอกาสเข้าใจหลักการแนะแนวทั้งที่เป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม

15. ให้ครูมีโอกาสศึกษาความเจริญของงาน และพัฒนาการของเด็กวัยรุ่น โดยการสาธิต สังเกต และคลุกคลีกับเด็กโดยตรง (direct contact)

16. ให้ครูมีโอกาสใช้ความสามารถในวิชาชีพของตนต่อเด็กหนุ่มทั้งหลาย ทั้งนี้โดยอาศัยประสบการณ์ตรงที่มีอยู่

17. ครูควรมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ

18. ให้ครูมีโอกาสพบปะกับศาสตราจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์บ้างเป็นครั้งคราว

19. งานด้านอื่นที่ทำ ไม่ควรเกิน 25 % ของงานด้านวิชาชีพ

20. ควรมีรายการที่จะศึกษาเพิ่มเติมที่ยืดหยุ่นได้ตามความต้องการเฉพาะ ทั้งทางคณิตศาสตร์และการศึกษา เพื่อให้เลือกวิชาเรียนตามความต้องการของตน

21. ควรจัดให้มีการอบรมครูประจำการ และให้เครดิตสำหรับแต่ละคนหรือสำหรับกลุ่มที่เขาอบรมด้วย

นอกจากนี้ครูเหล่านั้นยังมีความเห็นว่า ครูมีความสนใจในรายวิชาต่าง ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ดังนี้ วิชาการศึกษา 22.4 % วิชาคณิตศาสตร์ 46.8 % วิชาวิจัย 10 % การสังเกตการฝึกสอนและทัศน اجر 15 % การศึกษาวิทยาศาสตร์กายภาพและวัฒนธรรม 5.8 %

สมอลล์ได้สรุปว่า จากความคิดเห็นของครูเหล่านี้ ทำให้เห็นว่าครูคณิตศาสตร์ต้องการเข้าใจในวิธีสอน และปัญหาการสอนให้ดีขึ้น และต้องการมีความรู้และทักษะในการใช้กิจกรรมในโรงเรียนมัธยมและฝึกหัดครู และยังมีความเห็นว่า วิธีสอนควรเน้นด้านการสาธิต การร่วมมือในชั้นเรียน และการใช้สื่อทัศนศึกษาอีกด้วย

วัตเลย์ (Watley) และเมอร์วิน (Merwin)¹⁶ ได้ศึกษาเพิ่มเติมจากการศึกษาของวัตเลย์และมาร์ติน (Martin) เกี่ยวกับตัวแปรทั้งที่เป็นวิชาการที่ใช้สติปัญญา (Intellectual) และไม่ใช่สติปัญญา (Non-intellectual) ที่ช่วยพยากรณ์ความสำเร็จของนิสิตหญิงที่เข้าเรียนใหม่ในวิทยาลัยบริหารธุรกิจหลายแห่ง จากการศึกษาของวัตเลย์และมาร์ตินพบว่า มีตัวแปร 5 ชนิดที่พยากรณ์ได้คือ คะแนนคณิตศาสตร์และภาษาจากแบบทดสอบ SAT (Scholastic Aptitude test และ CEEB (The College Entrance Examination Board), คะแนนความเป็นระเบียบเรียบร้อย (Restraint) และความรอบคอบ (Thoughtfulness) จากแบบทดสอบ GZTS (Guilford Zimmerman Temperament Survey), และตำแหน่งที่สอบได้ในชั้นมัธยม และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์เหล่านี้ กับผลการเรียนในปีที่ 1 เป็น .82 ต่อมาวัตเลย์และเมอร์วิน (Merwin) ได้วิเคราะห์ข้อมูลนี้ต่อไป สำหรับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนหญิงกลุ่มเดิม และสอบเข้าเรียนในมหาวิทยาลัยเดนเวอร์ (Denver) รัฐโคโลราโดได้ในปี 1958 - 1959 จำนวน 148 คน จัดเป็นเด็กเก่ง 109 คน เด็กอ่อน 39 คน ผลปรากฏว่า ทั้งความมีระเบียบเรียบร้อย และความรอบคอบ เป็นตัวพยากรณ์ความสำเร็จของนักเรียนหญิงกลุ่มนี้ดีที่สุด และสนับสนุนผลการวิจัยครั้งก่อน แต่เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวพยากรณ์แต่ละตัวกับเกรดเฉลี่ย ซึ่งเป็นผลการเรียนแล้วพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ของ SAT กับเกรดเฉลี่ยเป็น .45 ซึ่งมากกว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์อื่น ๆ กับเกรดเฉลี่ย ดังนั้นเมอร์วินจึงสรุปว่า ตัวแปรที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุดกับเกณฑ์สำหรับกลุ่มรวม ไม่แตกต่างกับค่าสหสัมพันธ์อันเดียวกันนี้ระหว่างสองกลุ่มนี้

¹⁶ Watley, Donovan J.. and Merwin, Jack C., "The Effectiveness of Variable for Predicting Academic Achievement For Business Students" The Journal of Experimental Education, 33 : 189 - 191

นอกจากนี้ อาห์มานน์ (Ahmann) และกล็อก (Glock) ¹⁷ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนิสิตใหม่ โดยเฉพาะคณิตศาสตร์ประยุกต์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตใหม่ที่เลือกเรียนวิชาเกษตรกรรม ของมหาวิทยาลัยคอร์เนล วิทยาลัยออร์ค ในระหว่างปี 1952 - 1955 คณิตศาสตร์ประยุกต์ดังกล่าวนี้ประเมินได้จากผลสัมฤทธิ์ต่อมา (Subsequent achievement) ซึ่งแทนโดยเกรดเฉลี่ย, ผลการสอบวิชาคณิตศาสตร์ปลายปี, คะแนนจากการสอบปลายปี, และแนวโน้มในการสมัครใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์อีกครั้ง. วิธีการทดลองเป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ขั้นต่อมาของกลุ่มรวม, ผลสัมฤทธิ์ขั้นต่อมาของกลุ่มย่อยซึ่งแบ่งตามเกรดเฉลี่ยจากโรงเรียนมัธยม, ผลเพิ่มที่ได้รับ (gain) จากการวัดโดยแบบทดสอบของมหาวิทยาลัยคอร์เนล และแนวโน้มที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัยคอร์เนล รายวิชาที่นำมาทดลองมี การคำนวณโดยใช้ สไลด์ รูล (slide rule), พีชคณิตเบื้องต้น, สมการ, เลขหลักสำคัญ, การประเมินค่า, อัตราส่วน, สัดส่วน, ทริโกณมิติ, กราฟ และลอการิทึม โดยให้ผู้สอนคนเดียวกันสอนเป็นเวลา 15 สัปดาห์ แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 25 คน ผลการทดลองปรากฏว่า สำหรับนิสิตใหม่ที่เรียนวิชาเกษตรกรรม ซึ่งไม่มีทักษะในทางคณิตศาสตร์มาก่อนเลยนั้น มีหลักฐานทางสถิติ ชัดเจนว่า รายวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่นำมาทดลองมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ต่อมา หรือมีระดับความสำคัญในอัตราที่สูงพอ และพบว่า ความคิดเห็นของเด็กและครูที่ดูแลของรายวิชาเหล่านั้นเป็นที่น่าสนใจ

การศึกษาของ ฮัดจิง (Hudging) ¹⁸ เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาเลขคณิตตามคำหังคนเดียวนั้น จะเป็นผลจากประสบการณ์ในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มหรือไม่ และการแก้ปัญหาโดยแยกออกเป็นขั้น ๆ อย่างละเอียดนั้นจะมีความสัมพันธ์กับความรู้ในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มดีกว่าการแก้ปัญหาคคนเดียวหรือไม่ ผลปรากฏว่า การแก้ปัญหาโดยแบ่งออก

¹⁷ Ahmann, J. Stanley, and Glock, Merwin D, "An Evaluation of the Effectiveness of A Freshmen Mathematics Course" The Journal of Educational Psychology, 50 . 41 - 45, 1959.

¹⁸ Hudging, Bryce B., "Effects of Group Experience on Individual Problem Solving" The Journal of Educational Psychology, 21 . 1839 - 1840, 1961.

เป็นชั้น ๆ อย่างละเอียดกันนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับผลจากการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเลย และพบว่า ประสิทธิภาพของกลุ่มไม่ได้ส่งเสริมการแก้ปัญหาคนเดียว

ครูเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งที่ให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นเบสแฮม (Bassham) ¹⁹ จึงได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจของครู ต่อความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่จะสอน กับประสิทธิภาพในการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนโดยใช้ครูจำนวน 28 คน และนักเรียนชั้น 6 จำนวน 620 คน จาก 14,000 คน ของโรงเรียนต่าง ๆ ในเมืองมิดเวสเทอร์น (Midwestern City) เป็นกลุ่มทดลอง ครูเหล่านั้นถูกทดสอบความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบของ เกลนนอน (Glennon) และนักเรียนเหล่านี้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม (equate group) แล้วให้สอบแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพด้านคณิตศาสตร์ 4 ฉบับภายหลังที่ได้เรียนจากครูแล้ว ผลการทดลองพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของครู และคะแนนจากแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพในคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง เป็น .097 และ .417 สำหรับกลุ่มต่ำ และค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนทั้งสองชนิดสำหรับ ทั้งสองกลุ่มเป็น .274 จากผลการทดลองครั้งนี้ เบสแฮมได้สรุปว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างของ ครูมีจำนวนน้อย และนักเรียนที่ทดลองเป็น นักเรียนในเมืองด้วยกันแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของครู และคะแนนจากการสอบของเด็ก และประสิทธิภาพในการใช้ความสามารถของเด็กจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันใน คุณลักษณะอื่น ๆ ของครูนอกเหนือไปจากที่วัดได้ ขนาดของโรงเรียน ความคิดของครู ความสะดวกสบายในห้องเรียน สิ่งแวดล้อมทางบ้านของนักเรียน และองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้ควบคุมแล้ว จะเห็นว่า ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของครูมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับประสิทธิภาพในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

¹⁹ Bassham, Harrell, "Teacher Understanding And Pupil Efficiency in Mathematics A Study of Relationships" Dissertation Abstracts, 21 : 1839 - 1840, 1961.

เทรเวอร์ส (Travers) ²⁰ สนใจในปัญหาที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมชอบสถานการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชนิดไหนมากที่สุด จึงได้ทำการศึกษาเรื่องนี้กับเด็กชั้น 9 จำนวน 240 คน จากโรงเรียนสองประเภทคือ โรงเรียนสัณฐานการศาสนา (Parochial) และโรงเรียนสามัญ (Public school) โดยวิธีให้นักเรียนเหล่านี้จัดอันดับคุณภาพของปัญหาในสถานการณ์ 3 อย่างคือ สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์-จักรกล (mechanical - scientific) สถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคม (social - economic) และสถานการณ์คานนามธรรม (Abstract) ผลปรากฏว่า เด็กเหล่านี้ชอบสถานการณ์ทางเศรษฐกิจสังคมเป็นอันดับหนึ่ง ด้านวิทยาศาสตร์-จักรกลเป็นอันดับสอง และคานนามธรรมเป็นอันดับสาม และเขาสรุปรว่า ทุกวันนี้เด็กชอบสถานการณ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับเศรษฐกิจและสังคมประจำวันมากกว่าด้านอื่น และมักจะหลีกเลี่ยงสถานการณ์การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคย อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มแสดงให้เห็นชัดว่า ความชอบทำงานนี้มักเป็นเรื่องของเด็กกลุ่มอ่อนมากกว่ากลุ่มเก่งในวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนเด็กเก่งมักจะชอบสถานการณ์การแก้ปัญหาคานนามธรรมมากกว่ากลุ่มอ่อน นอกจากนั้นยังพบว่า ความสำเร็จในการแก้ปัญหาระหว่างสถานการณ์ที่ชอบและไม่ชอบไม่มีความแตกต่างกันเลย

โฮลตัน (Haltan) ²¹ ได้กล่าวถึง แรงจูงใจและความสำคัญของแรงจูงใจที่มีต่อเด็กที่เรียนคณิตศาสตร์ทั่วไปไว้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ใด ๆ ของเด็กที่ได้ทำงานตรงกับ ความสนใจของตนจะสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ของเด็กที่ทำงานไม่ตรงกับ ความสนใจของตน เพราะฉะนั้น เขาจึงสรุปว่า ถ้าจะสอนเด็กคนหนึ่งโดยปรับการสอนให้เข้ากับ ความสนใจของเด็กแล้ว ผลของการสอนนั้นจะดีขึ้นมากทีเดียว

²⁰ Travers, Kenneth J., "A Test of Pupil Preference for Problem-solving Situations in Junior high school Mathematics" The Journal of Experimental Education 35 : No. 4, 9 - 18, 1967.

²¹ Haltan, Boyd, "Motivation And General Mathematics Students" Mathematics Teachers 57 : 20 - 25, 1964.

ในการศึกษาถึงความต้องการอันจำเป็นทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนฝึกหัดครูที่จะต้องออกไปสอนคณิตศาสตร์ต่อไปนั้น คณะกรรมการหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับปริญญาตรี²² ที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้ตั้งขึ้น ได้เสนอแนะไว้ว่า ครูคณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงชั้น 6 อย่างน้อยต้องการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวกับ โครงสร้างของระบบจำนวนจริง และระบบย่อยของจำนวนจริง ความคิดรวบยอดเบื้องต้นของพีชคณิต และเรขาคณิตทั่วไป (informal) คณะกรรมการชุดนี้ยังชี้ให้เห็นความสำคัญของแนวความคิดเกี่ยวกับวิธีอุปมาน (Deductive) เพราะครูคณิตศาสตร์จะสอนไคยลก็ เขาจะต้องรู้จักเทคนิค, คุณค่าที่แท้จริง และบทบาทของแนวทางแบบอุปมานและอุปมาน ซึ่งจะนำไปสู่ความคิดใหม่ ๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต่องานให้รู้จักวิธีการให้เหตุผลเหล่านี้ยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการนี้สอดคล้องกับความคิดเห็นของคีน (Deans)²³ ที่ว่า รายการสอนในโรงเรียนประถมศึกษาที่เพิ่มความสำคัญในการให้เหตุผลทั้งแบบอุปมานและแบบอุปมานจะช่วยให้การเรียนรู้และเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี

สรุปผล จากการศึกษาค้นคว้าของหลายท่านที่กล่าวมาแล้วนี้ล้วนแต่เป็นความพยายามที่จะหาทางแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับต่าง ๆ ให้ดีขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อผู้จะศึกษาค้นคว้าต่อไป

²² Committee on the Undergraduate Program in Mathematics
 "Recommendation of the Mathematical Association of America for the
 Training of Teacher of Mathematics," The Mathematics Teachers
 53 : 632-638, 1960.

²³ Deans, Edwin, Elementary school Mathematics, p. 12, 1963.

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เลือกเอานักเรียนฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2512 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยเป็นครูสอนคณิตศาสตร์ในสถานศึกษาฝึกหัดครูมานาน ได้ประสบปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับนี้มามาก. กับมีความตั้งใจที่จะศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในสถานศึกษาฝึกหัดครูนี้โดยเฉพาะประการหนึ่ง และเพื่อส่งเสริมวิชาชีพนี้อีกประการหนึ่งด้วย จึงผู้วิจัยคาดว่าจะได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบุคคลในวงการเดียวกัน ในเรื่องการสุ่มตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ให้หัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละสถานศึกษาสุ่มมาแต่ละ 1 ห้องเรียน โดยพยายามเลือกห้องเรียนที่นักเรียนมีระดับความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางของสถานศึกษานั้น. หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงส่งแบบทดสอบทักษะไปสอนนักเรียนเหล่านั้นก่อน ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้จัดส่งไปสอบภายหลังที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 เสร็จสิ้นแล้วทุกสถานศึกษา ซึ่งเป็นระยะเวลาหลังจากสอบแบบทดสอบทักษะไปแล้วเล็กน้อย. ในที่สุดจำนวนสถานศึกษา และจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลสมบูรณ์จริง ๆ มีเพียง 18 แห่งจาก 25 แห่ง และจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 710 คน เป็นชาย 395 คน เป็นหญิง 315 คน คิดเป็น 66.54 % ของผู้เข้าสอบครั้งแรก

จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลสมบูรณ์จริง ๆ แยกตามสถานศึกษาได้แสดงไว้ในตาราง 1 หน้า 29.

ตาราง 1. แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างแยกตามสถานศึกษา

เลขที่	สถานศึกษาฝึกหัดครู	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง		
		ชาย	หญิง	รวม
1	วค. จันทระเกษม	12	28	40
2	วค. เขียวใหม่	18	14	32
3	วค. เทพสตรี อพบุรี	21	22	43
4	วค. แครราชสีมา	23	18	41
5	วค. นครสวรรค์	31	19	50
6	ผค. นครศรีธรรมราช	37	10	47
7	ผค. นครปฐม	16	34	50
8	วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	25	39
9	วค. พระนคร	14	23	37
10	วค. พิบูลสงคราม พิษณุโลก	27	12	39
11	วค. มหาสารคาม	20	10	30
12	วค. ยะลา	21	24	45
13	วค. สงขลา	11	15	26
14	ผค. สกลนคร	21	12	33
15	ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	-	34
16	วค. อุตรธานี	14	21	35
17	วค. อุตรดิตถ์	29	8	37
18	วค. อุบลราชธานี	32	20	52
	รวม	395	315	710

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ต้องการใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วยข้อมูล 2 ชุดคือ คะแนนจากแบบทดสอบทักษะเบี่ยงเบนทางคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ประกาศนียบัตรวิชาการที่ ก.ป. 2508 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสองชุดนี้ ผู้วิจัยไม่สามารถไปเก็บรวบรวมด้วยตนเองได้ เนื่องจากแหล่งข้อมูลได้กระจัดกระจายอยู่ในต่างจังหวัดหลายจังหวัด ยากแก่การไปเก็บรวบรวมด้วยตนเอง เพราะเวลาไม่อำนวย ผู้วิจัยจึงได้ขอรองให้หัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์และเพื่อนที่สนิทและไว้วางใจได้เป็นผู้ดำเนินการเก็บรวบรวมแทน โดยผู้วิจัยได้ส่งแบบทดสอบทั้งสองชุดไปให้ทางไปรษณีย์ การสอบเก็บรวบรวมข้อมูลจัดทำเป็นสองระยะ ระยะแรกได้จัดสอบแบบทดสอบวัดทักษะเบี่ยงเบนทางคณิตศาสตร์ก่อน ระยะที่สองจัดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ทั้งนี้เพราะถ้าจัดสอบพร้อมกันทั้งสองชุด จะต้องใช้เวลาในการสอบเกือบ 4 ชั่วโมง ซึ่งอาจรบกวนเวลาสอนของครู และเวลาเรียนของนักเรียนมากเกินไป อีกประการหนึ่ง การสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต้องรอเวลาจนกว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างใดเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 มาแล้วเสียก่อน จึงจะทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นมาสมบูรณ์จริง ๆ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบ 2 ชุด ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง คือแบบทดสอบวัดทักษะเบี่ยงเบนทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 อีก 1 ชุด

แบบทดสอบวัดทักษะเบี่ยงเบนทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบบทดสอบชุดนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ ดังนี้

- | | | | |
|-----------|----------------------------|--------|------------------|
| ฉบับที่ 1 | แบบทดสอบวัดทักษะในการบวกมี | 40 ข้อ | ให้เวลาทำ 5 นาที |
| ฉบับที่ 2 | แบบทดสอบวัดทักษะในการลบมี | 40 ข้อ | ให้เวลาทำ 6 นาที |

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะในการคูณมี 40 ข้อ ให้เวลาทำ 7 นาที
 ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะในการหารมี 40 ข้อ ให้เวลาทำ 8 นาที
 ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะในการยกกำลังมี 40 ข้อ ให้เวลาทำ 9 นาที
 ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรณฑ์มี 40 ข้อ ให้เวลาทำ 10 นาที
 รวมข้อคำถามทั้งหมด 240 ข้อ ใช้เวลาทำ 45 นาที พิสัยของจำนวนข้อต่อ 1 นาทีอยู่
 ระหว่าง 8 ข้อ ถึง 4 ข้อ

เนื่องจากแบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบทดสอบที่ต้องการความรวดเร็วในการทำ (Speed test) ฉะนั้นเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเกณฑ์ในการสร้างดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากเพียงพอ
 2. กำหนดเวลาทำให้น้อยพอเหมาะ
 3. กรรมวิธี (operations) ทั้ง 6 ชนิด ถือว่ามีความยากง่ายไม่เท่ากัน และมีแนวโน้มยากขึ้นตามลำดับ
 4. ความยากง่ายของข้อคำถามต้องเหมาะสมกับประสบการณ์ และระดับความสามารถในการคิดคำนวณของนักเรียนในระดับนี้ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของจำนวนเลข
- การที่ กำหนดเวลาทำให้ต่างกันสำหรับแต่ละฉบับย่อย ผู้วิจัยได้ยึดเอาลักษณะความยากง่ายของกรรมวิธีเป็นเกณฑ์ และการพิจารณาความยากง่ายของกรรมวิธีนี้อาศัยประสบการณ์ และความคิดเห็นของผู้วิจัยเป็นหลัก

หนึ่งโครงสร้างของแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับประกอบด้วยข้อคำถามที่วัดทักษะนั้น ๆ เกี่ยวกับจำนวน 4 ชนิดคือ จำนวนเต็ม, จำนวนที่ปัดเครื่องหมาย, จำนวนเศษส่วน และจำนวนทศนิยม ซึ่งใช้กันมากในการคำนวณคณิตศาสตร์ และยังได้คำนึงถึงขนาด ของจำนวนเหล่านั้นด้วย เช่น จำนวนเลขหลักเดียว จำนวนเลขสองหลัก หรือทศนิยมสองตำแหน่ง จนถึงทศนิยม 6 ตำแหน่งในบางกรณี ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนที่มีทักษะในการคิดคำนวณสูงได้แสดงทักษะของตนได้อย่างเต็มที่

ตัวอย่างข้อสอบทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์บางข้อมี ดังนี้

คำชี้แจง. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ, ที่ให้ไว้ เลือกใดข้อใดก็ไปขีดเส้นหนา ๆ ข้างอักษรนั้นของข้อนั้นในกระดาษคำตอบ

ฉบับที่ 1.	ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1. $28 + 51 = ?$	59	78	79	87	89
ข้อ 2. $212 + 84 = ?$	296	298	376	378	396
ข้อ 3. $577 + 396 = ?$	673	873	963	973	983

ฉบับที่ 2.	ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1. $(+13) - (-6) = ?$	-7	+7	-19	+19	-78
ข้อ 2. $137 - 52 = ?$	75	85	95	105	115
ข้อ 3. $9.35 - 6.48 = ?$	0.287	2.87	2.97	3.87	3.89

ฉบับที่ 3.	ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1. $34 \times 36 = ?$	1114	1214	1224	1234	1244
ข้อ 2. $(-1)(2) = ?$	-1	+1	-2	+2	-3
ข้อ 3. $(-\frac{2}{7})(-7) = ?$	-2	-14	+2	+14	$+\frac{9}{7}$

ฉบับที่ 4.	ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1. $51 - 3 = ?$	28	27	26	18	17
ข้อ 2. $\frac{4}{5} - 16 = ?$	$\frac{64}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{5}{4}$
ข้อ 3. $5.76 \div 10 = ?$	0.0576	0.576	5.76	57.6	576.0

ฉบับที่ 5.	ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1. $(2)^3 = ?$	4	5	6	8	9
ข้อ 2. $(-4)^2 = ?$	+6	-8	+8	-16	+16
ข้อ 3. $(\frac{1}{3})^2 = ?$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{2}{9}$

ฉบับที่ 6.

ฉบับที่ 6.			ก	ข	ค	ง	จ
ข้อ 1.	$\pm \sqrt{16}$	= ?	+4	-4	<u>+4</u>	-16	<u>+16</u>
ข้อ 2.	$\sqrt[3]{\frac{1}{8}}$	= ?	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	<u>$\frac{3}{8}$</u>	<u>$\frac{3}{11}$</u>	$\frac{1}{24}$
ข้อ 3.	$\sqrt{.09}$	= ?	0.0003	0.03	0.3	0.09	0.9

เมื่อสร้างแบบทดสอบชุดนี้เสร็จแล้ว ได้นำไปสอบทดลองกับนักเรียน ป.กศ.ปีที่ 2 กลุ่มหนึ่งของวิทยาลัยครูอุดรธานี จำนวน 127 คน เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสอบ และนำผลการสอบทดลองมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่ายมาตรฐาน (Δ) โดยใช้เทคนิค 27 % ของกลุ่มสูง-ต่ำ และใช้ตารางสำเร็จของ วุง - เทห์ ฟาน¹ (Chung - Teh Fan) ประกอบ และนำคะแนนจากการสอบทดลองมาคำนวณหาความเชื่อมั่น (r_{tt}) โดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของ ข้อ ก - ข้อ ค ซึ่งถือว่าเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ แล้วใช้สูตรของ สเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown) คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเต็มฉบับ และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ($SE_{meas.}$) ปรากฏค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่า r_{tt} และ $SE_{meas.}$ ของแบบทดสอบแต่ละฉบับดังตาราง 2.

¹ Fan, Chung - Teh, Item Analysis Table, pp. 6 - 32, 1952.

ตาราง 2. ค่าคะแนนเฉลี่ย, ค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ ค่า r_{tt} และ $SE_{meas.}$ ของแบบทดสอบทักษะแต่ละฉบับ

ฉบับ	จำนวน ข้อ	$\bar{x}$	p เฉลี่ย	r เฉลี่ย	Δ เฉลี่ย	r_{tt}	$SE_{meas.}$
1	40	20.6063	.6433	.5154	11.2275	.8676	± 2.1760
2	40	21.4567	.5315	.7481	12.6650	.9079	± 2.3676
3	40	15.6380	.3950	.4053	14.2275	.9086	± 1.7207
4	40	14.2047	.3583	.4136	14.7500	.7733	± 2.3767
5	40	20.1102	.5068	.4382	12.5300	.9415	± 1.5268
6	40	13.5118	.3195	.3969	15.2025	.7014	± 2.3525

แบบทดสอบสำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับ ซึ่งวัดตามเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ 1 สองฉบับ และตามเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ 2 อีกหนึ่งฉบับ. เนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ 1 ได้แยกออกเป็น 2 ตอนหรือ 2 กลุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากรายวิชานี้ เนื้อหาที่ต้องเรียนตามหลักสูตร มีอยู่หลายเรื่อง. และผู้วิจัยจึงได้จำแนกเนื้อหาออกไปตามลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แล้ววัดด้วยแบบทดสอบสองฉบับ เพื่อให้การสอบครอบคลุมทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ตามความมุ่งหมายของหลักสูตร. แบบทดสอบแต่ละฉบับมีเนื้อหา ดังนี้

ฉบับที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาในเรื่อง ตัวเงิน หุ้น และการแก้สมการชนิดต่าง ๆ ตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็นเลขคณิต และพีชคณิต และจัดว่าเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เคยเรียนมาแล้วในชั้นมัธยม แบบทดสอบย่อยฉบับนี้มีคำถาม 30 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง

ฉบับที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ 1 ซึ่งเป็นทั้งเรขาคณิต เลขคณิต และพีชคณิต จัดว่าเป็นเนื้อหาใหม่สำหรับระดับนี้ แบบทดสอบย่อยฉบับนี้มีคำถาม 30 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง.

ฉบับที่ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง คณิตศาสตร์ และลอก-
การพิมพ์ ตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งเป็นพีชคณิต และจัดว่าเป็นเนื้อหาใหม่อีกตอน
หนึ่งในระดับนี้ มีข้อคำถาม 30 ข้อใช้เวลาทำ 1 ชั่วโมง.

โครงสร้างของแบบทดสอบย่อยทั้ง 3 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วยข้อคำถามที่วัด
ความคิดรวบยอด (Concepts) ในเรื่องนั้น ๆ, ทักษะในการทำโจทย์ที่เป็นตัวเลขโดยตรง
(Numerical Problems) และการแก้โจทย์ปัญหา (Verbal Problems)

แบบทดสอบย่อยทั้ง 3 ฉบับได้จัดพิมพ์ไว้ในเล่มเดียวกัน ใช้คำชี้แจงในการทำร่วมกัน
และให้ทำแต่ละฉบับภายในเวลาที่กำหนดไว้ แต่ให้แยกตอบในกระดาษคำตอบฉบับละแผ่นแยก
จากกัน

ตัวอย่างข้อสอบบางข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มี ดังนี้

คำชี้แจง. ข้อคำถามในแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบทั้งสิ้น ให้นักเรียน
เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด และเหมาะสมที่สุด จาก ก, ข, ค, ง, หรือ จ, ที่ให้
ไว้ เมื่อเลือกได้คำตอบใด ก็ให้ไปขีดเส้นหนา ๆ ขวางอักษรนั้นของข้อนั้นในกระดาษคำตอบ.

ฉบับที่ 1.

ข้อ 1. เพื่อนำตัวเงินไปขึ้นเงินที่ธนาคารก่อนกำหนด เงินที่ธนาคารหักไว้
เรียกว่าอะไร ?

- ก. เงินปัจจุบัน
- ข. เงินหน้าตัว
- ค. เงินดอกเบี้ย
- ง. เงินลดธนาคาร
- จ. เงินค่าช่วยการของธนาคาร

ข้อ 2. ค่าของ m จะเป็นเท่าไร จึงจะทำให้ $\frac{3-m}{8} = \frac{m+7}{12}$?

- ก. -2
- ข. -1
- ค. 0
- ง. 1
- จ. 2

ข้อ 3. เด็ก 2 คนมีอายุต่างกัน 5 ปี สองเท่าของอายุคนที่อ่อนจะมากกว่าอายุคนที่แก่เท่ากับ 2 ปี เด็กคนที่อ่อนกว่ามีอายุเท่าไร ?

ก. 5 ปี

ข. 6 ปี

ค. 7 ปี

ง. 8 ปี

จ. 9 ปี

ฉบับที่ 2.

ข้อ 1. อัตราส่วนทวีคูณ (Duplicated ratio) ของ p และ q คือข้อใด ?

ก. $2p : q$

ข. $p : 2q$

ค. $p : q^2$

ง. $p^2 : q^2$

จ. $p^2 : q$

ข้อ 2. ถ้า $\frac{4x^2 + y^2}{4x^2} = 2$ แล้ว ค่าบวกของ $\frac{y}{x}$ เป็นเท่าไร ?

ก. 1

ข. 2

ค. 4

ง. 6

จ. 12

ข้อ 3. ชายคนหนึ่งสูง 6 ฟุต ยืนอยู่ทางเสาไฟ 20 ฟุต เงาของเขาจะทอดไปยาวเท่าใด ถ้าดวงไฟอยู่บนเสาสูงกวาดถนน 30 ฟุต ?

ก. 5 ฟุต

ข. 6 ฟุต

ค. 7 ฟุต

ง. 8 ฟุต

จ. 9 ฟุต

ฉบับที่ 3.

ข้อ 1. ถ้า $2^n = a$ แล้ว ค่าของ 2^{n+2} เป็นเท่าใด ?

ก. a^{+2}

ข. $2a$

ค. $4a$

ง. a^{n+2}

จ. $a^n + 4$

ข้อ 2. ค่าของ $\log_4 64$ เป็นเท่าไร ?

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

จ. 16

ข้อ 3. ด้านของสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งยาว $2\sqrt{5+3}$ และ $2\sqrt{5-3}$ จงหาว่า พื้นที่ของสี่เหลี่ยมนี้เป็นเท่าไร ?

- ก. 7 ตารางหน่วย
- ข. 9 ตารางหน่วย
- ค. 11 ตารางหน่วย
- ง. 16 ตารางหน่วย
- จ. 20 ตารางหน่วย

แบบทดสอบชุดนี้เป็นผลของแบบทดสอบฉบับทดลอง ที่นำไปสอบทดลองกับนักเรียน ป.กศ. ปีที่ 2 กลุ่มเดียวกับข้อสอบชุดแรกของวิทยาลัยครูอุบลราชธานี จำนวน 127 คน ซึ่งเคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 มาแล้ว และผลการสอบทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน (Δ) โดยใช้เทคนิค 27 % ของกลุ่มสูง-ต่ำ และใช้ตารางสำเร็จของ จุง - เทห์ ฟาน ประกอบแล้วนำคะแนนจากการสอบทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ($SE_{meas.}$) ของแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ โดยสูตรของ คูเคอร์-ริชาร์ดสัน ปรากฏได้ค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่า r_{tt} และค่า $SE_{meas.}$ ของแต่ละฉบับดังตาราง 3.

ตาราง 3. ค่าคะแนนเฉลี่ย, ค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่า r_{tt} และค่า $SE_{meas.}$ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แต่ละฉบับ

ฉบับที่	จำนวน ข้อ	$\bar{X}$	p เฉลี่ย	r เฉลี่ย	Δ เฉลี่ย	r_{tt}	$SE_{meas.}$
1	30	11.9370	.3853	.3609	14.200	.4228	± 3.2792
2	30	12.1339	.3807	.3452	14.260	.4215	± 3.3006
3	30	8.5433	.3847	.3800	14.233	.4779	± 2.8121

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลไปตามลำดับดังนี้

1. ทำหนังสือราชการจากหัวหน้าสำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา คณะวิชาวิจัยการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ถึงผู้อำนวยการหรืออาจารย์ใหญ่ของสถานศึกษาฝึกหัดครูทุกแห่ง เพื่อขออนุญาตทำการสอบเก็บรวบรวมข้อมูล ลงวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2512 พร้อมกับส่งแบบทดสอบทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์และกระดาษคำตอบไปยังหัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ดำเนินการสอบแทนผู้วิจัย
2. ในเดือนกรกฎาคม 2512 ได้ส่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 และกระดาษคำตอบไปให้หัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์ทำการสอบอีกครั้งหนึ่ง
3. เมื่อหัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์ทำการสอบแต่ละชุดเสร็จแล้ว ให้จัดส่งกระดาษคำตอบคืนมายังผู้วิจัยโดยทางไปรษณีย์
4. เมื่อผู้วิจัยได้รับกระดาษคำตอบแต่ละชุดแล้ว ได้ตรวจกระดาษคำตอบเอง โดยใช้แผนเฉลยคำตอบ (Key) พลาสติกที่เตรียมไว้พร้อมแล้ว การให้คะแนน กำหนดให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน ข้อตอบผิดให้ 0 คะแนน และข้อที่ไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนนเช่นกันทั้งสองชุด
5. นำคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับมาบันทึกลงในกระดาษสำหรับรวบรวมข้อมูลดิบเตรียมไว้เพื่อดำเนินการขั้นต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติต่าง ๆ ตามความมุ่งหมายของการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ เพื่อหาค่าสถิติส่วนใหญ่ โดยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ของหน่วยงานนั้น แต่ค่าสถิติบางส่วนผู้วิจัยได้

วิเคราะห์ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคำนวณฟรีเดน (Friden) จากสำนักงานทดสอบ
ทางการศึกษาและจิตวิทยา และจากโครงการวิจัยเลือกสรร วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร

ค่าสถิติที่ได้มาโดยเครื่องคอมพิวเตอร์

1. รายเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อย 9 ฉบับ โดยแยกตาม
สถานศึกษา และเพศ คำนวณได้จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน รายเฉลี่ยของคะแนน
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เป็นค่าที่บอกขนาด
หรือปริมาณการกระจายของคะแนนแต่ละกลุ่ม ถ้ามีค่ามากแสดงว่า คะแนนของนักเรียน
กลุ่มนั้นแตกต่างกันมาก ถ้ามีค่าน้อย แสดงว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน
การคำนวณค่านี้ ใช้สูตร

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

² Garrett, Henry L., Statistics in Psychology and Education,
p. 27.

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

เมื่อ	S	แทน	ค่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งชุด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวในชุดนั้น
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นค่าแสดง
ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน 2 ชุด คำนวณได้จากสูตร

4

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

เมื่อ	r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวในชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวในชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวในชุด X
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวในชุด Y
	$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนในชุด X และชุด Y แต่ละตัว
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

4. ค่าเบตาเวท (Beta - weight) เป็นค่าแสดงสัดส่วนของความสัมพันธ์
ระหว่างตัวพยากรณ์แต่ละตัว กับตัวเกณฑ์ ซึ่งก่อให้เกิดความสัมพันธ์ร่วมกันสูงที่สุดระหว่าง
ตัวพยากรณ์ทุกตัวกับตัวเกณฑ์แต่ละตัว ค่าเบตาเวทนี้ คำนวณได้จากสูตร

$$\beta_j = \sum_{i=1}^k r_{iy} \cdot r_{ij}^{-1}$$

5

⁴ Gullford, J.P., Fundamental Statistics in Psychology and Education, p. 159.

⁵ I.B.M., Scientific Subroutine Package, p. 26.

เมื่อ R_j	แทน	น้ำหนักเบตา ของตัวพยากรณ์ตัวที่ j
k	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์ทั้งหมด
1	แทน	ตัวพยากรณ์แต่ละตัวอาจมีค่าเท่ากับ 1, 2, 3, ... j
r_{1y}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 กับตัวเกณฑ์
r_{1j}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 กับตัวพยากรณ์ตัวที่ j

5. สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เป็นค่าแสดงความสัมพันธ์ที่สูงที่สุด ระหว่างตัวพยากรณ์หลายตัวรวมกันตามสัดส่วนที่เหมาะสม, กับตัวเกณฑ์ตัวหนึ่ง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ คำนวณได้จากสูตร

$$R^2 = \sum_{i=1}^k \beta_i r_{iy} \quad 6$$

เมื่อ R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
β_1	แทน	เบตาเวทของตัวพยากรณ์ตัวที่ 1
r_{1y}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ 1 กับตัวเกณฑ์

6. การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนน 2 ชุด โดยใช้เทคนิค t - test เพื่อทดสอบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนน 2 ชุดนั้น ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ การคำนวณค่า t ใช้สูตรดังนี้

$$(1) \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad 7$$

⁶ I.B.M., op. cit. p. 27.

⁷ Edwards, Allen L., Experimental Design in Psychological Research, p. 94.

เมื่อ	$\bar{X}_1$	แทน	รายเฉลี่ยของคะแนนชุดที่ 1
	$\bar{X}_2$	แทน	รายเฉลี่ยของคะแนนชุดที่ 2
	s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนชุดที่ 1
	s_2^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนชุดที่ 2
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนในชุดที่ 1
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนในชุดที่ 2

8

และ (2)
$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sum (x_1 - \bar{X}_1)^2 + \sum (x_2 - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	แทน	ผลต่างของรายเฉลี่ยของคะแนน 2 ชุด
	$\sum (x_1 - \bar{X}_1)^2$	แทน	ผลบวกของความแปรผันจากรายเฉลี่ย ของคะแนนชุดที่ 1
	$\sum (x_2 - \bar{X}_2)^2$	แทน	ผลบวกของความแปรผันจากรายเฉลี่ย ของคะแนนชุดที่ 2
	n_1 และ n_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำคะแนนในชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ตามลำดับ *

สถิติที่ได้มาโดยเครื่องคำนวณฟรีเดน (Friden)

7. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) สำหรับแบบทดสอบวัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ฉบับ คำนวณโดยหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแบบทดสอบครึ่งฉบับ (Split - half) แบบข้อคู่ - ข้อคี่ แล้วหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยสูตรของสเปียร์แมน - บราวน์ (Spearman - Brown formula) ดังนี้

9

$$r_{tt} = \frac{2r_{hh}}{1 + r_{hh}}$$

⁸ Freund, John E., Modern Elementary Statistics, p. 256.

* เมื่อ n_1 และ n_2 เป็นจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเล็ก (small sample)

⁹ Guilford, op. cit. p. 492.

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 r_{hh} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2
 คำนวณหาความเชื่อมั่นแบบ Rational equivalence โดยสูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{N s_t^2 - M(M - 1)}{s_t^2(N - 1)} \quad 10$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบนั้น
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบด้วยแบบทดสอบนั้น
 M แทน รายเฉลี่ยของคะแนนจากการสอบนั้น

8. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) ของแบบทดสอบ คำนวณโดยสูตร

$$SE_{\text{meas.}} = s_x \sqrt{1 - r_{tt}} \quad 11$$

¹⁰ Richardson, M.W., Kuder, C.F., "The Calculation of Test Reliability Coefficients Based Upon The Method of Rational Equivalence," Journal of Educational Psychology, 30 : 681 - 687 1939.

¹¹ Gulliksen, Harold, Theory of Mental Test, p. 63.

- เมื่อ $SE_{meas.}$ แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
 s_x แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการทดสอบด้วย
 แบบทดสอบนั้น
 r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
9. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสหสัมพันธ์พหุคูณ คำนวณได้จากสูตร

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{N - m}} \quad 12$$

- เมื่อ σ_R แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ R
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 m แทน จำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (ทั้งตัวพยากรณ์และตัวเกณฑ์)
10. ทดสอบนัยสำคัญของค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ ใช้ $F - test$ โดยสูตร

$$F = \frac{R^2(N - k - 1)}{k(1 - R^2)} \quad 13$$

- เมื่อ N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 k แทน จำนวนตัวพยากรณ์ที่ใช้
 R แทน ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณที่ต้องการทดสอบ

¹² Guilford, op. cit. p. 434.

¹³ Walker, Hellen M., Statistical Inference, p. 324.

ผลของการวิจัย

ในบทนี้จะได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งแปลผลตามความมุ่งหมายของการวิจัยในบทที่ 1 โดยจะดำเนินไปตามลำดับดังนี้

1. ผลการใช้แบบทดสอบวัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 3 ฉบับกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
2. เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละสถานศึกษาและแต่ละเพศ
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวแปรที่เป็นตัวพยากรณ์ และตัวแปรที่เป็นตัวเกณฑ์แต่ละตัว

สัญลักษณ์ อักษรย่อ และคำย่อ ที่ใช้ในการแปลผล

X	แทน	คะแนนดิบ (Raw score)	จากแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)	
s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)	
s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน (Variance)	
N , n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างรวมและกลุ่มย่อย	
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation)	
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation)	
β	แทน	น้ำหนักเบตา (Beta - weight)	
k	แทน	ค่าคงที่ใด ๆ (Constant)	
T-score	แทน	คะแนน T-normalized	
r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	
$SE_{meas.}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด	

บวก	แทน	แบบทดสอบทักษะในการบวก
ลบ	แทน	แบบทดสอบทักษะในการลบ
คูณ	แทน	แบบทดสอบทักษะในการคูณ
หาร	แทน	แบบทดสอบทักษะในการหาร
กำลัง	แทน	แบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง
กรณฑ์	แทน	แบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์
คณ. 1	แทน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1
คณ. 2	แทน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2
คณ. 3	แทน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3
ป.กศ.	แทน	นักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
กลุ่มรวม	แทน	กลุ่มตัวอย่างทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงรวมกัน
กลุ่มชาย	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชาย
กลุ่มหญิง	แทน	กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนหญิง
ตัวพยากรณ์	เป็น	แบบทดสอบวัดทักษะทั้ง 6 ฉบับที่ใช้ในการวิจัยนี้
ตัวเกณฑ์	เป็น	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับที่ใช้ในการวิจัยนี้
วค. บ้านสมเด็จ	หรือ	บ้านสมเด็จ แทน วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
วค. จันทระเกษม	หรือ	จันทระเกษม แทน วิทยาลัยครูจันทระเกษม
วค. พระนคร	หรือ	พระนคร แทน วิทยาลัยครูพระนคร
วค. ราชสีมา	หรือ	ราชสีมา แทน วิทยาลัยครูนครราชสีมา
วค. นครสวรรค์	หรือ	นครสวรรค์ แทน วิทยาลัยครูนครสวรรค์
วค. อุตรดิตถ์	หรือ	อุตรดิตถ์ แทน วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์
วค. พิบูลสงคราม	หรือ	พิบูลสงคราม แทน วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม
วค. สวรรคาม	หรือ	สวรรคาม แทน วิทยาลัยครูมหาสวรรคาม
วค. เชียงใหม่	หรือ	เชียงใหม่ แทน วิทยาลัยครูเชียงใหม่
วค. เทพสตรี	หรือ	เทพสตรี แทน วิทยาลัยครูเทพสตรี
วค. สงขลา	หรือ	สงขลา แทน วิทยาลัยครูสงขลา

วค. ยะลา	หรือ ยะลา	แทน วิทยาลัยครูยะลา
วค. อุดร	หรือ อุดร	แทน วิทยาลัยครูอุดรธานี
วค. อุบล	หรือ อุบล	แทน วิทยาลัยครูอุบลราชธานี
ผก. สกล	หรือ สกล	แทน โรงเรียนฝึกหัดครูสกลนคร
ผค. นครปฐม	หรือ นครปฐม	แทน โรงเรียนฝึกหัดครูนครปฐม
ผค. นครศรีฯ	หรือ นครศรีฯ	แทน โรงเรียนฝึกหัดครูนครศรีธรรมราช
ว. จอมบึง	หรือ จอมบึง	แทน วิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง

1.00 ผลการใช้แบบทดสอบ

เมื่อนำแบบทดสอบทั้ง 9 ฉบับ ไปสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างแล้ว นำคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละฉบับมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์พื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยวิเคราะห์แยกตามกลุ่มรวม กลุ่มชายและกลุ่มหญิง ของแต่ละสถานศึกษา และกลุ่มชายรวม กลุ่มหญิงรวมและกลุ่มรวมทั้งหมดของทุกสถานศึกษา ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1.10 ผลจากแบบทดสอบวัดทักษะในการบวก

สมรรถภาพด้านทักษะในการบวก ได้เสนอไว้ในตาราง 4 - 5 - 6 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวก ของนักเรียน
กลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	19.1346	50	5.4414	29.6089
วค. อุดรธานี	35	14.7143	45	4.9857	24.8571
วค. นครราชสีมา	41	16.3173	46	3.6431	13.2719
คค. สกลนคร	33	24.3939	56	4.7298	22.3712
วค. นครสวรรค์	50	20.6800	53	6.3098	39.8138
วค. อุตรดิตถ์	37	21.5405	53	6.8783	47.3107
วค. พิษณุโลก	39	8.2564	34	2.2909	5.2481
วค. เพชรบูรณ์	43	18.0930	48	4.2640	18.1816
คค. นครปฐม	50	19.0200	50	5.0970	25.9791
คค. นครศรีธรรมราช	47	18.2766	49	5.5783	31.1175
วค. สงขลา	26	35.6538	67	1.7422	3.0354
วค. ยะลา	45	29.6222	61	7.6968	59.2403
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	31.1538	62	5.6872	32.3441
วค. พระนคร	37	22.1351	53	4.0426	16.3423
วค. มหาสารคาม	30	15.9000	47	5.4161	29.3345
วค. เชียงใหม่	32	17.4063	47	4.4783	20.0554
ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	21.1176	52	5.0258	25.2584
วค. จันทบุรี	40	16.7250	47	4.8410	23.4352

จากตาราง 4 แสดงให้เห็นว่า สมรรถภาพด้านทักษะในการบวกนั้น นักเรียนของ วค. สงขลาทำคะแนนเฉลี่ยของทักษะในการบวกสูงสุดคือ 35.6538 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน รองลงมาได้แก่ วค. บ้านสมเด็จจคือ 31.1538 ส่วนนักเรียน วค. พิบูลสงครามทำคะแนนเฉลี่ยในค่านี้นต่ำที่สุดคือ 8.2564 นั่นคือพิสัยของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ระหว่าง 8.2564 ถึง 35.6538 และมีอยู่ถึง 10 สถานศึกษาที่ได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม สำหรับการกระจายของคะแนน นักเรียน วค. สงขลาและ วค. พิบูลสงคราม ต่างมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุดคือ 1.7422 และ 2.2909 ตามลำดับ ส่วน วค. ยะลา มีความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสูงสุดคือ 7.6968 ผลอันนี้ชี้ให้เห็นว่านักเรียนของ วค. สงขลา และ วค. พิบูลสงคราม ทางประกอบด้วยนักเรียนที่มีความรู้ใกล้เคียงกัน แต่โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนของ วค. สงขลาจะมีความสามารถในการบวก เห็นอกว่า วค. พิบูลสงคราม.

ตาราง 5. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวก ของนักเรียน
กลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	17.4063	47	5.6674	32.1199
วค. อุดรธานี	14	13.9286	44	4.1411	17.1483
วค. นครราชสีมา	23	15.6087	46	3.7988	14.4308
ผค. สกลนคร	21	23.0476	54	4.5769	20.9476
วค. นครสวรรค์	31	20.1935	51	6.3478	40.2946
วค. อุดรดิตถ์	29	21.2414	52	6.7064	44.9753
วค. พิบูลสงคราม	27	8.2222	34	2.2758	5.1795
วค. เทพสถิต	21	19.0952	50	4.2767	18.2905
ผค. นครปฐม	16	15.7500	46	4.5826	21.0000
ผค. นครศรีธรรมราช	37	18.7568	50	5.7947	33.5780
วค. สงขลา	11	35.0909	66	2.1192	4.4909
วค. ยะลา	21	25.3333	57	9.1561	83.8332
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	30.7857	63	4.4407	19.7198
วค. พระนคร	23	20.5714	52	3.9945	15.9560
วค. มหาสารคาม	20	14.5000	45	5.9303	35.1684
วค. เชียงใหม่	18	16.3333	46	3.4128	11.6471
ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	21.1176	52	5.0258	25.2584
วค. จันทรเกษม	12	15.3333	45	5.5650	30.9697

ตาราง 6. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการบวก ของนักเรียน
กลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	21.9000	54	3.7402	13.9895
วค. อุดรธานี	21	15.2381	45	5.5128	30.3905
วค. นครราชสีมา	18	17.2222	47	3.3176	11.0065
ผค. สกลนคร	12	26.7500	59	4.1806	17.4773
วค. นครสวรรค์	19	21.4737	53	6.3366	40.1520
วค. อุดรดิตถ์	8	22.6250	55	7.8547	61.6964
วค. พิบูลสงคราม	12	8.3333	35	2.4246	5.8788
วค. เทพสตรี	22	17.1364	46	4.1207	16.9805
ผค. นครปฐม	34	20.5588	52	4.6266	21.4055
ผค. นครศรีธรรมราช	10	16.5000	46	4.5031	20.2778
วค. สงขลา	15	36.0667	68	1.3345	1.7810
วค. ยะลา	24	33.3750	64	2.9900	8.9408
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	31.3600	63	6.3566	40.4066
วค. พระนคร	37	23.0870	54	3.8484	14.8103
วค. มหาสารคาม	10	16.3000	46	4.4734	20.0111
วค. เชียงใหม่	14	18.7857	50	5.3806	28.9505
ว. หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	17.3214	47	4.4726	20.0040

จากตาราง 5 และตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. ให้ความสำคัญที่มีทักษะในการบวกค่าสุดคือมีคะแนนเฉลี่ย 8.2222 และ 8.3333 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. ส่งขลิตางก็มีทักษะในการบวกสูงที่สุดคือ 35.0909 และ 36.0667 ในทำนองเดียวกัน ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของวิทยาลัยทั้งสองแห่งนี้ มีการกระจายของคะแนนค่า คือทำคะแนนใกล้เคียงกัน แต่ใกล้เคียงกันในคนละช่วงของ คะแนนเช่นเกี่ยวกับกลุ่มรวมของทั้งสองสถานศึกษานี้ ส่วนนักเรียนชายของ วค. ยะลาและนักเรียนหญิงของ วค. อุดรดิตถ์ ทางการเมืองการกระจายคะแนนสูงสุดเมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่น

1.20 ผลจากการใช้แบบทดสอบทักษะในการลบ

สมรรถภาพด้านทักษะในการลบ ได้เสนอไว้ในตาราง 7 - 8 - 9

ดังต่อไปนี้

ตาราง 7. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการดม ของนักเรียน
กลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	16.3654	48	5.7838	33.4520
วค. อุดรธานี	35	16.0571	47	4.6775	21.8790
วค. นครราชสีมา	41	14.9512	48	4.0184	16.1476
ผค. สกลนคร	33	20.8182	55	6.6683	44.4659
วค. นครสวรรค์	50	16.6800	49	5.5271	30.5486
วค. อุดรพิสัย	37	19.9189	53	7.5568	57.1321
วค. พิบูลสงคราม	39	8.4359	35	1.3138	1.7260
วค. เทพสตรี	43	19.0233	51	5.5954	31.3089
ผค. นครปฐม	50	15.0400	46	4.3329	18.7738
ผค. นครศรีธรรมราช	47	17.6383	51	7.7134	59.4967
วค. สงขลา	26	29.9231	65	5.7891	33.5138
วค. ยะลา	45	25.7111	61	7.9961	63.9373
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	26.9231	62	7.2851	53.0728
วค. พระนคร	37	21.6216	56	5.5545	30.8528
วค. มหาสารคาม	30	14.8667	48	5.9407	35.2919
วค. เชียงใหม่	32	18.2188	51	4.0698	16.5635
ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	17.0588	49	4.5189	20.4206
วค. จันทรเกษม	40	17.6500	51	5.4657	29.8743

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนของ วค. สงขลา มีทักษะในการลบสูงสุดคือ ใต้คะแนนเฉลี่ยเป็น 29.9231 ส่วนนักเรียน วค. พุมปี ฯ มีทักษะในการลบต่ำสุดคือ ใต้คะแนนเฉลี่ยเพียง 8.4359 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน และยังมีการกระจายของคะแนนต่ำ อีกด้วย คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 1.3138 เท่านั้น แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้ ทำคะแนนได้ใกล้เคียงกันในวงของคะแนนต่ำ สำหรับความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด เมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่นใดแก่ นักเรียนของ วค. ยะลา จัดว่าคะแนนของนักเรียนกลุ่มนี้ กระจุกกระจายกันมากซึ่งแสดงว่า นักเรียนของสถานศึกษานี้มีทักษะในการลบแตกต่างกัน หลายระดับ.

ตาราง 8. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการลบ ของนักเรียน
กลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดมราชธานี	32	14.6563	47	5.7283	32.8135
วค. อุดรธานี	14	15.5000	48	4.8158	23.1923
วค. นครราชสีมา	23	14.9565	48	4.0168	16.1344
ผค. สกลนคร	21	20.2857	54	5.5601	30.9142
วค. นครสวรรค์	31	16.2581	48	5.5315	30.5978
วค. อุดรดิตถ์	29	19.8276	53	6.9131	47.7906
วค. พิบูลสงคราม	27	8.5556	36	1.4500	2.1026
วค. เพชรบูรณ์	21	19.7143	53	5.9426	35.3143
ผค. นครปฐม	16	14.1250	45	4.4852	20.1166
ผค. นครศรีธรรมราช	37	18.5676	52	7.4927	56.1411
วค. สงขลา	11	29.8182	65	4.8748	23.7636
วค. ยะลา	21	24.1905	58	8.7041	75.7618
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	25.2143	60	7.5159	56.4889
วค. พระนคร	23	18.8571	52	5.0969	25.9780
วค. มหาสารคาม	20	14.5000	47	6.5010	42.2632
วค. เชียงใหม่	18	18.9444	53	4.1794	17.4673
ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	17.0588	49	4.5189	20.4206
วค. จันทรวงษ์	12	17.0833	49	5.9154	34.9924

ตาราง 9. การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการลบ ของนักเรียน
กลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	19.1000	51	4.8439	23.4631
วค. อุดรธานี	21	16.4286	48	4.6645	21.7571
วค. นครราชสีมา	18	14.9444	48	4.1370	17.1144
ผค. สกลนคร	12	21.7500	56	8.4652	71.6590
วค. นครสวรรค์	19	17.3684	50	5.5997	31.3567
วค. อุดรดิตถ์	8	20.2500	54	10.1242	102.4999
วค. พิบูลสงคราม	12	8.1667	35	0.9374	0.8788
วค. เทพสตรี	22	18.3636	51	5.2964	28.0519
ผค. นครปฐม	34	15.4706	47	4.2586	18.1355
ผค. นครศรีธรรมราช	10	14.2000	47	7.9274	62.8444
วค. สงขลา	15	30.0000	64	6.5465	42.8571
วค. ยะลา	24	27.0417	61	7.2441	52.4764
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	27.8800	63	7.1258	50.7766
วค. พระนคร	37	23.3043	58	5.2261	27.3122
วค. มหาสารคาม	10	15.6000	48	4.8580	23.6000
วค. เชียงใหม่	14	18.2857	51	3.8716	14.9890
ว. หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	17.8929	52	5.3565	28.6918

จากข้อมูลในตาราง 8 และตาราง 9 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. สงขลาทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการลบได้สูงด้วยกันคือ 29.8182 และ 30.0000 ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามนักเรียนทั้งชายและหญิงของ วค. วิทยุสงครามที่ทำคะแนนเฉลี่ยได้ต่ำคือ 8.5556 และ 8.1667 ตามลำดับ นับว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงทั้งสองสถานศึกษานี้ มีสมรรถภาพด้านทักษะในการลบต่างกัน ส่วนการกระจายของคะแนนนั้น นักเรียนชายของ วค. ยะลา และนักเรียนหญิงของ วค. อุดรดิต์ทำคะแนนกระจายกันสูงทั้งสองแห่งคือ 8.7040 และ 10.1242 ตามลำดับ สำหรับนักเรียนของ วค. วิทยุฯ ทำคะแนนกระจุกกระจายกันน้อยมากทั้งชายและหญิงคือ มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 1.4500 และ 0.9374 เท่านั้น ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้ทำคะแนนได้ใกล้เคียงกันในช่วงของคะแนนที่ต่ำ

1.30 ผลการใช้แบบทดสอบทักษะในการคูณ

สมรรถภาพด้านทักษะในการคูณ ได้เสนอไว้ในตาราง 10 - 11 - 12

ดังต่อไปนี้

ตาราง 10. การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการรู้ของนักเรียน
กลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	50	9.6538	44	4.8945	23.9563
วค. อุดรธานี	35	14.5714	52	5.7970	33.6050
วค. นครราชสีมา	41	11.6098	47	4.1041	16.8439
ผค. สกลนคร	33	13.3939	49	4.5065	20.3087
วค. นครสวรรค์	50	14.3800	51	4.8609	23.6282
วค. อุดรคิตติ	37	17.7297	57	7.2328	52.3738
วค. พิบูลสงคราม	39	21.9874	64	6.0559	36.6734
วค. เพชรบุรี	43	15.7442	51	5.0242	25.2425
ผค. นครปฐม	50	15.5800	50	4.9243	24.2458
ผค. นครศรีธรรมราช	47	13.2128	49	5.0127	25.1276
วค. สงขลา	26	21.6154	63	8.4809	71.9262
วค. ยะลา	45	16.7556	56	7.6964	59.2343
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	16.2821	54	5.7945	33.5762
วค. พระนคร	37	14.0811	50	3.7593	14.1321
วค. มหาสารคาม	30	9.9000	45	3.9944	15.9552
วค. เชียงใหม่	32	13.3750	49	3.6078	13.0161
ว. หนองบัวลำภู	34	13.9706	52	4.5293	20.5143
วค. จันทบุรี	40	16.1250	53	4.7458	22.5224

จากข้อมูลในตาราง 10 นักเรียนของ วค. พิบูลย์ ๓๓ มีทักษะในการคูณสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเป็น 21.9874 ส่วนนักเรียนของ วค. อุบลราชธานี มีทักษะในการคูณต่ำสุด เพราะปรากฏคะแนนเฉลี่ยเพียง 9.6538 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยของทักษะการคูณของนักเรียน วค. สงขลาใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน วค. พิบูลย์ ๓๓ คือ 21.6154 สถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก ส่วนการกระจายของคะแนนนั้น นักเรียน วค. สงขลา มีการกระจายคะแนนมาก คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.4809 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างนี้ทำคะแนนแตกต่างกันมาก การกระจายของคะแนนต่ำสุดได้แก่ วค. เชียงใหม่ โดยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.6078 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 13.3750 แสดงว่าคะแนนใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มของคะแนนระดับนี้

ตาราง 11. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการคูณ ของนักเรียน
กลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	8.3125	39	4.7345	22.4153
วค. อุดรธานี	14	11.1429	46	4.4869	20.1318
วค. นครราชสีมา	23	11.0870	45	4.2417	17.9921
คค. สกลนคร	21	13.7619	51	4.8260	23.2904
วค. นครสวรรค์	31	13.6774	51	4.3695	19.0925
วค. อุดรคิตก	29	16.6897	55	6.7459	45.5073
วค. พิบูลสงคราม	27	21.7407	63	6.0548	36.6609
วค. เทพสตรี	21	13.4762	50	5.4371	29.5619
คค. นครปฐม	16	12.9375	51	5.1958	26.9958
คค. นครศรีธรรมราช	37	12.8919	50	5.2323	27.3769
วค. สงขลา	11	21.4545	62	7.886	62.0726
วค. ยะลา	21	13.0000	49	6.5727	43.1999
วค. บ้านสมเด็จพระเจ้าพระยา	14	15.4286	53	6.1233	37.4945
วค. พระนคร	23	12.7857	50	3.1908	10.1813
วค. มหาสารคาม	20	9.6500	44	4.0298	16.2394
วค. เวียงไทม	18	12.2778	48	3.4094	12.6242
ว. หมู่บ้านจอมบึง	34	13.9706	52	4.5293	20.5143
วค. จันทรวงษ์	12	13.5000	50	3.6307	13.1818

ตาราง 12. การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการคูณ ของนักเรียน
กลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	11.8000	48	4.4556	19.8526
วค. อุดรธานี	21	16.8571	56	5.5071	30.3285
วค. นครราชสีมา	18	12.2778	48	3.9378	15.5065
ผค. สกลนคร	12	12.7500	50	4.0028	16.0227
วค. นครสวรรค์	19	15.5263	54	5.5012	30.2631
วค. อุดรดิตถ์	8	21.5000	62	8.1416	66.2857
วค. พิบูลสงคราม	12	22.2500	63	6.3120	39.8409
วค. เทพสถิต	22	14.0000	50	4.7107	22.1905
ผค. นครปฐม	34	13.8824	51	4.8415	23.4403
ผค. นครศรีธรรมราช	10	14.4000	51	4.1150	16.9333
วค. สงขลา	15	21.7333	63	9.1688	84.0667
วค. ยะลา	24	20.0417	59	7.1838	51.6069
วค. บ้านฉมเค็จเจ้าพระยา	25	16.7600	56	5.6736	32.1900
วค. พระนคร	37	14.8696	53	3.9232	15.3913
วค. มหาสารคาม	10	10.4000	45	4.0879	16.7111
วค. เชียงใหม่	14	14.7857	53	3.4681	12.0275
ว. หมู่บ้านจอมบึง	-	-	-	-	-
วค. จันทพรเกษม	28	17.2500	56	4.7736	22.7870

จากข้อมูลในตาราง 11 และตาราง 12 ชี้ให้เห็นว่า ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. พิษณุ 7 มีทักษะในการคูณสูงปาน ๆ กัน และสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่น คือมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 21.9874 และ 22.2500 ตามลำดับ นักเรียนชาย วค. อุบลราชธานี และนักเรียนหญิงมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาด่านซ้าย มีทักษะคำนวณต่ำ คือมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 8.3125 และ 10.4000 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. สงขลา มีการกระจายของคะแนนสูง คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.8786 และ 9.1688 ตามลำดับ ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของทั้งสองเพศของกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันมาก และเกือบจะเท่ากับรายเฉลี่ยสูงสุดในทั้งสองเพศ จักว่าเป็นแบบฉบับของการทำคะแนนที่ ส่วน วค. พระนครศรีอยุธยา และ วค. เชียงใหม่ นักเรียนทั้งสองเพศมีการกระจายของคะแนนต่ำ คือทำคะแนนได้ใกล้เคียงกัน โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12 คะแนนถึง 15 คะแนน แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิงมากกว่าของนักเรียนชายในทั้งสองสถานศึกษา.

1.40 ผลการใช้แบบทดสอบทักษะในการหาร

สมรรถภาพด้านทักษะในการหาร ได้เสนอไว้ในตาราง 13 - 14 - 15

ดังต่อไปนี้

ตาราง 13. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการหาร ของนักเรียน
กลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	12.6154	52	5.1343	26.3590
วค. อุดรธานี	35	10.9143	51	4.4217	19.5513
วค. นครราชสีมา	41	7.0000	39	2.5593	6.5500
ผค. สกลนคร	33	13.3030	54	3.9090	15.2803
วค. นครสวรรค์	50	13.2600	54	4.5437	20.6453
วค. อุตรดิตถ์	37	13.7027	56	3.7407	13.9925
วค. พิบูลสงคราม	39	19.6154	65	4.9397	24.4008
วค. เทพสตรี	43	10.5581	50	3.6535	13.3477
ผค. นครปฐม	50	12.3600	52	4.1046	16.8473
ผค. นครศรีธรรมราช	47	12.6596	52	4.7926	22.9685
วค. สงขลา	26	13.9231	57	6.2285	38.7938
วค. ยะลา	45	11.0222	49	4.8218	23.2495
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	11.6667	52	3.3430	11.1754
วค. พระนกร	37	14.9459	58	3.2994	10.8859
วค. มหาสารคาม	30	9.3667	46	3.1566	9.9644
วค. เขียวใหม่	32	8.8750	47	2.2252	4.9516
ว. หนองบัวลำภู	34	15.2353	56	3.8695	14.9732
วค. จันทระเกษม	40	10.8500	51	3.7317	13.9256

จากข้อมูลในตาราง 13 แสดงว่า นักเรียนของ วค. ทัพุด ๗ มีทักษะในการหารสูงกว่า นักเรียนในสถานศึกษาอื่น โดยมีคะแนนเฉลี่ย 19.6154 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ส่วนนักเรียน วค. ราชสีมา มีทักษะในการหารต่ำที่สุด คือมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 7.0000 ถึง 15 คะแนน ส่วนการกระจายของคะแนนนี้ นักเรียน วค. สงขลา มีการกระจายมากที่สุด คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 6.2285 และ วค. เชียงใหม่ มีการกระจายคะแนนต่ำที่สุด คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.2252 และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 8.8750 ซึ่งใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน วค. ราชสีมา และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานก็ใกล้เคียงกันด้วย ซึ่งให้เห็นว่า คะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้เกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วงของคะแนนต่ำพอ ๆ กัน.

ตาราง 14. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการทหาร ของนักเรียน
กลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	11.3750	51	4.7502	22.5645
วค. อุดรธานี	14	10.4286	49	4.1271	17.0329
วค. นครราชสีมา	23	7.0435	39	2.9615	8.7707
ผก. สกลนคร	21	12.6190	53	2.8719	8.2476
วค. นครสวรรค์	31	12.8710	54	4.7028	22.1161
วค. อุตรดิตถ์	29	14.0690	54	3.5650	12.8522
วค. พิบูลสงคราม	27	20.3333	66	4.6904	22.0000
วค. เพชรบุรี	21	10.9048	51	3.6593	13.3905
ผก. นครปฐม	16	11.4375	51	3.5771	12.7958
ผก. นครศรีธรรมราช	37	12.8108	53	4.8410	23.4354
วค. สงขลา	11	16.0909	57	5.2241	27.2909
วค. ยะลา	21	12.4286	52	5.1920	26.9571
วค. บานสมเด็จเจ้าพระยา	14	11.2143	50	2.9659	8.7967
วค. พระนครศรีอยุธยา	23	13.7857	56	3.4902	12.1813
วค. มหาสารคาม	20	9.2500	45	3.3226	11.0395
วค. เชียงใหม่	18	8.7778	46	2.5101	6.3007
ว. หนองบัวลำภู	34	15.2353	56	3.8695	14.9732
วค. จันทบุรี	12	10.5833	50	4.2738	18.2651

ตาราง 15. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการหา ของนักเรียน
กลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	14.6000	56	15.2154	27.2000
วค. อุดรธานี	21	11.2381	50	14.6787	21.8904
วค. นครราชสีมา	18	6.9444	43	2.0138	4.0556
ผค. สกลนคร	12	14.5000	56	5.1962	27.0000
วค. นครสวรรค์	19	13.8947	57	14.3191	18.6549
วค. อุดรดิตถ์	8	12.3750	52	4.2405	17.9821
วค. พิบูลสงคราม	12	18.0000	61	5.3087	28.1818
วค. เทพสตรี	22	10.2273	48	3.7024	13.7078
ผค. นครปฐม	34	12.7941	53	14.3119	18.5927
ผค. นครศรีธรรมราช	10	12.1000	50	4.8178	23.2111
วค. สงขลา	15	12.3333	51	6.5864	43.3809
วค. ยะลา	24	9.7917	48	4.2012	17.6504
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	11.9200	53	3.5698	12.7433
วค. พระนคร	37	15.6522	57	3.0393	9.2371
วค. มหาสารคาม	10	9.6000	47	2.9515	8.7111
วค. เชียงใหม่	14	9.0000	44	1.8811	3.5385
ว. หนุมานจอมบึง	-	-	-	-	-
วค. จันทระเกษม	28	10.9643	52	3.5536	12.6283

จากข้อมูลในตาราง 14 และตาราง 15 แสดงว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. นิบุรี ฯ มีทักษะในการหารสูงกว่าสถานศึกษาอื่น คือมีคะแนนเฉลี่ย 20.3333 และ 18.0000 ตามลำดับ ตรงกันข้าม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. ราชสีมามีทักษะในการหารต่ำสุดพอ ๆ กัน คือมีคะแนนเฉลี่ย 7.0435 และ 6.9444 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนทั้งสองสถานศึกษานี้มีทักษะในการหารต่างกันมาก ส่วนการกระจายของคะแนน ปรากฏว่า นักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. สงขลา มีการกระจายคะแนนมาก และนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของ วค. เชียงใหม่ มีการกระจายของคะแนนต่ำสุดคือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 2.5101 และ 1.8811 ตามลำดับเท่านั้น นับได้ว่านักเรียนกลุ่มนี้ทำคะแนนได้ใกล้เคียงกันทั้งชายและหญิงและเกาะกลุ่มกัน อยู่ในช่วงของคะแนนต่ำ เพราะทั้งสองเพศมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 8.7778 และ 9.0000 เท่านั้น.

1.50 ผลการใช้แบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง

สมรรถภาพด้านทักษะในการยกกำลังได้เสนอไว้ในตาราง 16 - 17 - 18

ดังต่อไปนี้

ตาราง 16. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง ของนักเรียน
กลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	20.5769	53	6.3008	39.6998
วค. อุดรธานี	35	18.7714	51	4.9887	24.8874
วค. นครราชสีมา	41	18.1220	49	5.1585	26.6097
ผค. สกลนคร	33	18.9394	52	5.1474	26.4962
วค. นครสวรรค์	50	17.4800	48	6.0110	36.1322
วค. อุดรพิสัย	37	20.1081	52	6.9673	48.5435
วค. พิบูลสงคราม	39	24.4872	59	6.6208	43.8353
วค. เทพสตรี	43	17.0930	47	4.8639	23.6578
ผค. นครปฐม	50	18.3400	48	5.0935	25.9432
ผค. นครศรีธรรมราช	47	17.5532	48	7.7790	60.5133
วค. สงขลา	26	19.1154	51	6.5197	42.5061
วค. ยะลา	45	13.0667	41	7.8289	61.2909
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	18.8205	51	6.4964	42.2037
วค. พระนคร	37	24.4595	59	4.8739	23.7552
วค. มหาสารคาม	30	17.4333	48	6.1570	37.9092
วค. เชียงใหม่	32	15.7188	46	3.8035	14.4667
ว. หนองจอก	34	16.8235	48	4.9755	24.7558
วค. จันทบุรี	40	20.4750	53	5.2623	27.6917

จากข้อมูลในตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนของ วค. พิบูลย์ฯ และ วค. พระนคร มีทักษะในการยกกำลังสูงกว่านักเรียนของสถานศึกษาอื่นคือ มีคะแนนเฉลี่ยเป็น 24.4872 และ 24.4595 ตามลำดับ แต่นักเรียน วค. ยะลา มีทักษะในการยกกำลังต่ำกว่านักเรียนของสถานศึกษาอื่น คือมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 13.0667 เห็นได้ชัดว่าคะแนนของแบบทดสอบฉบับนี้มีพิสัยแคบคือ อยู่ระหว่าง 13.0667 ถึง 24.4872 เท่านั้น นักเรียน วค. เชียงใหม่มีการกระจายของคะแนนต่ำสุด คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.8035 ส่วนนักเรียน วค. ยะลา ที่โคะคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด แต่กลับมีการกระจายของคะแนนสูงกว่าสถานศึกษาอื่น คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 7.8289 ซึ่งให้เห็นว่า แม้ในกลุ่มนี้จะมีคะแนนกระจายกันมากกว่ากลุ่มอื่น แต่ก็เป็นการกระจายในช่วงคะแนนต่ำ

ตาราง 17. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง ของนักเรียน
กลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุบลราชธานี	32	18.7188	51	6.5463	42.8538
วค. อุตรธานี	14	17.2143	48	5.2941	28.0274
วค. นครราชสีมา	23	17.3043	48	4.9949	24.9486
วค. สกลนคร	21	19.0476	51	4.3872	19.2476
วค. นครสวรรค์	31	17.1290	47	6.0594	36.7161
วค. อุตรดิตถ์	29	20.1379	52	6.1860	38.2660
วค. พิจิตรสงคราม	27	24.4444	59	6.3022	39.7179
วค. เทพสตรี	21	16.8571	48	4.8300	23.3285
วค. นครปฐม	16	17.9375	50	5.7789	33.3958
วค. นครศรีธรรมราช	37	17.1351	47	7.7579	60.1756
วค. สงขลา	11	15.6364	46	5.7319	32.8545
วค. ยะลา	21	14.1905	44	8.5885	73.7619
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	19.7857	53	5.5771	31.1043
วค. พระนกร	23	23.0000	57	4.8990	24.0000
วค. มหาสารคาม	20	16.3000	47	6.3669	40.5368
วค. เชียงใหม่	18	15.8333	46	3.6982	13.6774
ว. หนองบัวลำภู	34	16.8235	48	4.9755	24.7558
วค. จันทราเกษม	12	17.2500	48	5.8485	34.2045

ตาราง 18. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง ของนักเรียน
กลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	23.5500	58	4.6394	21.5237
วค. อุดรธานี	21	19.8095	53	4.6111	21.2619
วค. นครราชสีมา	18	19.1667	51	5.3165	28.2647
ผก. สกลนคร	12	18.7500	51	6.4825	42.0226
วค. นครสวรรค์	19	18.0526	49	6.0505	36.6082
วค. อุดรดิตถ์	8	20.0000	52	9.8271	96.5713
วค. พิบูลสงคราม	12	24.5833	59	7.5854	57.5378
วค. เทพสตรี	22	17.3182	48	4.9989	24.9892
ผค. นครปฐม	34	18.5294	50	4.8194	23.2264
ผค. นครศรีธรรมราช	10	19.1000	51	8.0753	65.2111
วค. สงขลา	15	21.6667	56	5.9960	35.9523
วค. ยะลา	24	12.0833	39	7.1379	50.9492
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	18.2800	50	7.0090	49.1266
วค. พระนคร	37	25.3478	60	4.7445	22.5098
วค. มหาสารคาม	10	19.7000	53	5.2926	28.0111
วค. เชียงใหม่	14	15.5714	46	4.0708	16.5714
ว. หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	21.8571	56	4.4114	19.4603

จากข้อมูลในตาราง 17 และตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนของ วค. พินุดสงครามมีทักษะในการยกกำลังสูงกว่านักเรียนกลุ่มอื่นทั้งชายและหญิง โดยมีคะแนนเฉลี่ย เกือบเท่ากัน คือ 24.4444 และ 24.5833 ในทางตรงข้ามนักเรียนทั้งชายและหญิงของ วค. ยะลา มีทักษะในการยกกำลังค่อนข้างต่ำ คือมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 14.1905 และ 12.0833 ตามลำดับ แต่นักเรียนชาย วค. ยะลา มีการกระจายคะแนนมากกว่าสถานศึกษา อื่นในเพศเดียวกัน แต่ก็ยังกระจายไม่มากเท่านักเรียนหญิงของ วค. อุดรดิตถ์ ส่วนการกระจายคะแนนของนักเรียนทั้งชายและหญิงของ วค. เชียงใหม่ต่ำที่สุด คือมีความเบี่ยงเบน มาตรฐานเป็น 3.6982 และ 4.0708 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อดูคะแนนเฉลี่ยโดยทั่วไป ของทั้งหญิงและชายแล้ว ไม่ค่อยแตกต่างกันมากสำหรับทุกสถานศึกษา และมีค่าสูงกว่าคะแนน เฉลี่ยของแบบทดสอบอื่น ๆ ที่ผ่านมา

1.60 ผลการใช้แบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์

สมรรถภาพด้านทักษะในการถอดกรณฑ์ ได้เสนอไว้ในตาราง 19 - 20 - 21 ดังต่อไปนี้

ตาราง 19. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรรมที่ ของ
นักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรธานี	52	10.6731	48	4.0715	16.5773
วค. อุดรธานี	35	11.7714	51	5.1168	26.1815
วค. นครราชสีมา	41	9.8780	47	4.1725	17.4097
ผค. สกลนคร	33	13.7273	55	4.4319	19.6420
วค. นครสวรรค์	50	12.3400	51	4.5473	20.6779
วค. อุดรธานี	37	12.3514	51	4.4921	20.1786
วค. พิบูลสงคราม	39	16.3333	58	4.2136	17.7543
วค. เพชรบุรี	43	10.3953	47	4.0658	16.5304
ผค. นครปฐม	50	14.5400	56	4.4180	19.5188
ผค. นครศรีธรรมราช	47	10.9362	49	4.1041	16.8437
วค. สงขลา	26	11.6538	51	6.5497	42.8754
วค. ยะลา	45	10.5111	47	5.0210	25.2101
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	14.8974	56	4.6385	21.5155
วค. พระนครศรีอยุธยา	37	15.5135	57	3.0788	9.4790
วค. มหาสารคาม	30	11.6333	51	3.7277	13.8954
วค. เชียงใหม่	32	7.4375	41	3.8264	14.6411
ว. หนองบัวลำภู	34	13.2941	53	3.6559	13.3654
วค. จันทบุรี	40	12.4500	52	3.9023	15.2282

จากข้อมูลในตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนของ วค. พิษณุโลก มีทักษะในการถอดรหัสดูสูงกว่าสถานศึกษาอื่น คือมีคะแนนเฉลี่ย 16.3333 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ส่วนนักเรียนของ วค. เชียงใหม่ มีทักษะในการถอดรหัสดูต่ำที่สุดคือมีคะแนนเฉลี่ย 7.4375 เท่านั้น ซึ่งให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ก็ยังมีผลอยู่ระหว่าง 7.4375 ถึง 16.3333 เท่านั้น ส่วนการกระจายของคะแนน นักเรียนของ วค. สงขลา มีการกระจายของคะแนนสูงสุดคือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.5497 แต่นักเรียน วค. พระนครศรีอยุธยา มีการกระจายคะแนนต่ำสุดคือ 3.0788 ทั้ง ๆ ที่มีคะแนนเฉลี่ยเกือบเท่ากับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดของ วค. พิษณุโลกคือ 15.5135 ซึ่งให้เห็นว่า แบบทดสอบชุดนี้ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทำคะแนนเกาะกลุ่มกันอยู่ในช่วงคะแนนต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม

ตาราง 20. การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรรมของ
นักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	10.1250	46	4.1015	16.8226
วค. อุดรธานี	14	9.8571	47	4.6220	21.3626
วค. นครราชสีมา	23	10.2174	46	4.0447	16.3597
ผค. สกลนคร	21	12.2381	51	3.5200	12.3905
วค. นครสวรรค์	31	12.2258	51	5.3148	28.2473
วค. อุตรดิตถ์	29	12.5862	52	4.5866	21.0369
วค. พิบูลสงคราม	27	16.4444	59	4.6105	21.2564
วค. เพชรบุรี	21	10.2381	46	5.0981	25.9904
ผค. นครปฐม	16	14.6250	56	5.2899	27.8933
ผค. นครศรีธรรมราช	37	10.9189	49	4.0096	16.0766
วค. สงขลา	11	11.2727	49	7.0724	50.0182
วค. ยะลา	21	13.1429	53	4.1023	16.8285
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	16.4286	59	5.2582	27.6483
วค. พระนคร	23	15.4286	57	2.4088	5.8022
วค. มหาสารคาม	20	11.7000	51	3.5407	12.5368
วค. เชียงใหม่	18	8.2222	42	3.7030	13.7124
ว. หนองบัวลำภู	34	13.2941	53	3.6559	13.3654
วค. จันทบุรี	12	10.6667	48	4.2068	17.6969

ตาราง 21. การสัณนิษฐานของแบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรรมของ
นักเรียนกลุ่มหนึ่ง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรธานี	20	11.5500	50	4.6394	21.5237
วค. อุดรธานี	21	13.0476	52	5.1330	27.8142
วค. นครราชสีมา	18	9.4444	45	4.4088	19.4379
คค. สกลนคร	12	16.3333	58	4.7927	22.9697
วค. นครสวรรค์	19	12.5263	52	3.0252	9.1520
วค. อุดรธานี	8	11.5000	50	4.3095	18.5714
วค. พิษณุโลก	12	16.0833	57	3.3155	10.9924
วค. เทพสตรี	22	10.5455	47	2.8740	8.2597
คค. นครปฐม	34	14.5000	56	4.0321	16.2576
คค. นครศรีธรรมราช	10	11.0000	48	4.6667	21.7778
วค. สงขลา	15	11.9333	52	6.3748	40.6380
วค. ยะลา	24	8.2083	42	4.6623	21.7373
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	14.0400	54	4.1178	16.9566
วค. พระนกร	37	15.5652	57	3.4749	12.0751
วค. มหาสารคาม	10	11.5000	50	4.2753	18.2778
วค. เชียงใหม่	14	6.4286	40	3.8772	15.0330
ว. หมู่บ้านจอมบึง	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	13.2143	53	3.5731	12.7072

จากข้อมูลในตาราง 20 และตาราง 21 แสดงให้เห็นว่า ไม่ว่านักเรียนชายหรือนักเรียนหญิงของ วค. พบว่าโลกต่างก็มีทักษะในการถอดกรรมที่สูงพอ ๆ กัน คือมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 16.4444 และ 16.0833 ตามลำดับ และนักเรียนใน วค. เชียงใหม่ มีทักษะในการถอดกรรมทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิง คือได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 8.2222 และ 6.4286 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนของ วค. สงขลา มีการกระจายของคะแนนสูงกว่าสถานศึกษาอื่น ทั้งนักเรียนชายและหญิง และนักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนเฉลี่ยเกือบเท่ากันคือ 11.2727 และ 11.9333 ตามลำดับ ในทางตรงข้ามนักเรียนชายของ วค. พระนคร และนักเรียนหญิงของ วค. นครสวรรค์ ต่างมีการกระจายคะแนนต่ำเช่นเดียวกัน คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.4088 และ 2.8740 ตามลำดับ.

1.70 ผลการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง ตัวเงิน หุ้น และการแก้สมการชนิดต่าง ๆ การสถิติพื้นฐานที่ได้จากการใช้แบบทดสอบฉบับนี้ ปรากฏในตาราง 22 - 23 - 24 ดังต่อไปนี้

การวาง 22. การสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุมลราชธานี	52	12.2885	51	3.1519	9.9348
วค. อุดรธานี	35	13.0000	52	4.8142	23.1765
วค. นครราชสีมา	41	13.9512	56	4.1840	16.1476
ผค. สกลนคร	33	11.4848	50	3.4107	11.6326
วค. นครสวรรค์	50	10.5600	48	2.8796	8.2922
วค. อุตรดิตถ์	37	11.0000	48	3.4801	12.1111
วค. พิบูลสงคราม	39	10.4359	47	3.0157	9.1945
วค. เทพสตรี	43	11.8605	51	3.8766	15.0277
ผค. นครปฐม	50	13.2800	53	3.4702	12.0414
ผค. นครศรีธรรมราช	47	12.0851	50	3.8155	14.5578
วค. สงขลา	26	13.5385	54	3.4783	12.0985
วค. ยะลา	45	15.3556	56	5.1397	26.4161
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	8.7436	45	2.7117	7.3536
วค. พระนคร	37	13.5405	54	4.3754	19.1441
วค. มหาสารคาม	30	9.4667	45	3.0708	9.4299
วค. เวียงใหม่	32	12.3750	52	3.7309	13.9193
ว. หนองบัวลำภู	34	8.4706	43	2.9566	8.7415
วค. จันทบุรี	40	12.8500	53	3.8334	14.6949

จากข้อมูลใน ตาราง 22 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของ
 วค. ยะลามีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 15.3556 รองลงมาได้แก่ วค. นครราชสีมา และ วค.—
 พระนคร ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 13.95 และ 13.54 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียน วค.—
 ยะลามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ตัวเงิน หุน และการแก้สมการต่าง ๆ
 สูงกว่า สถานศึกษาอื่น ๆ ส่วนนักเรียนของ ว. หมู่บ้านจอมบึง และ วค. บ้านสมเด็จเจ้า
 พระยามีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ 8.4706 และ 8.7436 ตามลำดับ ซึ่งให้เห็นว่า นักเรียน
 ทั้งสองกลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องเหล่านี้ต่ำ นอกจากนั้นข้อมูลยังแสดงให้เห็นว่า
 เฉพาะนักเรียน วค. ยะลาเท่านั้นที่มีคะแนนเฉลี่ยถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มก่อนนั้นต่ำกว่า
 ครึ่งหนึ่ง แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวเงิน หุน และการแก้
 สมการต่าง ๆ ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างยังอยู่ในระดับต่ำ และจากการกระจายของคะแนน
 ที่สูงที่สุด และต่ำสุดของนักเรียน วค. อุดรธานี และ วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา เห็นได้
 จากค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4.8142 และ 2.7117 ตามลำดับ นอกจากนั้นยังบ่ง
 ชี้ว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้ทำคะแนนไม่กระจายกันเลย.

ตาราง 23. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	11.3750	52	3.0347	9.2097
วค. อุดรธานี	14	11.0714	50	3.3389	11.1483
วค. นครราชสีมา	23	13.6957	57	4.4766	20.0395
ผค. สกลนคร	21	11.5238	49	3.6690	13.4619
วค. นครสวรรค์	31	10.1613	48	3.2052	10.2731
วค. อุดรดิตถ์	29	10.3793	49	3.2778	10.7438
วค. พิบูลสงคราม	27	9.5185	47	2.4709	6.1054
วค. เพชรบุรี	21	11.9048	54	4.4486	19.7905
ผค. นครปฐม	16	14.0625	56	2.6196	6.8625
ผค. นครศรีธรรมราช	37	12.4324	54	3.9479	15.5856
วค. สงขลา	11	13.6364	57	3.3845	11.4545
วค. ยะลา	21	12.4762	54	5.2499	27.5619
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	8.7857	45	2.0069	4.0275
วค. พระนคร	23	12.5000	54	4.0144	16.1154
วค. บิดาสารคาม	20	9.5000	46	2.2124	4.8947
วค. เชียงใหม่	18	12.4444	54	3.8382	14.7320
ว. หนองบัวลำภู	34	8.4706	43	2.9566	8.7415
วค. จันทบุรี	12	12.3333	53	4.2283	17.8788

ตาราง 24. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	20	13.7500	57	2.8261	7.9868
วค. อุดรธานี	21	14.2857	57	5.2739	27.8142
วค. นครราชสีมา	18	14.2778	57	3.4438	11.8595
ผค. สกลนคร	12	11.4167	52	3.0588	9.3560
วค. นครสวรรค์	19	11.2105	51	2.1751	4.7310
วค. อุดรพิสัย	8	13.2500	55	3.4538	11.9286
วค. พิบูลสงคราม	12	12.5000	54	3.2051	10.2727
วค. เทพสตรี	22	11.8182	54	3.3472	11.2034
ผค. นครปฐม	34	12.9118	56	3.7849	14.3253
ผค. นครศรีธรรมราช	10	10.8000	51	3.1198	9.7333
วค. สงขลา	15	13.4667	54	3.6619	13.4095
วค. ยะลา	24	17.8750	66	3.5178	12.3750
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	8.7200	45	3.0757	9.4600
วค. พระนคร	37	14.1739	57	4.5492	20.6956
วค. มหาสารคาม	10	9.4000	46	4.4771	20.0444
วค. เชียงใหม่	14	12.2857	53	3.7299	13.9121
ว. หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	13.1714	54	3.7111	13.7725

จากข้อมูลในตาราง 23 และตาราง 24 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชายของ ผก. นครปฐม และนักเรียนหญิง วค. ยะลา มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่น คือมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 14.0625 และ 17.8750 ตามลำดับ และเห็นได้ว่า คะแนนเฉลี่ยสูงสุดของนักเรียนหญิง วค. ยะลา ยังสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดของนักเรียนชาย ผก. นครปฐม อีกด้วย ในด้านคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดนั้น นักเรียนชายของ ว. จอมบึง และนักเรียนหญิงของ วค. บานสมเด็จ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดใกล้เคียงกันคือ 8.4706 และ 8.7200 เมื่อพิจารณาการกระจายของคะแนนแล้ว จะเห็นว่านักเรียนชาย วค. ยะลา และนักเรียนหญิง วค. อุตรดิตถ์ มีการกระจายของคะแนนสูงกว่าสถานศึกษาอื่น และนักเรียนชายของ วค. บานสมเด็จ, วค. สารคาม, วค. พิษณุโลก, ผก. นครปฐม และนักเรียนหญิง วค. อุบลราชธานี และ วค. นครสวรรค์ มีการกระจายของคะแนนต่ำสุดเกือบเท่ากัน

1.21 ผลการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

แบบทดสอบฉบับนี้ใช้วัดเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 เช่นเดียวกับฉบับแรก แต่ฉบับนี้ใช้วัดเรื่อง อัตราส่วน, สัดส่วน, และการแปรผัน คาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบฉบับนี้ เสนอตามกลุ่มรวม กลุ่มชาย และกลุ่มหญิง ดังตาราง 25 - 26 - 27 ดังต่อไปนี้

ตาราง 25. กาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	11.8462	52	3.7750	14.2504
วค. อุดรธานี	35	14.9714	59	5.7777	33.3815
วค. นครราชสีมา	41	13.6829	56	4.3269	18.7219
ผค. สกลนคร	33	11.4848	50	3.4107	11.6326
วค. นครสวรรค์	50	9.9600	46	2.7918	7.7943
วค. อุดรดิตถ์	37	10.6216	48	2.9472	8.6862
วค. พิบูลสงคราม	39	9.6667	45	3.4054	11.5965
วค. เทพสตรี	43	11.9535	52	4.2815	18.3311
ผค. นครปฐม	50	14.4800	57	4.2486	18.0506
ผค. นครศรีธรรมราช	47	13.4894	55	3.9993	15.9944
วค. สงขลา	26	10.3846	47	3.4765	12.0861
วค. บะล	45	13.3556	54	4.4780	20.0525
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	11.6410	51	3.0478	9.2888
วค. พระนคร	37	14.7568	58	3.6010	12.9670
วค. มหาสารคาม	30	12.2000	52	2.8816	8.3034
วค. เชียงใหม่	32	11.5625	50	3.6005	12.9637
ว. หนองบัวลำภู	34	9.3235	44	3.3186	11.0134
วค. จันทระเกษม	40	10.8750	49	4.0521	16.4199

จากข้อมูลในตาราง 25 แสดงว่า นักเรียนของ วค. อุดรธานีมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 14.9714 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงคือ 5.7777 แสดงว่านักเรียนกลุ่มนี้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง อัตราส่วน, สัดส่วน และการแปรผันสูงกว่ากลุ่มอื่น และยังมี การกระจายของคะแนนดีกว่าด้วย ส่วน ว. จอมบึง มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ 9.3235 แต่ก็ใกล้เคียงกับคะแนนเฉลี่ยของ วค. วิทยุ ๗. และ วค. นครสวรรค์ สำหรับสถานศึกษาที่มีการกระจายคะแนนต่ำสุดได้แก่ วค. นครสวรรค์, วค. สารคาม และ วค. อุดรดิตถ์ ความลำค้ำจากน้อยไปมาก คือ 2.79, 2.88 และ 2.95 แสดงว่า นักเรียนของแต่ละสถานศึกษาเหล่านี้ทำคะแนนใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ยังมีข้อควรสังเกตคือ นักเรียนทุกสถานศึกษาต่างก็ทำคะแนนเฉลี่ยได้ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม นั่นคือผลพิสัยของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 9.3235 ถึง 14.9714 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนนของแบบทดสอบฉบับนี้ ผลนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน อยู่ในระดับต่ำ เมื่อใช้แบบทดสอบฉบับนี้เป็นเครื่องวัด.

ตาราง 26. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	10.7188	48	3.1133	9.6925
วค. อุดรธานี	14	11.9286	52	4.3583	18.9945
วค. นครราชสีมา	23	14.0000	55	5.0452	25.4545
ผค. สกลนคร	21	11.3333	49	3.2762	10.7333
วค. นครสวรรค์	31	9.9677	46	3.0928	9.5656
วค. อุตรดิตถ์	29	10.4138	47	3.1906	10.1798
วค. พิจิตรสงคราม	27	8.6667	43	2.7456	7.5385
วค. เพชรบูรณ์	21	11.2857	49	4.0267	16.2143
ผค. นครปฐม	16	14.2500	56	4.3589	19.0000
ผค. นครศรีธรรมราช	37	13.8919	56	4.1619	17.3213
วค. สงขลา	11	10.5455	47	3.7246	13.8727
วค. ยะลา	21	12.0000	51	4.7011	22.1100
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	10.5714	46	2.6228	6.8791
วค. พระนครศรีอยุธยา	23	14.1429	56	3.7592	14.1319
วค. มหาสารคาม	20	12.0000	51	3.1954	10.2105
วค. เชียงใหม่	18	11.2222	49	4.4399	19.7124
ว. หนองบัวลำภู	34	9.3235	44	3.3186	11.0134
วค. จันทบุรี	12	9.7500	45	2.5628	6.5682

ตาราง 27. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุบลราชธานี	20	13.6500	56	4.1074	16.8710
วค. อุดรธานี	21	17.0000	60	5.7965	33.5999
วค. นครราชสีมา	18	13.2778	54	3.2864	11.8595
ผค. สกลนคร	12	11.3333	49	2.1462	4.6061
วค. นครสวรรค์	19	9.9474	46	2.2967	5.2749
วค. อุดรดิตถ์	8	11.3750	50	1.7678	3.1250
วค. พิบูลสงคราม	12	11.9167	52	3.7769	14.2651
วค. เพชรบุรี	22	12.5909	54	4.5109	20.3485
ผค. นครปฐม	34	14.5882	57	4.2577	18.1283
ผค. นครราชสีมา	10	12.0000	51	3.0550	9.3333
วค. สงขลา	15	10.2667	46	3.4115	11.6381
วค. ยะลา	24	14.5417	57	3.9998	15.9982
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	12.2400	52	3.1528	9.9400
วค. พระนครศรีอยุธยา	37	15.1304	57	3.5330	12.4822
วค. มหาสารคาม	10	12.6000	54	2.2211	4.9333
วค. เชียงใหม่	14	12.0000	51	2.1839	4.7692
ว. หนองบัวลำภู	-	-	-	-	-
วค. จันทบุรี	28	11.3571	50	4.4987	20.2381

จากข้อมูลในตาราง 26 และตาราง 27 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชายของ 3 สถานศึกษาคือ ผค. นครปฐม, วค. พระนคร และ วค. นครราชสีมา มีคะแนนเฉลี่ย สูงสุดใกล้เคียงกันคือ 14.2500, 14.1429 และ 14.0000 ตามลำดับ ส่วนนักเรียน ชาย วค. พิบูลย์ฯ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ 8.6667 สำหรับนักเรียนหญิง วค. อุดรธานี ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงสุดคือ 17.0000 ตรงข้ามกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหญิง วค. — นครสวรรค์ซึ่งต่ำสุดคือ 9.9497 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและคะแนนต่ำสุดระหว่าง นักเรียนหญิงและชายแล้วพบว่า นักเรียนหญิงได้คะแนนทั้งสูงสุดและต่ำสุด สูงกว่าของนักเรียน ชายและนักเรียนหญิง วค. อุดรธานี เท่ากับที่ทำคะแนนสูงสุดและสูงกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม นอกนั้นอยู่ในช่วงคะแนนต่ำกว่าครึ่ง ส่วนการกระจายของคะแนนจากแบบทดสอบชุดนี้ นักเรียนชาย วค. นครราชสีมา และนักเรียนหญิง วค. อุดรธานี มีการกระจายของคะแนน สูงกว่าสถานศึกษาอื่น แต่กับนักเรียนชาย วค. จันทระเกษม, วค. บ้านสมเด็จ และ วค. — พิบูลย์ฯ มีการกระจายของคะแนนต่ำสุดเกือบเท่ากันตามลำดับ ดังนี้ 2.5628, 2.6228 และ 2.7456 แต่ก็ยังมีการกระจายดีกว่า นักเรียนหญิง วค. อุดรธานี ซึ่งมีความเบี่ยงเบน ของคะแนนเพียง 1.7078 เท่านั้น และนักเรียนเหล่านี้มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.75 ถึง 12 โดยประมาณ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนในกลุ่มเหล่านี้ทำคะแนนใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง คะแนนดังกล่าวซึ่งค่อนข้างต่ำ.

1.22 ผลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3

แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งมีเนื้อหาอยู่ 3 เรื่องเท่านั้นคือ คณิตศาสตร์ เศษส่วน และลอก-การพิมพ์ ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบฉบับนี้ เมื่อใช้กับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏตาม ตาราง 28 - 29 - 30 แยกตามกลุ่มรวม, กลุ่มชาย และกลุ่มหญิงตามลำดับ.

ตาราง 28. การศึกษาพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มรวม จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	52	10.3846	53	3.7372	13.9668
วค. อุดรธานี	35	11.2000	55	5.1266	26.2823
วค. นครราชสีมา	41	10.1220	52	3.9319	15.4597
ผค. สกลนคร	33	9.2424	50	5.0251	25.2519
วค. นครสวรรค์	50	7.5200	47	2.9709	8.8261
วค. อุดรคิตต์	37	9.2703	50	3.7390	13.9805
วค. พิบูลสงคราม	39	9.8974	54	5.0094	25.0945
วค. เทพสตรี	43	12.0465	57	5.0801	25.8073
ผค. นครปฐม	50	11.3400	56	4.2504	18.0657
ผค. นครศรีธรรมราช	47	10.6596	54	4.3752	19.1424
วค. สงขลา	26	10.6923	55	6.7986	46.2215
วค. ยะลา	45	11.8444	58	4.2263	17.8616
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	39	9.0513	49	2.8832	8.3131
วค. พระนคร	37	13.2703	59	5.3054	28.1471
วค. มหาสารคาม	30	8.0333	47	2.3265	5.4126
วค. เชียงใหม่	32	8.9063	52	4.3653	19.0554
ว. หนองบัวลำภู	34	6.9412	47	2.4364	11.0134
วค. จันทบุรี	40	9.1750	50	4.1193	16.9686

จากข้อมูลในตาราง 28 แสดงว่านักเรียนของ วค. พระนคร มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด เป็น 13.2703 เมื่อเทียบกับสถานศึกษาอื่น สำหรับ ว. จอมบึง ซึ่งมีเฉพาะนักเรียนชาย ทำคะแนนเฉลี่ยได้ต่ำสุดคือ 6.9412 นั่นคือพิสัยคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ในเรื่อง คณิตศาสตร์ และลอกการทึมจากแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยฉบับนี้ อยู่ระหว่าง 6.9412 ถึง 13.2703 และไม่มีนักเรียนกลุ่มใดเลยที่มีผลสัมฤทธิ์ในเรื่องเหล่านี้สูงเป็นครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่า ส่วนนักเรียนของ วค. ลพบุรี, ผก. สกลนคร และ วค. พิบูลสงคราม มีการกระจายของคะแนนสูงกว่าสถานศึกษาอื่น และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงใกล้เคียงกัน คือ 5.0801, 5.0251 และ 5.0094 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนในกลุ่มเหล่านี้ทำคะแนนกระจายดีพอสมควร ส่วนนักเรียนของ วค. การกาม และ ว. จอมบึง มีการกระจายของคะแนนต่ำ โดยมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 2.3265 และ 2.4364 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้ ทำคะแนนเกาะกลุ่มกัน และเป็นการเกาะกลุ่มกันในช่วงคะแนนต่ำซึ่งเห็นได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มต่ำ.

ตาราง 29. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มชาย จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุดรราชธานี	32	9.4375	51	3.5190	12.3831
วค. อุดรธานี	14	9.3571	51	3.6921	13.6319
วค. นครราชสีมา	23	10.7391	55	4.4335	19.6561
ผค. สกลนคร	21	9.3810	51	5.4998	30.2476
วค. นครสวรรค์	31	7.4839	47	2.6567	7.0581
วค. อุดรดิตถ์	29	9.1034	50	3.7829	14.3103
วค. หนองสังคราม	27	8.6296	51	3.8745	15.0114
วค. เทพสตรี	21	12.4762	59	5.9550	35.4619
ผค. นครปฐม	16	11.9375	59	4.6543	21.6625
ผค. นครศรีธรรมราช	37	10.7027	55	4.4589	19.8813
วค. สงขลา	11	8.6364	51	4.6749	21.8545
วค. ยะลา	21	10.4762	53	5.1246	26.2619
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	14	9.4286	51	2.1381	4.5714
วค. พระนคร	23	10.3571	53	5.0323	25.3241
วค. มหาสารคาม	20	8.2500	39	2.1975	4.8289
วค. เขียงใหม่	18	8.6111	51	4.5392	20.6046
ว. หนองบัวลำภู	34	6.9412	47	2.4364	5.9358
วค. จันทรวงษ์	12	6.7500	46	2.0505	4.2045

ตาราง 30. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
ฉบับที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มหญิง จำแนกตามสถานศึกษา

สถานศึกษา	N	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
วค. อุบลราชธานี	20	11.9000	58	3.6548	13.3579
วค. อุตรธานี	21	12.4286	59	5.6442	31.8571
วค. นครราชสีมา	18	9.3333	51	3.1249	9.7647
ผค. สกลนคร	12	9.0000	49	4.2853	18.3636
วค. นครสวรรค์	19	7.5789	48	3.5010	12.2573
วค. อุตรดิตถ์	8	9.8750	54	3.7583	14.1250
วค. พิจิตรสงคราม	12	12.7500	61	6.1957	38.3863
วค. เทพสตรี	22	11.6364	57	4.1810	17.4805
ผค. นครปฐม	34	11.0588	54	4.0895	16.7237
ผค. นครศรีธรรมราช	10	10.5000	54	4.2753	18.2778
วค. สงขลา	15	12.2000	58	7.8212	61.1714
วค. ยะลา	24	13.0417	58	2.8511	8.1286
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	25	8.8400	52	3.2491	10.5567
วค. พระนคร	37	15.0435	61	4.7336	22.4071
วค. มหาสารคาม	10	7.6000	48	2.6331	6.9333
วค. เชียงใหม่	14	9.2857	51	4.2685	18.2198
ว. หมู่บ้านจอมบึง	-	-	-	-	-
วค. จันทรเกษม	28	10.2143	52	4.3662	19.0635

จากข้อมูลในตาราง 29 และตาราง 30 แสดงว่า นักเรียนชาย วค. เทพสตรี และนักเรียนหญิง วค. พระนคร ทำคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในเพศเดียวกัน และนักเรียนหญิง วค. พระนคร สูงกว่านักเรียนชาย วค. เทพสตรี ชี้ให้เห็นว่านักเรียนหญิงของ วค. พระนคร มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง คณิตศาสตร์ และลอกการทึ่มสูงกว่านักเรียนกลุ่มอื่น ไม่ว่า จะเป็นเพศใด ส่วนนักเรียนชาย วค. จันทรมงคล และ ว. จอมบึงโคะคะแนนเฉลี่ยของผล สัมฤทธิ์ในเรื่องดังกล่าวต่ำสุดในเพศเดียวกัน คือได้คะแนนเฉลี่ย 6.7500 และ 6.9412 ตามลำดับ สำหรับนักเรียนหญิง วค. นครสวรรค์ และ วค. สารคาม มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ 7.5789 และ 7.6000 ตามลำดับ และจากข้อมูลนี้ ยังชี้ให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดของนักเรียนหญิง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดของนักเรียนชาย สำหรับแบบ ทดสอบฉบับนี้

สำหรับการกระจายของคะแนนนั้น ปรากฏว่า นักเรียนชาย วค. นิบุลสงครามและ นักเรียนหญิง วค. สงขลา มีการกระจายคะแนนสูงกว่าสถานศึกษาอื่น โดยมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 5.9550 และ 7.8212 ตามลำดับ และนักเรียนชาย วค. จันทรมงคล และ วค. บ้านสมเด็จ มีการกระจายคะแนนต่ำสุด และต่ำกว่าการกระจายคะแนน ของนักเรียน หญิง วค. สารคาม และ วค. ยะลา ซึ่งจัดว่าต่ำสุดอยู่แล้วในกลุ่มหญิงด้วยกัน และจากข้อมูลนี้ยังพบว่า นักเรียนหญิง วค. สารคามนั้น นอกจากคะแนนเฉลี่ยจะต่ำสุดแล้ว การกระจายของคะแนนก็เกือบจะต่ำสุดอีกด้วย แสดงว่า นักเรียนหญิงกลุ่มนี้ทำคะแนนใกล้เคียงกันมากในช่วงคะแนนต่ำ.

1.30 ผลจากการใช้แบบทดสอบแต่ละฉบับกับกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมดทุกสถานศึกษา
ในหัวข้อนี้จะได้นำเสนอผลจากการใช้แบบทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างรวมทุกสถาน
ศึกษา เป็นการเปรียบเทียบค่าสถิติพื้นฐานระหว่างแบบทดสอบ ดังตาราง 31

ตาราง 31. ค่าสถิติพื้นฐาน ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อคิดจาก
กลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
บวก	40	20.3380	52	7.8198	61.1493
ลบ	40	18.4676	51	7.3782	54.4383
คูณ	40	14.6014	52	6.1557	37.8931
หาร	40	12.3225	51	4.8911	23.9226
กำลัง	40	18.7127	51	6.4776	41.9596
กรณฑ์	40	12.2423	51	4.7975	23.0160
คณ.1	30	11.9662	54	4.0507	16.4078
คณ.2	30	12.0761	51	4.1362	17.1184
คณ.3	30	10.0380	51	4.5126	20.3638

จากข้อมูลในตาราง 31 แสดงให้เห็นว่า สำหรับแบบทดสอบทักษะ 6 ฉบับ
คะแนนเต็มฉบับละ 40 คะแนนนั้น อาจจัดเรียงลำดับของทักษะต่าง ๆ ตามคะแนนเฉลี่ยของ
กลุ่มตัวอย่างจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

- อันดับ 1 ทักษะในการบวก
- อันดับ 2 ทักษะในการยกกำลัง
- อันดับ 3 ทักษะในการลบ
- อันดับ 4 ทักษะในการคูณ

อันดับ 5 ทักษะในการหาร

อันดับ 6 ทักษะในการถอดกรรม

แสดงว่า นักเรียน ป.กศ. ในกลุ่มตัวอย่างนี้มีสมรรถภาพด้านทักษะในการบวกสูงที่สุด และมีทักษะในการถอดกรรมต่ำที่สุด ผลการจัดเรียงนี้รวมใหญ่สอดคล้องกับการเรียงอันดับของกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ชนิดตามลำดับก่อนหลังในการเริ่มเรียนในชั้นประถมและมัธยมศึกษา ยกเว้นแต่การยกกำลังแทนที่จะอยู่ในอันดับ 5 กลับไปอยู่ในอันดับ 2 ทั้งนี้จะเนื่องมาจากสาเหตุใดยังไม่ปรากฏชัด อย่างไรก็ตามในบรรดาทักษะเหล่านี้มีเพียงทักษะในการบวกเท่านั้น ที่นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทำคะแนนเฉลี่ยถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม นอกนั้นคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่อง มาจากเหตุหลายประการ ประการแรกข้อสอบทักษะทุกฉบับอาจยากเกินไปสำหรับนักเรียน ป.กศ. ในกลุ่มตัวอย่าง เพราะปรากฏว่า ค่าความยากง่าย (p) เฉลี่ยของแบบทดสอบชุดทักษะนี้ วิเคราะห์จากคะแนนสอบทดลองมีพิสัยอยู่ระหว่าง .6433 ถึง .3195 (ดูตาราง 2 หน้า 34) อย่างไรก็ตาม ค่าความยากง่ายที่ปรากฏในตาราง 2 ก็เรียงลำดับจากง่ายไปยากแบบเดียวกับอันดับของทักษะซึ่งเรียงตามคะแนนเฉลี่ย จากมากไปหาน้อย ดังแสดงข้างบน ผิดกันแต่แบบทดสอบทักษะในการยกกำลังยากกว่าแบบทดสอบทักษะในการลบเท่านั้น ประการที่สอง การที่คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทักษะต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มอาจเนื่องจาก นักเรียนไม่ตั้งใจทำอย่างจริงจัง เพราะมองไม่เห็นประโยชน์ส่วนตนจากการสอบครั้งนี้เท่าใดนัก

จากตาราง 31 ซึ่งได้เห็นว่า สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทั้ง 3 ฉบับ ฉบับละ 30 คะแนนนั้น อาจจัดเรียงลำดับผลสัมฤทธิ์ตามคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้

อันดับ 1 ผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2

อันดับ 2 ผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

อันดับ 3 ผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3

แสดงให้เห็นว่า นักเรียน ป.กศ. ในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง ตัวเงิน หุน และการแก้สมการต่าง ๆ และสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง คณิต เศษส่วน และลอการิทึม แต่

ผลสัมฤทธิ์ในเรื่องเหล่านี้ใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตามผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเนื้อหาเหล่านี้ค่อนข้างต่ำ เพราะคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเล็กน้อย ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากข้อสอบชุดนี้ยากเกินไปสำหรับนักเรียน ป.ศ. ในกลุ่มตัวอย่าง และอาจจะเนื่องมาจาก นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างผ่านการเรียนเนื้อหาเหล่านี้มานาน อาจลืมทั้งความรู้และหลักการจนไม่สามารถนำมาใช้ตอบข้อคำถามได้เท่าที่ควร

จากตาราง 31 ยังชี้ให้เห็นถึงการกระจายและความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะและวัดผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันด้วย ถ้าจะเรียงลำดับแบบทดสอบตามการกระจายและความแปรปรวนของคะแนนจากมากไปหาน้อย เรียงได้ดังนี้

สำหรับแบบทดสอบทักษะ

- อันดับ 1 แบบทดสอบทักษะในการบวก
- อันดับ 2 แบบทดสอบทักษะในการลบ
- อันดับ 3 แบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง
- อันดับ 4 แบบทดสอบทักษะในการคูณ
- อันดับ 5 แบบทดสอบทักษะในการหาร
- อันดับ 6 แบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

- อันดับ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3
- อันดับ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2
- อันดับ 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 1

นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทำคะแนนในแบบทดสอบทักษะในการบวก กระจัดกระจายกันมากกว่า การกระจายของคะแนนในแบบทดสอบทักษะอื่น ๆ และมากกว่าการกระจายของคะแนนในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทุกฉบับด้วย และนักเรียนเหล่านี้ทำคะแนนในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 มีการกระจัดกระจายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับการกระจายของคะแนนในฉบับอื่น

1.31 ผลการใช้แบบทดสอบแต่ละฉบับกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มชายรวม ทุกสถานศึกษา เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มชายรวมทุกสถานศึกษาแล้ว ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบต่าง ๆ ที่ได้จากการใช้แบบทดสอบนั้น ๆ ปรากฏในตาราง 32 ดังนี้

ตาราง 32. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อคิดกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มชายรวมทุกสถานศึกษา

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
บวก	40	19.1215	47	7.3946	54.6806
ลบ	40	17.6253	47	7.0572	49.8034
คูณ	40	13.6278	46	6.0330	36.3972
หาร	40	12.5443	51*	5.7833	33.4466
กำลัง	40	18.0937	48	6.3780	40.6790
กรณฑ์	40	12.1595	50	4.8077	23.1141
คณ.1	30	11.2506	47	3.8223	14.6096
คณ.2	30	11.3519	47	3.9943	15.9545
คณ.3	30	9.3266	46	4.2375	17.9565

จากข้อมูลในตาราง 32 จะเห็นได้ว่า นักเรียนชายทั้งหมด ทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการบวกสูงที่สุด และทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์ต่ำที่สุด ในแบบทดสอบทักษะคูณ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นักเรียนชายทั้งหมด ทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 2 สูงที่สุด และทำคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ฉบับที่ 3 แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบต่าง ๆ กับเกณฑ์ประสิทธิภาพของแต่ละฉบับแล้ว ปรากฏว่า คะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ย

ในแบบทดสอบทักษะในการหาเท่านั้นที่มีคะแนน T ประกติสูงกว่าเกณฑ์ประกติกคือ T ประกติ = 51 และคะแนน T ประกติของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการถอดกรรมที่เท่ากับ เกณฑ์ประกติกคือ 50 หรือคือ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทักษะอื่น ๆ ต่างก็มีคะแนน T ประกติต่ำกว่าเกณฑ์ประกติ.

สำหรับคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ปรากฏว่า ทั้ง 3 ฉบับมีคะแนน T ประกติของคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ประกติ คือได้คะแนน T ประกติเป็น 47, 47 และ 46 ตามลำดับ.

ส่วนการกระจายคะแนนของนักเรียนชายทั้งหมดในแบบทดสอบทักษะ จะเห็นว่า แบบทดสอบทักษะในการบวก และการลบมีคะแนนกระจายกันสูงที่สุดปาน ๆ กัน แต่แบบทดสอบทักษะในการถอดกรรมมีการกระจายคะแนนต่ำที่สุดสำหรับนักเรียนทั้งหมดนี้

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นักเรียนชายทั้งหมดหาคะแนนกระจายเกือบพอ ๆ กัน คือมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 4 โดยประมาณ

เมื่อพิจารณาถึงการใช้แบบทดสอบต่าง ๆ ทั้ง 9 ฉบับกับกลุ่มนักเรียนหญิงรวมทุก สถานศึกษาแล้ว ปรากฏไคค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับดังในตาราง 33.

ตาราง 33. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบแต่ละฉบับ เมื่อเกิดจากกลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มหนึ่งรวมทุกสถานศึกษา

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	T-score	s	s^2
บวก	40	21.8635	53	8.0787	65.2647
ลบ	40	19.5238	53	7.6430	58.4158
คูณ	40	15.8222	54	6.0995	37.2040
หาร	40	12.0444	49	4.7183	22.2622
กำลัง	40	19.4889	52	6.5279	42.6137
กรณฑ์	40	12.3460	50	4.7903	22.9467
คณ.1	30	12.8635	53	4.1551	17.2647
คณ.2	30	12.9841	53	4.1381	17.1240
คณ.3	30	10.9302	54	4.6919	22.0142

จากตาราง 33 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนหญิงทั้งหมดทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการบวกที่สูงที่สุด และทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะเหล่านี้แล้ว จะเห็นว่า แบบทดสอบทักษะในการหารอย่างเดียวเท่านั้นที่มีคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ นอกนั้นเท่ากับและสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ การกระจายของคะแนนปรากฏว่า นักเรียนหญิงทั้งหมดทำคะแนนในแบบทดสอบทักษะในการบวกกระจายกันมากที่สุด และทำคะแนนในแบบทดสอบทักษะในการหารและการถอดกรณฑ์ต่ำที่สุดปาน ๆ กัน.

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ นักเรียนหญิงทั้งหมดทำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 1 สูงสุดเกือบเท่ากันคือ เกือบเท่ากับ 13 คะแนน ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบฉบับที่ 3 แต่เมื่อพิจารณาจากคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ย

ในแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับนี้แล้ว ปรากฏว่าคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยเหนือกว่าเกณฑ์
ประสิทธิภาพทั้ง 3 ฉบับ และฉบับที่ 3 สูงกว่าฉบับที่ 1 และที่ 2 หนึ่งช่วงคะแนน T ประสิทธิภาพ
ส่วนการกระจายของคะแนน นักเรียนหญิงทั้งหมดทำคะแนนกระจายปาน ๆ กันทั้ง 3 ฉบับ
แต่มีแนวโน้มว่า ฉบับที่ 3 กระจายดีกว่าเล็กน้อย.

2.00 เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์

ในหัวข้อ 1.00 เป็นการเสนอผลจากการใช้แบบทดสอบแต่ละฉบับเมื่อนำไปใช้กับ
กลุ่มตัวอย่าง ในหัวข้อ 2.00 นี้จะได้เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและเปรียบเทียบผลสัม-
ฤทธิ์ ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ระหว่างแต่ละสถานศึกษา และ
ระหว่างเพศ โดยจะนำคะแนนเฉลี่ยเพียงอย่างเดียวมาพิจารณาเปรียบเทียบ เพื่อให้มองเห็น
เห็นได้ชัดว่า ทักษะแต่ละชนิดที่ดี หรือผลสัมฤทธิ์แต่ละเนื้อหาที่ดี สถานศึกษาใด และเพศใด
มีความเด่น - คอย ต่างกันเพียงใดหรือไม่ พร้อมทั้งจะเสนอผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
และเสนอภาพ เปรียบเทียบไวด้วย.

2.10 เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะระหว่างสถานศึกษา

สมรรถภาพด้านทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง เห็นได้จากคะแนน
เฉลี่ยของทักษะนั้น ๆ ในแต่ละสถานศึกษา ดังจะเห็นได้จากตาราง 34

ตาราง 34. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทักษะแต่ละฉบับ
ระหว่างสถานศึกษา (ต.กนิยม 2 ตำแหน่ง)

สถานศึกษา	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ						รวม
	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	
วค. อุบลราชธานี	15.13	16.37	9.65	12.62	20.58	10.67	14.84
วค. อุตรธานี	14.71	16.06	14.57	10.91	18.77	11.77	14.47
วค. นครราชสีมา	16.32	14.95	11.61	7.00	18.12	9.88	12.85
ผค. สกลนคร	24.39	20.82	13.39	13.30	18.94	13.73	17.43
วค. นครสวรรค์	20.68	16.68	14.38	13.26	17.48	12.34	15.80
วค. อุตรดิตถ์	21.54	19.92	17.73	13.70	20.11	12.35	17.56
วค. พิจิตรสงคราม	8.26	8.44	21.99	19.62	24.49	16.33	16.52
วค. เทพสถ์	18.09	19.02	13.74	10.56	17.09	10.40	14.82
ผค. นครปฐม	19.02	15.04	13.58	12.36	18.34	14.54	15.48
ผค. นครศรีธรรมราช	18.28	17.64	13.21	12.66	17.55	10.94	15.05
วค. สงขลา	35.65	29.92	21.62	13.92	19.12	11.65	21.98
วค. ยะลา	29.62	25.71	16.76	11.02	13.07	10.50	17.78
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	31.15	26.92	16.28	11.67	18.82	14.90	19.96
วค. พระนคร	22.14	21.62	14.08	14.95	24.46	15.51	18.79
วค. มหาสารคาม	15.90	14.87	9.90	9.37	17.43	11.63	13.18
วค. เชียงใหม่	17.41	18.22	13.38	8.88	15.72	7.44	13.51
ว. จอมานจอมบึง	21.12	17.06	13.97	15.24	16.82	13.29	16.25
วค. จันทรเกษม	16.72	17.65	16.13	10.85	20.48	12.45	15.71
รวม	20.34	18.47	14.60	12.32	18.71	12.24	16.11

ตัวเลขในตาราง 34 เป็นคะแนนเฉลี่ยซึ่งถือว่าเป็นปริมาณแทนขนาดของสมรรถภาพทักษะชนิดต่าง ๆ ของแต่ละสถานศึกษา จากตาราง 34 นี้ อาจตีความหมายตามแนวตั้งได้ว่า ทักษะแต่ละชนิดนั้นสถานศึกษาใด คะแนนที่สุด รองลงไป และค้อยที่สุด และในของรวมสุดท้ายทางขวามือจะบอกให้เราทราบว่า เมื่อพิจารณาถึง "ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ โดยรวม ๆ" แล้วสถานศึกษาใด คะแนน-ค้อยต่างกันอย่างไร.

เพื่อให้การเปรียบเทียบความ เค้น-ค้อย ในทักษะเหล่านี้เห็นเด่นชัดยิ่งขึ้น อาจตีความหมายข้อมูลในตาราง 34 ในรูปของการจัดอันดับจากคะแนนที่สุดไปหาค้อยที่สุด โดยพิจารณาจากแบบทดสอบทักษะแต่ละฉบับดังนี้

สำหรับทักษะในการบวก	อันดับ	1	วค. สังขลา
	อันดับ	2	วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา
	อันดับ	3	วค. ยะลา
	อันดับ	4	คค. สกลนคร
	อันดับ	5	วค. พระนคร
	อันดับ	6	วค. อุตรดิตถ์
	อันดับ	7	ว. หมู่บ้านจอมบึง
	อันดับ	8	วค. นครสวรรค์
	อันดับ	9	วค. อุบลราชธานี
	อันดับ	10	คค. นครปฐม
	อันดับ	11	คค. นครศรีธรรมราช
	อันดับ	12	วค. เทพสตรี
	อันดับ	13	วค. เชียงใหม่
	อันดับ	14	วค. จันทระเกษม

อันดับ 15 วค. นครราชสีมา

อันดับ 16 วค. มหาสารคาม

อันดับ 17 วค. อุตรธานี

อันดับ 18 วค. พิษณุสงคราม

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา มีทักษะในการบวกเลขที่สูงสุด และนักเรียนวิทยาลัยครูพิษณุสงครามมีทักษะในการบวกเลขที่น้อยที่สุด.

สำหรับทักษะในการลบ

อันดับ 1 วค. สงขลา

อันดับ 2 วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา

อันดับ 3 วค. ยะลา

อันดับ 4 วค. พระนครศรี

อันดับ 5 ผค. สกอนคร

อันดับ 6 วค. อุตรดิตถ์

อันดับ 7 วค. เทพสตรี

อันดับ 8 วค. เชียงใหม่

อันดับ 9 วค. จันทระเกษม

อันดับ 10 ผค. นครศรีธรรมราช

อันดับ 11 ว. หนองบัวจอมบึง

อันดับ 12 วค. นครสวรรค์

อันดับ 13 วค. อุบลราชธานี

อันดับ 14 วค. อุตรธานี

อันดับ 15 ผค. นครปฐม

อันดับ 16 วค. นครราชสีมา

อันดับ 17 วค. มหาสารคาม

อันดับ 18 วค. พิษณุสงคราม

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา มีทักษะในการลบเลขที่สูงสุด และนักเรียนวิทยาลัยครูพิษณุสงคราม มีทักษะในการลบเลขที่น้อยที่สุด.

สำหรับทักษะในการคูณ

- | | | |
|--------|----|-------------------------|
| อันดับ | 1 | วค. พิบูลสงคราม |
| อันดับ | 2 | วค. สงขลา |
| อันดับ | 3 | วค. อุดรดิตถ์ |
| อันดับ | 4 | วค. ยะลา |
| อันดับ | 5 | วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา |
| อันดับ | 6 | วค. จันทรวงม |
| อันดับ | 7 | วค. อุดรธานี |
| อันดับ | 8 | วค. นครสวรรค์ |
| อันดับ | 9 | วค. พระนคร |
| อันดับ | 10 | ว. หนุบ้านจอมบึง |
| อันดับ | 11 | วค. เทพสตรี |
| อันดับ | 12 | ผค. นครปฐม |
| อันดับ | 13 | ผค. สกลนคร |
| อันดับ | 14 | วค. เชียงใหม่ |
| อันดับ | 15 | ผค. นครกรีธรรมราช |
| อันดับ | 16 | วค. นครราชสีมา |
| อันดับ | 17 | วค. มหาสารคาม |
| อันดับ | 18 | วค. อุบลราชธานี |

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีทักษะในการคูณเค้นที่สุด และนักเรียนวิทยาลัยครูอุบลราชธานี มีทักษะในการคูณค้อยที่สุด.

สำหรับทักษะในการหาร

- | | | |
|--------|---|------------------|
| อันดับ | 1 | วค. พิบูลสงคราม |
| อันดับ | 2 | ว. หนุบ้านจอมบึง |
| อันดับ | 3 | วค. พระนคร |
| อันดับ | 4 | วค. สงขลา |
| อันดับ | 5 | วค. อุดรดิตถ์ |

อันดับ	6	ผ.ค. สกนกร
อันดับ	7	ว.ค. นครสวรรค์
อันดับ	8	ผ.ค. นครศรีธรรมราช
อันดับ	9	ว.ค. อุบลราชธานี
อันดับ	10	ผ.ค. นครปฐม
อันดับ	11	ว.ค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา
อันดับ	12	ว.ค. ยะลา
อันดับ	13	ว.ค. อุตรธานี
อันดับ	14	ว.ค. จันทระเกษม
อันดับ	15	ว.ค. เทพสตรี
อันดับ	16	ว.ค. มหาสารคาม
อันดับ	17	ว.ค. เชียงใหม่
อันดับ	18	ว.ค. นครราชสีมา

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีทักษะในการหารเด่นที่สุด และนักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา มีทักษะในการหารค้อยที่สุด.

สำหรับทักษะในการยกกำลัง	อันดับ	1	ว.ค. พิบูลสงคราม
	อันดับ	2	ว.ค. พระนคร
	อันดับ	3	ว.ค. อุบลราชธานี
	อันดับ	4	ว.ค. จันทระเกษม
	อันดับ	5	ว.ค. อุตรดิตถ์
	อันดับ	6	ว.ค. สงขลา
	อันดับ	7	ผ.ค. สกนกร
	อันดับ	8	ว.ค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา
	อันดับ	9	ว.ค. อุตรธานี
	อันดับ	10	ผ.ค. นครปฐม

- อันดับ 11 วก. นครราชสีมา
- อันดับ 12 ผก. นครศรีธรรมราช
- อันดับ 13 วค. นครสวรรค์
- อันดับ 14 วค. มหาสารคาม
- อันดับ 15 วค. เพชรบุรี
- อันดับ 16 ว. หนุ่ยบานจอมบึง
- อันดับ 17 วค. เชียงใหม่
- อันดับ 18 วค. ยะลา

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีทักษะในการยกกำลังเด่นที่สุด และนักเรียนวิทยาลัยครูยะลา มีทักษะในการยกกำลังด้อยที่สุด.

- สำหรับทักษะในการถอดกราฟ อันดับ 1 วค. พิบูลสงคราม
- อันดับ 2 วค. พระนคร
 - อันดับ 3 วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา
 - อันดับ 4 ผก. นครปฐม
 - อันดับ 5 ผก. สกลนคร
 - อันดับ 6 ว. หนุ่ยบานจอมบึง
 - อันดับ 7 วค. จันทระเกษม
 - อันดับ 8 วค. อัครคิตติ
 - อันดับ 9 วค. นครสวรรค์
 - อันดับ 10 วค. อัครมานี
 - อันดับ 11 วค. สงขลา
 - อันดับ 12 วค. มหาสารคาม
 - อันดับ 13 ผก. นครศรีธรรมราช
 - อันดับ 14 วค. อุบลราชธานี
 - อันดับ 15 วค. ยะลา
 - อันดับ 16 วค. เพชรบุรี

อันดับ 17 วก. นครราชสีมา

อันดับ 18 วก. เชียงใหม่

นั่นคือ นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีทักษะในการถอดกรรมที่เด่นที่สุด และนักเรียนวิทยาลัยครูเชียงใหม่ มีทักษะในการถอดกรรมที่น้อยที่สุด.

ถ้าพิจารณาถึง "ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์โดยรวม ๆ" แล้ว อาจเรียงลำดับสถานศึกษาตามสมรรถภาพด้านทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ จากเด่นที่สุดไปหาที่น้อยที่สุด ดังนี้

อันดับ 1 วก. สงขลา

อันดับ 2 วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา

อันดับ 3 วก. พระนคร

อันดับ 4 วก. ยะลา

อันดับ 5 วค. อุดรพิสัย

อันดับ 6 ฝก. สกลนคร

อันดับ 7 วค. พิบูลสงคราม

อันดับ 8 ว. หมู่บ้านจอมบึง

อันดับ 9 วค. นครสวรรค์

อันดับ 10 วก. จันทระเกษม

อันดับ 11 ฝค. นครปฐม

อันดับ 12 ฝค. นครศรีธรรมราช

อันดับ 13 วค. อุบลราชธานี

อันดับ 14 วค. นพพสุตรี

อันดับ 15 วค. อุดรธานี

อันดับ 16 วค. เชียงใหม่

อันดับ 17 วค. มหาสารคาม

อันดับ 18 วค. นครราชสีมา

สำหรับทักษะในการบวก วค. สงขลา, วค. บ้านสมเด็จ, วค. ยะลา, จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้สูง ส่วน วค. พิบูลสงคราม, วค. อุดรธานี, วค. มหาสารคาม, วค. นครราชสีมา จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้ต่ำ, นอกนั้นจัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง.

สำหรับทักษะในการลบ วค. สงขลา, วค. บ้านสมเด็จ, วค. ยะลา จัดเป็นกลุ่มสูงที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูง ส่วน วค. พิบูลสงคราม, วค. มหาสารคาม, วค. นครราชสีมา และ ผค. นครปฐม จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้ต่ำ นอกนั้นเป็นกลุ่มปานกลาง.

สำหรับทักษะในการคูณ วค. พิบูลสงคราม, วค. สงขลา, วค. อุดรธานี, จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้สูง ส่วน วค. อุบลราชธานี, วค. มหาสารคาม, วค. นครราชสีมา จัดเป็นกลุ่มที่มีทักษะด้านนี้ต่ำ นอกนั้นเป็นกลุ่มปานกลาง.

สำหรับทักษะในการหาร วค. พิบูลสงคราม, ว. หมู่บ้านจอมบึง และ วค. พระนคร จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้สูง ส่วน วค. นครราชสีมา, วค. เชียงใหม่, วค. มหาสารคาม จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้ต่ำ นอกนั้นเป็นกลุ่มปานกลาง.

สำหรับทักษะในการยกกำลัง วค. พิบูลสงคราม, วค. พระนคร, วค. อุบลราชธานี, วค. จันทบุรี, วค. อุดรธานี จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพด้านนี้สูง ส่วน วค. ยะลา, วค. เชียงใหม่, ว. หมู่บ้านจอมบึง จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพด้านนี้ต่ำ นอกนั้นเป็นกลุ่มปานกลาง.

สำหรับทักษะในการถอดถอน วค. พิบูลสงคราม, วค. พระนคร, วค. บ้านสมเด็จ และ ผค. นครปฐม จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้สูง ส่วน วค. เชียงใหม่, วค. นครราชสีมา, วค. เพชรบุรี, วค. ยะลา และ วค. อุบลราชธานี จัดเป็นกลุ่มที่มีสมรรถภาพทักษะด้านนี้ต่ำ นอกนั้นเป็นกลุ่มปานกลาง.

และถ้าพิจารณาถึงทักษะโดยรวม ทุกชนิดแล้ว นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลามีสสมรรถภาพด้านทักษะสูงที่สุด แต่นักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา มีสมรรถภาพด้านทักษะรวม ๆ นี้ต่ำที่สุด พิสัยของคะแนนเฉลี่ยของทักษะรวมอยู่ระหว่าง 12.85 ถึง 21.98 และมีอยู่เพียงสถานศึกษาเดียวเท่านั้นที่ทำคะแนนเฉลี่ยได้เกินครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มคือ วิทยาลัยครูสงขลา.

เมื่อพิจารณาสมรรถภาพทักษะโดยรวม ๆ สำหรับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแล้ว จะเห็นว่ามีคะแนนเฉลี่ย 16.11 ซึ่งต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเล็กน้อย จึงกล่าวได้ว่านักเรียนกลุ่มนี้มีสมรรถภาพทักษะต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

2.20 เปรียบเทียบสมรรถภาพด้านผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับแต่ละสถานศึกษา

ตาราง 35. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
แต่ละฉบับ ระหว่างสถานศึกษา (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

สถานศึกษา	คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ			รวม
	คณ. 1	คณ. 2	คณ. 3	
วค. อุดรราชธานี	12.29	11.85	10.38	11.51
วค. อุดรธานี	13.00	14.97	11.20	13.06
วค. นครราชสีมา	13.95	13.68	10.12	12.58
คค. สกลนคร	11.48	11.46	9.24	10.73
วค. นครสวรรค์	10.56	9.96	7.52	9.35
วค. อุดรดิตถ์	11.00	10.62	9.27	10.30
วค. พิบูลสงคราม	10.44	9.67	9.90	10.00
วค. เทนสวรี	11.86	11.95	12.05	11.95
คค. นครปฐม	13.28	14.48	11.34	13.03
คค. นครศรีธรรมราช	12.09	13.49	10.65	12.08
วค. สงขลา	13.54	10.38	10.69	11.54
วค. ยะลา	15.36	13.36	11.84	13.52
วค. บ้านสมเด็จเจ้าพระยา	8.74	11.64	9.05	9.81
วค. พระนคร	13.54	14.76	13.27	13.86
วค. มหาสารคาม	9.47	12.20	8.03	9.90
วค. เชียงใหม่	12.38	11.56	8.91	10.95
ว. หนองบัวลำภู	8.47	9.32	6.94	8.24
วค. จันทบุรี	12.85	10.88	9.18	10.97
รวม	11.96	12.07	10.03	11.36

ตัวเลขในตาราง 35 เป็นคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ฉบับของแต่ละสถานศึกษาเช่นเดียวกับตาราง 34 หน้า 101 และเราอาจตีความหมายของข้อมูลนี้ตามแนวตั้งได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาแต่ละเรื่องซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ 3 ฉบับนี้ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว สถานศึกษาใดมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงที่สุด หรือต่ำที่สุด ทั้งนี้ดูได้จากคะแนนเฉลี่ยที่ปรากฏในช่องแบบทดสอบนั้น ๆ.

เพื่อให้การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาที่วัดโดยแบบทดสอบเหล่านี้ชัดเจนยิ่งขึ้น จะได้จัดอันดับให้เห็นดังนี้

อันดับ	คณ. 1	คณ. 2	คณ. 3	รวม
1	วค. ยะลา	วค. อุดรธานี	วค. พระนคร	วค. พระนคร
2	วค. นครราชสีมา	วค. พระนคร	วค. เพชรบุรี	วค. ยะลา
3	วค. สงขลา	ผก. นครปฐม	วค. ยะลา	วค. อุดรธานี
4	วค. พระนคร	วค. นครราชสีมา	ผก. นครปฐม	ผก. นครปฐม
5	ผก. นครปฐม	ผก. นครศรีฯ	วค. อุดรธานี	วค. นครราชสีมา
6	วค. อุดรธานี	วค. ยะลา	วค. สงขลา	ผก. นครศรีฯ
7	วค. จันทบุรี	วค. มหาสารคาม	ผก. นครศรีฯ	วค. เพชรบุรี
8	วค. เชียงใหม่	วค. เพชรบุรี	วค. อุบลราชธานี	วค. สงขลา
9	วค. อุบลราชธานี	วค. อุบลราชธานี	วค. นครราชสีมา	วค. อุบลราชธานี
10	ผก. นครศรีฯ	วค. บ้านสมเด็จฯ	วค. พิบูลสงคราม	วค. จันทบุรี
11	วค. เพชรบุรี	วค. เชียงใหม่	วค. อุดรธานี	วค. เชียงใหม่
12	ผก. สกลนคร	ผก. สกลนคร	ผก. สกลนคร	ผก. สกลนคร
13	วค. อุดรธานี	วค. จันทบุรี	วค. จันทบุรี	วค. อุดรธานี
14	วค. นครสวรรค์	วค. อุดรธานี	วค. บ้านสมเด็จฯ	วค. พิบูลสงคราม
15	วค. พิบูลสงคราม	วค. สงขลา	วค. เชียงใหม่	วค. มหาสารคาม
16	วค. มหาสารคาม	วค. นครสวรรค์	วค. มหาสารคาม	วค. บ้านสมเด็จฯ
17	วค. บ้านสมเด็จฯ	วค. พิบูลสงคราม	วค. นครสวรรค์	วค. นครสวรรค์
18	ว. หนองบัวลำภู	ว. หนองบัวลำภู	ว. หนองบัวลำภู	ว. หนองบัวลำภู

จากของรวมจะเห็นได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับนั้น นักเรียน วค. พระนคร มีผลสัมฤทธิ์สูงที่สุด และนักเรียน ว. ทุมมานจอมบึงมีผลสัมฤทธิ์ต่ำสุด.

2.30 การทดสอบนัยสำคัญของผลต่างของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบต่าง ๆ ระหว่างแต่ละภูมิลานศึกษาและระหว่างเพศ

แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบต่าง ๆ ดังปรากฏในตาราง 34 หน้า 101 และตาราง 35 หน้า 109 จะแตกต่างกัน แต่ก็ยังเชื่อไม่ได้ว่า คะแนนเฉลี่ยแต่ละภูมิลานศึกษานั้นแตกต่างกันจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ จึงต้องทดสอบนัยสำคัญของผลต่างเหล่านั้น โดยใช้เทคนิค t -test เสียก่อน

2.31 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างสถานศึกษา

ผลการทดสอบนัยสำคัญของผลต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ปรากฏว่า t ดังตาราง 36.

ตาราง 36. แสดงค่า t สำหรับผลต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทักษะ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ระหว่างแต่ละคู่สถานศึกษา (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)

วางสถานศึกษา	มวก	ลบ	บุญ	นาร	กำลัง	กรณจ	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
- อุดรธานี	3.91**	0.27	4.13**	1.65	1.49	1.06	0.77	2.82**	0.81	85
- นครราชสีมา	2.98*	1.39	2.10*	6.88*	2.07*	0.92	2.17*	2.15*	0.33	91
- สกลนคร	4.71**	3.16**	3.61**	0.70	1.31	3.19**	1.09	0.71	1.12	83
- นครสวรรค์	1.32	0.28	4.89**	0.67	2.54*	1.95	2.89**	2.88**	4.29**	100
- อุตรดิตถ์	1.77	2.40*	5.90**	1.16	0.33	1.81	1.79	1.72	1.39	87
- พิจิตรสงคราม	12.97**	9.56**	10.34**	6.58**	3.84**	0.32	10.64**	2.88**	0.51	89
- เพชรบูรณ์	1.05	2.27*	4.00**	2.28*	3.04**	0.33	0.58	0.13	1.78	93
- นครปฐม	0.11	1.31	4.04**	0.28	1.98*	4.59**	1.51	3.31**	1.20	100
- นครศรีฯ	0.77	0.92	3.57**	0.04	2.11*	0.32	0.29	2.10*	0.33	97
- สงขลา	19.94**	9.75**	6.66**	0.92	0.94	0.70	1.54	1.70	0.22	76
- ยะลา	7.64**	6.50**	5.33**	1.57	5.15**	0.17	3.48**	1.78	1.79	95
- บานสมเด็จฯ	10.16**	7.46**	5.77**	1.07	1.29	4.53**	5.75**	0.29	1.92	89
- พระนครศรีฯ	2.98**	4.32**	4.82**	2.60*	3.27**	6.38**	1.49	3.68**	2.84**	87
- มหาสารคาม	2.60*	1.11	0.25	3.55**	2.21*	1.09	3.97**	0.48	3.51**	80
- เชียงใหม่	1.58	1.72	4.00**	4.60**	4.41**	3.67**	0.11	0.34	1.59	82
- หนองบัวลำภู	1.73	0.62	4.18**	2.69**	3.07**	3.11**	5.70**	3.26**	5.17**	84
- จันทบุรี	2.24*	1.09	6.40**	1.91	0.08	2.12*	0.75	1.17	1.45	90

ตาราง 36. (ต่อ)

หน่วยงานศึกษา	บวก	ลบ	คุณ	หาร	กำลัง	กรณ.๓	คณ.๑	คณ.๒	คณ.๓	df.
- นครราชสีมา	1.58	1.10	2.53*	4.62**	0.56	1.75	0.93	1.08	1.02	74
- สกลนคร	8.22**	3.39**	0.94	2.36*	0.14	1.69	1.50	3.31**	1.59	66
- นครสวรรค์	4.86**	0.56	0.16	2.38*	1.08	0.53	2.68**	4.76**	3.82**	83
- อุตรดิตถ์	4.84*	2.62*	2.05*	2.88**	0.94	0.51	2.01*	3.99**	1.82	70
- พิจิตร	7.03**	9.32**	5.31**	8.00**	2.26*	1.35	8.60**	4.74**	1.10	72
- เพชรบูรณ์	3.17**	2.55*	0.67	0.38	1.49	1.29	1.13	2.57*	0.73	76
- นครปฐม	3.88**	1.02	0.82	1.53	0.39	2.59	0.29*	0.43	0.13	83
- นครศรีฯ	3.04**	1.15	1.11	1.71	0.86	0.79	0.93	1.30	0.50	80
- สงขลา	23.03**	10.02**	3.65**	2.10*	0.22	0.08	0.51	3.85**	0.32	59
- ยะลา	10.47**	6.75**	1.45	0.10	3.96**	1.10	2.11*	1.37	0.60	78
- บานสมเด็จฯ	13.25**	7.71**	1.27	0.82	0.04	2.74**	4.61**	3.05**	2.19*	72
- พระนครศรีฯ	6.91**	4.61**	0.42	4.37**	4.89**	3.73**	0.50	0.19	1.68	70
- มหาสารคาม	0.91	0.89	3.82*	1.64	0.95	0.13	3.58**	2.50*	3.28**	63
- เชียงใหม่	2.33*	2.02*	1.02	2.41*	2.83**	8.95**	0.60	2.97**	1.98	65
- หนองบัวลำภู	5.31**	0.90	0.48	4.32**	1.62	1.43	4.72**	5.00**	4.43**	67
- จันทบุรี	1.77	1.36	1.26	0.07	1.44	0.64	0.15	3.51**	1.87	73

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ลบ	คุณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	กณ.1	กณ.2	กณ.3	df.
นครราชสีมา - สกล	8.07**	4.45**	1.76	7.99**	0.68	3.81**	2.58*	2.79**	0.82	72
- นครสวรรค์	4.12**	1.72	2.95**	8.27**	0.55	2.69**	4.53**	4.76**	3.50**	89
- อุตรดิตถ์	4.13**	3.57**	4.53**	9.14**	1.42	2.25*	3.48**	3.68**	0.98	76
- หนองคาย	11.91**	9.84**	8.85**	14.23**	1.70	0.69	8.55**	4.63**	0.22	78
- เพชรบูรณ์	2.06*	3.84**	2.14*	5.19**	0.94	0.58	2.42*	1.48	1.95	82
- นครปฐม	2.94**	0.10	2.08*	7.61**	0.20	5.16**	0.84	0.88	1.42	89
- นครศรีฯ	1.97	2.09*	1.65	7.03**	0.41	1.20	2.22*	0.22	0.61	86
- สงขลา	29.14**	11.54**	5.61**	5.39**	0.66	1.23	0.45	3.44**	0.39	65
- ยะลา	10.39**	7.99**	3.92**	4.89**	3.56**	0.64	1.42	0.34	1.96	84
- ปทุมธานี	13.82**	9.04**	4.14**	6.99**	0.53	5.08**	6.82**	2.45*	1.39	78
- พระนครศรีฯ	6.65**	6.02**	2.78**	11.79**	5.58**	6.83**	0.43	1.20	2.95**	76
- มหาสารคาม	0.37	0.07	1.76	3.37**	0.50	1.86	5.33**	1.73	2.80**	69
- เชียงใหม่	1.12	3.42**	1.95	3.34**	2.29*	2.60*	1.73	2.28*	1.23	71
- หนองบัวลำภู	4.65**	2.11*	2.34*	10.63**	1.11	3.78**	6.79**	4.93**	4.28**	73
- จันทบุรี	0.43	2.53*	4.58**	5.40**	2.03*	2.87**	1.26	3.02**	1.06	79

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ลบ	คุณ	หาร	กำลัง	กรณ	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
สกล - นครสวรรค์	3.06**	2.96**	0.95	0.05	1.18	1.38	1.28	2.15*	1.77	81
- อุดรดิต	2.04*	0.53	3.04**	0.44	0.80	1.29	0.59	1.02	0.03	68
- พิบูลสงคราม	17.90**	10.50**	6.82*	6.05**	2.32*	3.62**	10.70**	2.25*	0.55	70
- เทพสตรี	6.01**	1.25	0.32	3.12**	1.59	3.37**	0.45	0.75	2.40	74
- นครปฐม	4.91**	4.40**	0.18	1.05	0.52	0.82	2.33*	4.02**	1.98	81
- นครศรีฯ	5.28**	1.97	0.17	0.66	0.96	2.86**	0.74	2.80**	1.31	78
- สงขลา	12.63**	5.61**	4.47**	0.44	0.11	1.38	2.27*	1.12	0.91	57
- ยะลา	3.70**	2.94**	2.42*	2.30*	3.99**	2.99**	3.99**	2.42*	2.41*	76
- บ้านสมเด็จฯ	5.51**	3.71**	2.38*	1.89	0.09	1.09	3.73**	0.44	0.19	70
- พระนคร	2.13*	0.54	0.69	1.89	4.59**	1.94	2.20*	4.41**	3.26**	68
- มหาสารคาม	6.60**	3.75**	3.26**	4.41**	1.05	2.04*	2.47*	1.19	1.24	61
- เชียงใหม่	6.12**	1.90	0.02	5.63**	2.87**	6.13**	1.00	0.28	0.29	63
- หนองจอก	2.75**	2.69**	0.52	2.03*	1.71	0.44	3.86**	2.65**	2.37*	65
- จันทบุรี	6.82**	2.19*	2.52*	2.72**	1.26	1.29	1.61	0.56	0.06	71
นครสวรรค์ - อุดรฯ	0.60	2.21*	2.44*	0.50	1.84	0.01	0.63	1.06	2.35*	85
- พิบูลสงคราม	12.88**	10.18**	6.32**	6.24**	1.06	2.37*	12.26**	0.44	2.63**	87
- เทพสตรี	2.34*	2.02*	0.62	3.18**	0.34	2.18**	1.81	2.61*	5.14**	91
- นครปฐม	1.45	1.65	0.82	1.04	0.77	2.45*	4.27**	6.29**	5.21**	98
- นครศรีฯ	1.99*	0.70	1.16	0.63	0.05	1.60	2.21*	5.01**	4.11**	95
- สงขลา	15.67**	9.61**	4.02**	0.48	1.07	0.48	3.75**	0.54	2.27*	74
- ยะลา	6.15**	6.34**	1.78	2.32*	3.06**	1.85	5.53**	4.38**	5.71**	93

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ดบ	กฐ	หาว	กำลัง	กรณ	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
นครสวรรค์										
- บ้านสมเด็จ	8.21*	7.29*	1.65	1.91	1.00	2.60*	3.05**	2.68*	2.45*	87
- พระนคร	1.31	4.11*	0.32	2.00*	5.97*	3.88*	3.61*	6.74*	5.94*	85
- มหาสารคาม	3.59*	1.36	4.47*	4.51*	0.03	0.75	1.58	3.41*	0.86	78
- เชียงใหม่	2.74*	1.45	1.07	5.82*	1.62	5.25*	2.34*	2.14*	1.58	80
- หมู่บ้านจอมบึง	0.35	0.34	0.39	2.14*	0.55	1.06	3.21*	0.92	0.98	82
- จันทรเกษม	3.36*	0.83	1.71	2.76*	2.52*	0.12	3.14*	1.22	2.14*	88
อุตรดิตถ์ - พิษณุ										
- ดพบุรี	11.17**	9.11**	2.72**	5.90**	2.84**	2.17	11.20**	1.31	0.62	74
- นครปฐม	2.64**	0.59	2.82**	3.79*	2.21*	2.03*	1.05	1.64	2.81**	78
- นครศรีฯ	1.88	3.52**	3.01*	1.59	1.31	2.26*	3.02**	5.00**	2.41*	85
- สงขลา	2.34*	1.36	3.24**	1.12	1.58	1.49	1.36	3.78**	1.57	82
- ยะลา	11.95**	5.94**	1.90	0.16	0.58	0.47	2.85**	0.28	0.97	61
- บ้านสมเด็จฯ	5.02**	3.36**	0.59	2.83**	4.31**	1.75	4.56**	3.31**	2.92**	80
- พระนคร	6.62**	4.11**	0.96	2.50*	0.83	2.43*	3.14**	1.48	0.28	74
- มหาสารคาม	0.45	1.10	2.72**	1.52	3.11**	3.53**	2.76**	5.41**	3.75**	72
- เชียงใหม่	3.75**	3.06**	5.61**	5.14**	1.67	0.72	1.91	2.21*	1.66	65
- หมู่บ้านจอมบึง	3.00**	1.18	3.23**	6.61**	3.30**	4.91**	1.57	1.18	0.37	67
- จันทรเกษม	0.30	1.35	2.65**	1.69	2.30*	0.97	3.31**	1.74	3.13**	69
	3.53**	1.50	1.14	3.35**	0.26	0.10	2.22*	0.32	0.11	75

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
พิษณุโลก - เทพสตรี	13.18*	12.05**	6.60**	9.36*	0.76	1.05	10.40**	2.69*	1.93	80
- นครปฐม	13.31	10.19*	6.97**	7.39*	2.03*	5.20*	9.59**	5.93**	1.44	87
- นครศรีฯ	11.23**	8.04*	7.15*	6.59**	0.92	0.65	10.36**	4.79**	0.74	94
- สงขลา	54.65*	18.61**	0.15	3.91**	1.92	0.89	8.68*	0.82	0.51	63
- ยะลา	17.74**	14.27**	3.42**	8.04**	2.42*	0.08	6.98**	4.28**	1.91	82
- บานสมเด็จฯ	23.32*	15.60**	4.18**	8.32**	2.01*	5.04*	13.74*	2.70**	0.91	70
- พระนครศรีฯ	18.28**	14.07**	6.80**	4.87**	7.76**	7.26*	8.54**	6.32**	2.85*	74
- มหาสารคาม	7.25**	5.82**	9.89**	10.47**	0.84	1.43	12.52**	3.34**	2.05*	67
- เชียงใหม่	10.49**	13.05*	7.34*	12.16**	0.65	3.61**	9.70**	2.26*	0.89	69
- หนองบัวลำภู	13.73*	10.74**	6.38**	4.24**	0.45	3.61**	13.63**	0.44	3.21*	71
- จันทบุรี	9.98**	10.36**	4.71**	8.88**	3.87**	2.57*	9.53**	1.44	0.70	77
เทพสตรี - นครปฐม	0.95	3.79**	0.16	2.24	1.21	4.71**	1.85	2.85**	0.72	91
- นครศรีฯ	0.18	0.98	0.50	2.35*	0.34	0.63	0.28	1.75	1.38	88
- สงขลา	23.91*	7.67**	4.30**	2.51*	1.37	0.88	1.86	1.66	0.88	67
- ยะลา	8.74*	4.56**	2.18*	0.51	2.91**	0.12	3.61*	1.50	0.20	86
- บานสมเด็จฯ	11.67**	5.47**	2.11*	1.43	1.35	4.65*	4.25**	0.38	3.32*	80
- พระนครศรีฯ	4.35**	2.08*	0.34	5.64**	6.75**	6.35*	1.80	3.18**	1.05	78
- มหาสารคาม	1.85	3.01**	3.63**	1.49	0.25	1.34	2.94*	0.29	4.54*	71
- เชียงใหม่	0.67	0.72	0.37	2.47*	1.37	3.22**	0.58	0.43	2.87**	73
- หนองบัวลำภู	2.80**	1.70	0.21	5.40**	0.24	3.29**	4.35**	3.04**	5.80**	75
- จันทบุรี	1.36	1.13	2.22*	0.36	3.03**	2.35**	1.17	1.18	2.84**	81

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	ณ.1	ณ.2	ณ.3	df.
นครปฐม - นครศรีฯ	0.68	2.03*	0.36	0.33	0.59	4.16**	1.61	1.18	0.78	95
- สงขลา	20.85**	11.54**	4.46*	1.16	0.53	2.20*	0.31	4.51**	0.44	74
- ยะลา	7.82**	7.96**	2.37*	1.45	3.85*	4.13*	2.28*	1.25	0.58	93
- บานสมเด็จฯ	10.45**	9.02**	2.33*	0.88	0.38	0.37	6.92**	3.67**	3.02**	87
- พระนกร	3.18**	5.98**	0.54	3.25**	5.68**	1.21	0.30	0.33	1.82	85
- มหาสารคาม	2.55*	0.14	3.65**	3.66**	0.68	3.15**	5.12**	2.85**	4.49**	78
- เชียงใหม่	1.51	3.36**	0.22	4.97*	2.66**	7.71*	1.10	3.33**	2.49*	80
- หนองบัวลำภู	1.87	2.04*	0.37	3.26*	1.36	1.41	6.82**	6.23**	6.01**	82
- จันทบุรี	2.18*	2.46*	2.49*	1.82	1.94	2.38*	0.55	4.10**	2.44*	88
นครศรีฯ - สงขลา	19.69**	7.69**	4.62**	0.90	0.91	0.51	1.65	3.46**	0.02	71
- ยะลา	8.07**	4.93**	2.60*	1.63	2.76**	0.44	3.45**	0.15	1.32	90
- บานสมเด็จฯ	10.54**	5.73**	2.60*	1.13	0.82	4.15*	4.73**	2.43*	2.04*	84
- พระนกร	3.67**	2.75**	0.91	2.58*	4.97**	5.84**	1.60	1.52	2.42*	82
- มหาสารคาม	1.86	1.77	3.21**	3.63**	0.08	0.77	3.31**	1.64	3.43**	75
- เชียงใหม่	0.77	0.43	0.17	4.72**	1.39	3.87**	0.34	3.23*	1.75	77
- หนองบัวลำภู	2.40*	0.42	0.71	2.67*	0.51	2.72**	4.80**	5.11**	4.87**	79
- จันทบุรี	1.39	0.01	2.78**	1.98	2.08*	1.76	0.93	3.02**	1.63	85

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ลบ	คุณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
สงขลา - ยะลา	5.04*	2.56*	2.41*	2.05*	3.49*	0.77	1.77	3.11*	0.78	69
- บ้านสมเด็จฯ	4.63**	1.84	2.80**	1.69	0.18	2.19*	5.93**	1.50	1.16	63
- พระนคร	18.09**	5.70**	4.25**	0.77	3.54**	2.80**	0.00	4.84**	1.62	61
- มหาสารคาม	18.88**	9.59**	6.45**	3.37**	0.99	0.01	4.61**	2.11*	1.90	54
- เชียงใหม่	21.16**	8.71**	4.63**	3.93**	2.35*	2.90**	1.23	1.26	1.16	56
- หมู่บ้านจอมบึง	15.68**	9.36**	4.16**	0.94	1.49	1.15	5.96**	1.19	2.68**	58
- จันทรเกษม	22.58**	8.60**	3.01**	2.27*	0.89	0.56	0.75	0.52	1.02	64
ยะลา - บ้านสมเด็จฯ	1.05	0.73	0.32	0.72	3.68**	4.16**	7.51**	2.07*	3.58**	82
- พระนคร	5.65**	2.72**	2.05*	4.36**	8.05**	5.54**	1.73	1.57	1.33	80
- มหาสารคาม	9.06**	6.73**	5.04**	1.80	2.69**	1.11	6.20**	1.36	5.22**	73
- เชียงใหม่	8.76**	5.38**	2.58*	2.62*	1.97	3.05**	2.95**	1.94	2.95**	75
- หมู่บ้านจอมบึง	5.93**	6.09**	2.01*	4.31**	2.60*	2.85**	7.49**	4.60**	6.49**	77
- จันทรเกษม	9.35**	5.48**	0.46	0.19	5.17**	2.00*	2.56*	2.68**	2.95**	83
บ้านสมเด็จฯ-พระนคร	8.00**	3.58**	1.97	4.30**	4.29**	0.69	5.71**	4.06**	4.28**	74
- มหาสารคาม	11.35**	7.57**	5.41**	2.92**	0.91	3.24**	1.02	0.78	1.62	67
- เชียงใหม่	11.39**	6.35**	2.58*	4.20**	2.50*	7.43**	4.60**	0.10	0.16	69
- หมู่บ้านจอมบึง	8.00**	7.04**	1.91	4.19**	1.48	1.65	0.41	3.09**	3.39**	71
- จันทรเกษม	5.34**	6.39**	0.13	1.03	1.24	2.53*	5.51**	0.95	0.15	77

ตาราง 36. (ต่อ)

ระหว่างสถานศึกษา	บวก	ภ	คณ	หาร	กำลัง	กรณท	คณ.1	คณ.2	คณ.3	df.
พระนคร - สารคาม	5.23*	4.76*	4.37*	7.05*	5.09*	4.57*	4.47*	3.23*	5.40*	65
- เชียงใหม่	4.57*	2.93*	0.80	9.06*	8.36*	9.56*	1.19	3.67*	3.75*	67
- หมู่บ้านจอมบึง	0.93	3.81*	0.11	0.34	6.52*	2.75*	5.76*	6.62*	6.54*	69
- จันทรเกษม	5.34*	3.16*	2.10*	5.11*	3.45*	3.84*	0.73	4.45*	3.76*	75
สารคาม - เชียงใหม่	1.19	2.58*	3.59**	0.70	1.31	4.37*	3.36*	0.77	0.99	60
- หมู่บ้านจอมบึง	3.98*	1.64	3.82**	6.68*	0.43	1.79	1.32	3.71*	1.83	62
- จันทรเกษม	0.66	2.01*	5.95**	1.80	2.17*	0.89	4.10*	1.60	1.47	68
เชียงใหม่ - จอมบึง	3.17*	1.10	0.59	8.24*	1.02	6.35*	4.69*	2.62*	2.24*	64
- จันทรเกษม	0.62	0.51	2.79**	2.79*	4.45*	5.47*	0.53	0.76	0.27	70
จอมบึง - จันทรเกษม	3.81*	0.51	1.99	4.94*	3.06*	0.96	5.54*	1.81	2.89*	72

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 36 จะเห็นได้ว่า ในจำนวนคู่สถานศึกษา 153 คู่ นั้นมีอยู่หลายคู่ที่คะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบแต่ละฉบับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีอยู่บางคู่ที่คะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบนั้น ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีอยู่หลายคู่ที่คะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบนั้น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้พิจารณาได้จากตาราง 36 ว่าถ้าคู่สถานศึกษาใดมีเครื่องหมายดอกจัน (*) กำกับค่า t ไว้ 2 ดอก แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของสถานศึกษานั้นแตกต่างกันจริงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ถ้าคู่สถานศึกษาใดมีเครื่องหมาย

คอกจัน กำกับค่า t ไว้ 1 คอก แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของสถานศึกษาคู่หนึ่ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และถ้าคู่สถานศึกษาใดไม่มีเครื่องหมายคอกจันกำกับค่า t ไว้เลย แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของสถานศึกษาคู่หนึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือไม่แตกต่างกัน. โดยอาศัยการพิจารณาค่า t ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงกล่าวนี้จึงอาจสรุปได้ว่า นักเรียนของสถานศึกษาหนึ่งมีสมรรถภาพด้านทักษะหรือผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดีกว่านักเรียนของอีกสถานศึกษาหนึ่ง และถ้าปรากฏว่าค่า t สำหรับแบบทดสอบฉบับใดฉบับหนึ่งในคู่สถานศึกษาหนึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อาจสรุปว่า นักเรียนของสถานศึกษาทั้งสองนั้นมีสมรรถภาพด้านทักษะหรือผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปาน ๆ กัน. และถ้าอยากจะทราบต่อไปว่า นักเรียนของสถานศึกษาใดในคู่หนึ่งเก่งกว่ากัน ก็ต้องกลับไปดูคะแนนเฉลี่ยของสถานศึกษาคู่หนึ่งในตาราง 34 และตาราง 35 อีกครั้งหนึ่ง. เช่นในของแบบทดสอบในการบวก ปรากฏว่าคู่สถานศึกษาอุบลราชธานี - อุดรธานีมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อกลับไปดูตาราง 34 จะพบว่า สำหรับ วค. อุบลราชธานีมีคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการบวกเป็น 19.13 ส่วน วค. อุดรธานีมีคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบฉบับเดียวกันนี้เป็น 14.71 โดยข้อมูลนี้จึงสรุปได้ว่า นักเรียนของ วค. อุบลราชธานีมีสมรรถภาพด้านทักษะในการบวกดีกว่านักเรียนของ วค. อุดรธานี เมื่อสมรรถภาพด้านนี้วัดโดยแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

สำหรับคู่ อุบลราชธานี - นครสวรรค์ จากตาราง 36 จะพบว่าคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการบวก แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจากตาราง 34 พบว่า วค. อุบลราชธานีมีคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทักษะในการบวก 19.13 ส่วน วค. นครสวรรค์เป็น 20.68 แม้คะแนนเฉลี่ยนี้จะแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสรุปได้ว่า นักเรียนของ วค. อุบลราชธานีและนักเรียนของ วค. นครสวรรค์ มีสมรรถภาพด้านทักษะในการบวกปาน ๆ กัน

ในทำนองเดียวกัน สำหรับสมรรถภาพด้านทักษะอื่น ๆ หรือผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบนั้น ๆ และสำหรับคู่สถานศึกษาอื่น ก็อาจพิจารณาความเด่น-ค้อยไว้โดยนัยเดียวกัน.

2.32 การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเพศ

ตาราง 37. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย, ผลต่างของคะแนนเฉลี่ย, และค่า t ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ระหว่างกลุ่มชายรวมและกลุ่มหญิงรวม

แบบทดสอบ		คะแนนเฉลี่ย		ผลต่าง	t-value
		กลุ่มชาย	กลุ่มหญิง		
ทักษะ	บวก	19.1215	21.8635	2.7420	4.664**
	ลบ	17.6253	19.5238	1.8885	3.384**
	คูณ	13.6278	15.8222	2.1944	4.786**
	หาร	12.5443	12.0444	0.4999	1.268
	กำลัง	18.0937	19.4889	1.3952	2.858**
	กรณฑ์	12.1595	12.3460	0.1865	.515
ผลสัมฤทธิ์	คณ.1	11.2506	12.8635	1.6129	5.325**
	คณ.2	11.3589	12.9841	1.6322	5.303**
	คณ.3	9.3266	10.9302	1.6036	4.722**

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 37 ชี้ให้เห็นว่า ระหว่างกลุ่มนักเรียนชายกับกลุ่มนักเรียนหญิงของทุกสถานศึกษานั้น เพศไม่มีสมรรถภาพด้านทักษะแต่ละชนิด และผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาแต่ละเรื่อง เคน-คอยกว่ากัน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ปรากฏในตาราง 37 อาจสรุปได้ว่า สำหรับสมรรถภาพด้านทักษะในการบวก, การลบ การคูณ และการยกกำลังนั้น นักเรียนกลุ่มหญิงดีกว่านักเรียนกลุ่มชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสมรรถภาพด้านทักษะในการหาร และการถอดกรณฑ์นักเรียนทั้งสองเพศมีสมรรถภาพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ หรือไม่แตกต่างกันเลย.

สำหรับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ฉบับ ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มหญิงมีผลสัมฤทธิ์คือนักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้ง 3 ฉบับ นั่นคือ นักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์คือนักเรียนชายในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามเนื้อหาต่อไปนี้

ตัวเงิน หุน และการแกสมการชนิดต่าง ๆ (คณ.1)

อัตราส่วน สัดสวน และการแปรผัน (คณ.2)

ดัชนี เซอร์ค และลูกการิหิม (คณ.3)

ซึ่งเป็นเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508.

2.40 เกณฑ์ปกติและเส้นภาพเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ระหว่างสถานศึกษาและระหว่างเพศ

เพื่อให้มองเห็นการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ชัดเจนยิ่งขึ้น ในตอนนี้จะได้นำเสนอผลการสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) และเส้นภาพ (Profiles) เปรียบเทียบทักษะและผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบต่าง ๆ ระหว่างแต่ละสถานศึกษาโดยยึดเกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบทดสอบนั้น ๆ เมื่อศึกษากับกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คนเป็นหลัก.

2.41 เกณฑ์ปกติ (Norms)

เกณฑ์ปกติในที่นี้ เป็นเกณฑ์ปกติที่สร้างขึ้นจากคะแนนของแบบทดสอบต่าง ๆ เมื่อศึกษากับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน วิธีสร้างก็นำคะแนนจากแบบทดสอบนั้น ๆ มาแปลงเป็นคะแนน T ปกติ (Normalized T-score) เพื่อให้คะแนนต่าง ๆ เหล่านั้นมีช่วงเท่ากัน และมีหน่วยเป็นมาตราเดียวกัน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบสมรรถภาพของนักเรียนจากสถานศึกษาต่าง ๆ

เกณฑ์ปกติของคะแนนจากแบบทดสอบทักษะ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้แสดงไว้ในตาราง 38 และตาราง 39

ตาราง 38. เกมปริศนาของแบบทดสอบทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ เมื่อคิด
กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

คะแนนดิบ	คะแนน T ปริศนาของแบบทดสอบทักษะ					
	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์
40						
39		79				
38	75	74				
37	71	71	81		81	
36	68	70	78		78	
35	66	69	77		76	
34	64	68	76		74	
33	63	67	74		71	
32	63	67	73	81	70	
31	62	66	73	80	68	
30	61	64	72	78	67	
29	60	63	71	78	65	
28	59	62	70	77	64	
27	58	61	68	77	63	79
26	57	60	67	76	61	76
25	56	59	65	74	59	74
24	55	58	64	71	58	73
23	54	57	63	70	57	72
22	53	56	62	68	55	70
21	52	54	61	67	54	68
20	51	53	59	65	52	66
19	50	51	58	63	51	64
18	48	50	56	61	49	62
17	46	49	55	59	47	60
16	45	47	53	57	46	57
15	44	46	52	55	44	55
14	43	45	50	54	43	54
13	41	43	48	53	41	52
12	39	42	47	50	39	50
11	37	40	45	49	38	48
10	36	39	43	47	36	45
9	34	37	41	44	35	43
8	33	34	39	42	33	41
7	31	33	36	39	32	39
6	28	31	34	37	31	37
5	24	29	32	33	29	35
4	13	27	29	29	26	33
3		24	27	25	23	30
2		18	24	21	20	26
1			20			21

ตาราง 39. เหน้ปรกติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์
เมื่อศึกษากับกลุ่มรวมทั้งหมด 710 คน

คะแนนดิบ	คะแนน T ปรกติของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์		
	คณ.1	คณ.2	คณ.3
30			
29			
28			
27			
26			81
25	81	80	79
24	78	74	77
23	76	73	74
22	74	71	72
21	72	69	70
20	70	66	68
19	67	64	66
18	65	62	65
17	63	60	64
16	61	59	62
15	58	57	61
14	56	55	59
13	54	53	58
12	52	51	57
11	50	48	54
10	47	45	51
9	44	42	49
8	41	40	47
7	37	37	44
6	34	34	41
5	31	31	38
4	29	28	34
3	27	22	30
2	24		27
1	18		22

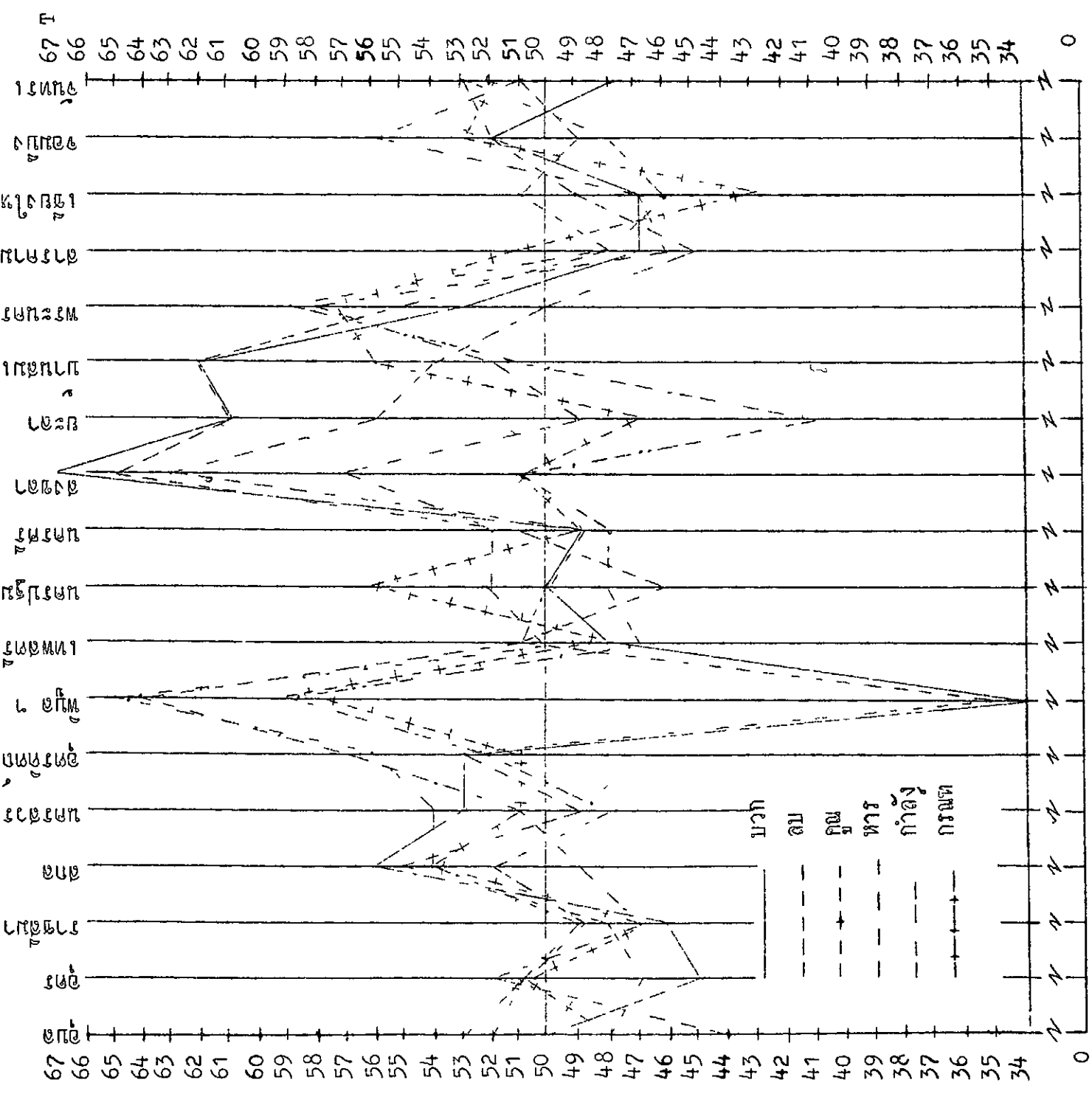
2.42 เสนภาพเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์

การนำเสนอภาพต่อไปนี้ มุ่งเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละสถานศึกษาว่า มีสมรรถภาพในแบบทดสอบต่าง ๆ เคน-คอยต่างกันเพียงไร และต่างจากเกณฑ์ปกติเพียงใด และมุ่งเปรียบเทียบสมรรถภาพดังกล่าวระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่างอีกด้วย.

การสร้างเสนภาพ ทำได้โดยนำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบต่าง ๆ ของแต่ละสถานศึกษา และ/หรือนำคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบต่าง ๆ ของแต่ละเพศ มาแปลงหน่วยเป็นคะแนน T ปกติ โดยการคำนวณ (interpolation) จากเกณฑ์ปกติของทักษะหรือผลสัมฤทธิ์นั้น ๆ ในตาราง 38 หรือตาราง 39 เสียก่อน แล้วจึงนำคะแนนเฉลี่ยในรูปของคะแนน T ปกติที่คำนวณได้ (ดังปรากฏในช่อง T-score ของตาราง 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32 และ 33) มากำหนดตำแหน่ง (Plot) ลงบนเส้นตั้ง ซึ่งแทนระดับสมรรถภาพด้านทักษะหรือผลสัมฤทธิ์ของสถานศึกษา ลากเส้นโยงติดต่อกันระหว่างจุดตำแหน่งสมรรถภาพของสถานศึกษา จะได้เสนภาพของสมรรถภาพในแบบทดสอบนั้น ๆ เปรียบเทียบกันระหว่างสถานศึกษา.

การอ่านเสนภาพจะต้องคำนึงถึงแกนกลางตรงคะแนน $T = 50$ ซึ่งเป็นเส้นแทนระดับความสามารถปานกลาง หรือเรียกว่าเกณฑ์ปกติของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจึงพิจารณาจุดเสนภาพของแต่ละแบบทดสอบว่า จุดหรือตำแหน่งไหนของสถานศึกษาใด สูงหรือต่ำกว่ากันเพียงใดหรือจุดหรือตำแหน่งของสถานศึกษานั้น ๆ สูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเพียงใด แล้วแปลผลหรือพิจารณาตาม "จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่อยู่เหนือกว่า" ได้ว่า นักเรียนของสถานศึกษาใด เก่ง-อ่อน หรือ เคน-คอย ในทักษะหรือผลสัมฤทธิ์ด้านใด และ เก่ง-อ่อน หรือ เคน-คอย กว่านักเรียนของสถานศึกษาอื่นมากน้อยเพียงไร ดังภาพ 1 และภาพ 2

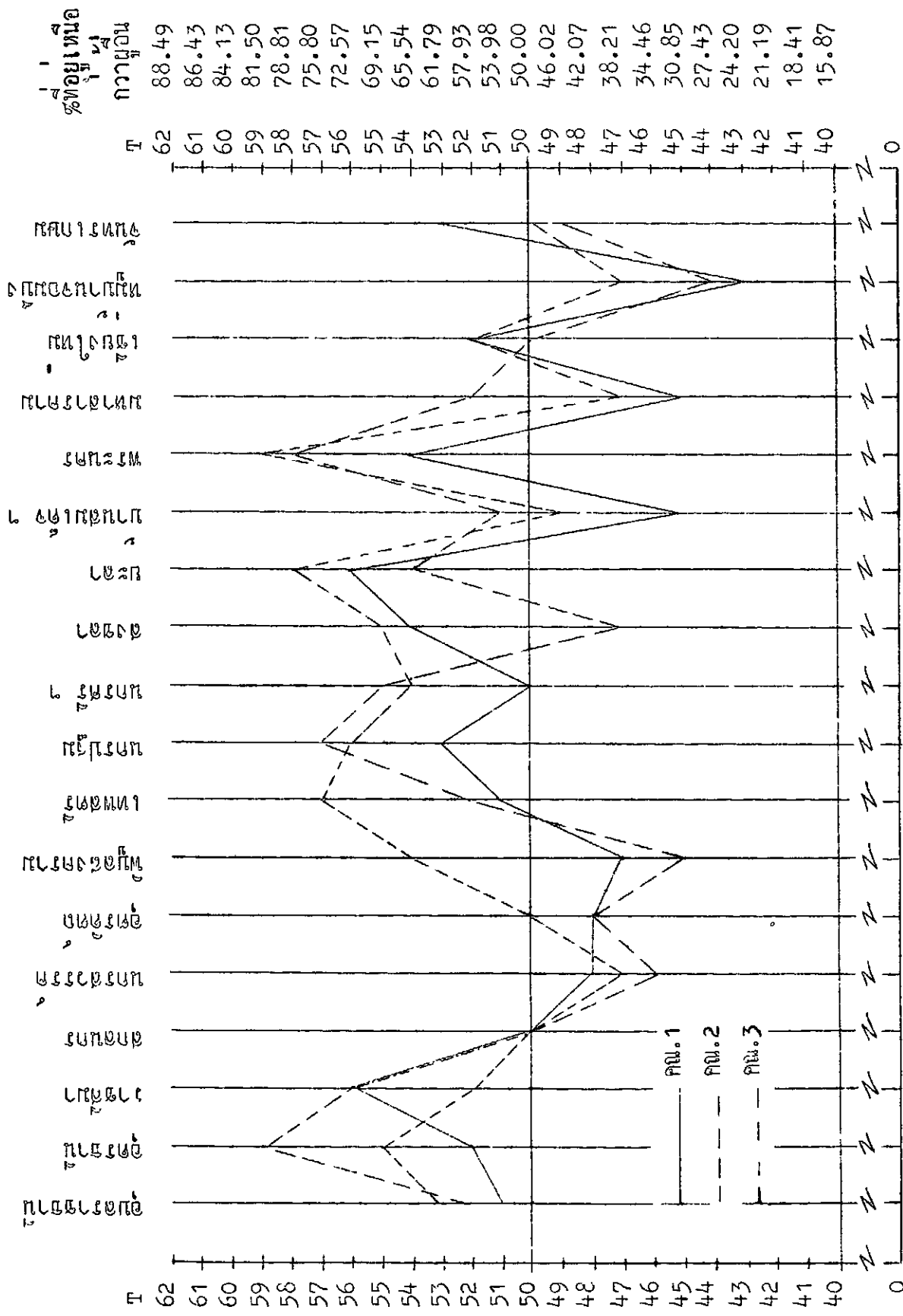
ในทำนองเดียวกัน การสร้างเสนภาพเปรียบเทียบระหว่างเพศ ก็ดำเนินการแบบเดียวกันกับการสร้างเสนภาพเปรียบเทียบระหว่างสถานศึกษา ต่างกันแต่จะใช้เส้นแทนสมรรถภาพของแบบทดสอบแต่ละฉบับและเสนภาพ 2 เส้นจะแทนสมรรถภาพของแต่ละเพศในแบบทดสอบต่าง ๆ ดังภาพ 3.



ภาพที่ 1. เส้นภาพเปรียบเทียบกะแน T ประกิดของกะแนเฉลี่ยใน แบบทดสอบทุกะต่าง ๆ ระหว่างสถานกัก

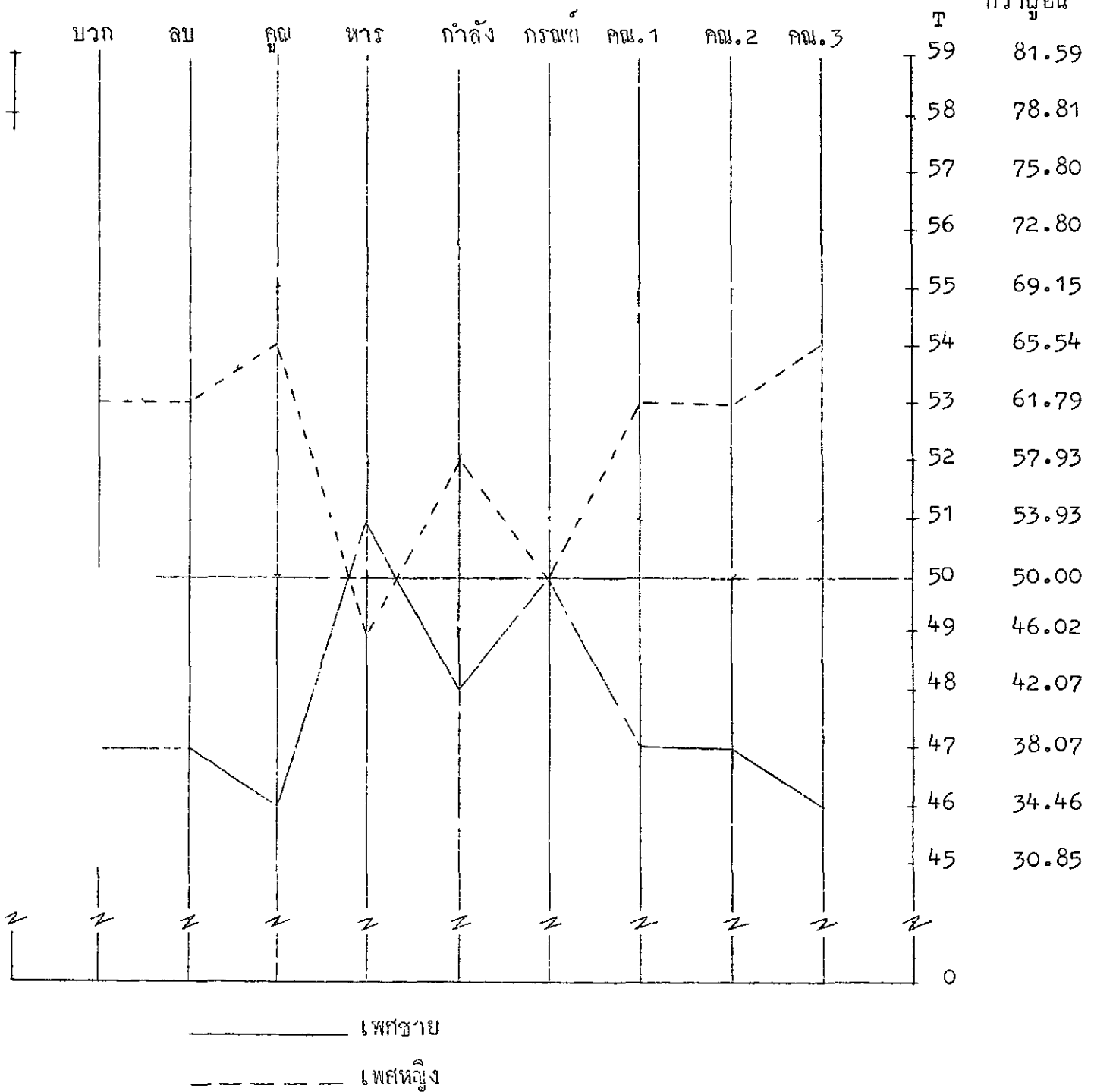
จากภาพ 1 เป็นเส้นภาพเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะ 6 ชนิด ระหว่างสถานศึกษา 18 แห่ง จึงมีเส้นภาพที่มีลักษณะต่างกัน 6 เส้นโยงต่อจุดตำแหน่งของคะแนนเฉลี่ยในทักษะนั้น ๆ ของแต่ละสถานศึกษา จากเส้นภาพในภาพ 1 นี้ อาจตีความหมายเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะต่าง ๆ ได้ ดังตัวอย่างการตีความหมายของเส้นภาพที่แทนสมรรถภาพทักษะในการบวกดังนี้

สำหรับเส้นภาพทักษะในการบวกจะเห็นได้ชัดว่า วค. อุบลราชธานี และ ผค. นครปฐม ที่มีสมรรถภาพทักษะในการบวกเท่ากับเกณฑ์ปกติ ก็คือมีคะแนน T ปกติของคะแนนเฉลี่ย = 50 และมีอยู่ 8 สถานศึกษาที่มีสมรรถภาพทักษะในการบวกต่ำกว่าเกณฑ์ปกติคือ วค. อุตรธานี, วค. นครราชสีมา, วค. พิบูลสงคราม, วค. เทพสตรี, ผค. นครศรีธรรมราช, วค. มหาสารคาม, วค. เชียงใหม่ และ วค. จันทรมณฑล ส่วนสถานศึกษานอกนั้น มีสมรรถภาพทักษะในการบวกสูงกว่าเกณฑ์ปกติ และที่สูงที่สุดคือ วค. สงขลา รองลงมาคือ วค. ยะลา และสถานศึกษาทั้งสองนี้มีสมรรถภาพทักษะในการบวกสูงกว่าเกณฑ์ปกติถึง 17 และ 12 ช่วงคะแนน T ปกติตามลำดับ ส่วน วค. พิบูลสงคราม และ วค. สงขลานั้น นักเรียนของทั้งสองสถานศึกษานี้ มีสมรรถภาพทักษะในการบวกต่างกันมากถึง 33 ช่วงคะแนน T ปกติ และจากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในทักษะการบวกของคู่สถานศึกษานี้ ปรากฏค่า t เป็น 54.64 (จากตาราง 36 หน้า 119) จึงสรุปได้ว่า ทั้งสองสถานศึกษานี้ นักเรียนมีสมรรถภาพทักษะในการบวกต่างกันจริงโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือโดยอาศัย "%ที่อยู่นอกกว่า" อาจกล่าวสรุปได้ว่า นักเรียน วค. สงขลา มีสมรรถภาพทักษะในการบวกสูงกว่านักเรียนในกลุ่มตัวอย่างถึง 95.54 % นั่นคือส่วนใหญ่ของนักเรียนใน วค. สงขลา จะเก่งกว่าส่วนใหญ่ของนักเรียนใน วค. พิบูลสงคราม.



ภาพที่ 2 เส้นภาพเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ระหว่างงานศึกษา

%ที่อยู่เหนือ
กว่าผู้อื่น



ภาพที่ 3. เส้นการเปรียบเทียบคะแนน T ประสิทธิภาพของคะแนนเฉลี่ยในระบบทดสอบทักษะ และคณิตศาสตร์ วิชาที่นักเรียนกลุ่มชายรวม และกลุ่มหญิงรวม

ในทำนองเดียวกัน ก็อาจตีความหมายของสมรรถภาพทักษะอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกัน.

จากภาพ 2 เป็นเส้นภาพเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีเนื้อหาต่างกัน 3 กลุ่ม วัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับ ระหว่างสถานศึกษา 18 แห่งจากภาพนี้ให้เห็นว่า นักเรียนของสถานศึกษาส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาต่าง ๆ ที่วัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับนี้ สูงกว่าเกณฑ์ปรกติมีเพียง 2 สถานศึกษาเท่านั้นที่มีผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับต่ำกว่าเกณฑ์ คือ วค. นครสวรรค์ และ ว. หมู่บ้านจอมบึง ส่วนนักเรียน วค. บะลา, วค. พระนคร, ผค. นครศรีธรรมราช, ผค. นครปฐม และ วค. อุดรธานี มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับสูงกว่าเกณฑ์ปรกติ และสถานศึกษาที่มีแนวโน้มของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 สูงที่สุดโดยเฉลี่ยคือ วค. พระนคร และต่ำที่สุดโดยเฉลี่ยได้แก่ ว. หมู่บ้านจอมบึง.

จากภาพ 3 เป็นเส้นภาพเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของทุกสถานศึกษา จากภาพนี้จะเห็นว่า นักเรียนชายในกลุ่มตัวอย่าง มีสมรรถภาพทักษะในการหารอย่างเดียวกันที่มีคะแนน π ปรกติ สูงกว่าเกณฑ์ปรกติ นอกนั้นล้วนแต่ต่ำกว่าเกณฑ์ปรกติทั้งนั้น.

ส่วนนักเรียนหญิงในกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพทักษะในการหารต่ำกว่าเกณฑ์ปรกติ สมรรถภาพทักษะอื่น ๆ ล้วนแต่สูงกว่าเกณฑ์ปรกติ นั่นคือ เส้นภาพของคะแนน π ปรกติของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง แสดงภาพสมมาตร (Symmetry) เมื่อถือเอาเกณฑ์ปรกติเป็นแกนแบ่ง.

ในทำนองเดียวกัน สำหรับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 นักเรียนชายในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์ปรกติ ส่วนนักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ปรกติ สำหรับแบบทดสอบทุกฉบับ และเส้นภาพของทักษะและผลสัมฤทธิ์ของทั้งสองเพศก็เป็นภาพสมมาตร (Symmetry) กันด้วย.

จากภาพนี้จึงกล่าวสรุปว่า นักเรียนหญิงในกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย เมื่อวัดโดยแบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยนี้

3.00 ผลการวิเคราะห์หาคาสัมพันธ์ธรรมดา และคาสัมพันธ์พหุคูณ

เมื่อนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 710 คน มาวิเคราะห์เพื่อหาคาสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด ระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม, และระหว่างทักษะแต่ละชนิด และเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม และวิเคราะห์หาคาสัมพันธ์พหุคูณระหว่างทักษะทั้ง 6 ชนิด และเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม ตามความมุ่งหมายการวิจัยข้อ 2.10 และข้อ 2.20 นั้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏผลดังต่อไปนี้

3.10 สหสัมพันธ์ภายใน

คาสัมพันธ์นี้เป็นคาสัมพันธ์ธรรมดาระหว่างตัวแปรคู่หนึ่ง หมายความว่าคะแนนจากแบบทดสอบวัดตัวแปรคู่หนึ่งจะขึ้นลงตามกันมากน้อยเพียงใด ผลการวิจัยนี้ได้คาสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 9 ตัวจำนวน 36 คา ดังปรากฏในตาราง 40.

ตาราง 40. สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด, ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม และระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม

ตัวแปร	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	คณ.1	คณ.2	คณ.3
บวก	1.0000	.7055**	.2889**	.1307**	.1262**	.1361**	.1634**	.1125**	.1408**
ลบ		1.0000	.3114**	.1524**	.2258**	.1067**	.1495**	.1037**	.1896**
คูณ			1.0000	.4023**	.3095**	.2263**	.1135**	.3314**	.1845**
หาร				1.0000	.4244**	.4137**	-.0119	-.0046	.1056**
กำลัง					1.0000	.4349**	.1124**	.1377**	.2075**
กรณฑ์						1.0000	.0150	.0856*	.1174**
คณ.1							1.0000	.4110**	.4224**
คณ.2								1.0000	.4915**
คณ.3									1.0000

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

คาสัมพันธ์ในตาราง 40 แสดงถึงความสัมพันธ์ 3 อย่างคือ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด กับเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม ผลของความสัมพันธ์ทั้ง 3 นี้ แยกกล่าวได้ดังนี้

3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด

จากตาราง 40 จะเห็นว่า คาสสัมพันธ์ (r) ระหว่างทักษะทั้ง 6 ชนิด มีพิสัยอยู่ระหว่าง .1067 ถึง .7055 โดยที่คาสสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการบวก และการลบ สูงที่สุด และคาสสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการลบและการถอดกรณฑ์ ต่ำที่สุด เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทักษะเหล่านี้ได้ชัดยิ่งขึ้น จึงขอเรียงลำดับความสัมพันธ์ระหว่างคู่ทักษะจากคู่ที่มีคาสสัมพันธ์สูงไปหาคู่ที่มีคาสสัมพันธ์ต่ำ ดังนี้

ระหว่างทักษะในการบวก - การลบ	r = .7055
การยกกำลัง - การถอดกรณฑ์	r = .4349
การหาร - การยกกำลัง	r = .4244
การหาร - การถอดกรณฑ์	r = .4137
การคูณ - การหาร	r = .4023
การลบ - การคูณ	r = .3114
การคูณ - การยกกำลัง	r = .3095
การบวก - การคูณ	r = .2889
การคูณ - การถอดกรณฑ์	r = .2263
การลบ - การยกกำลัง	r = .2258
การลบ - การหาร	r = .1524
การบวก - การถอดกรณฑ์	r = .1361
การบวก - การหาร	r = .1307
การบวก - การยกกำลัง	r = .1262
การลบ - การถอดกรณฑ์	r = .1067

คาสสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละคู่เหล่านี้ต่างก็มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลที่ปรากฏนี้ จึงสรุปได้ว่า ในบรรดาทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ชนิด ซึ่งได้แก่ ทักษะในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดกรณฑ์นั้น

มีอยู่คู่เดียวที่มีสหสัมพันธ์กันสูง หรือมีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด (marked relationship) คือระหว่างทักษะในการบวกและทักษะในการลบ, มีอยู่ 4 คู่ที่มีสหสัมพันธ์กันปานกลาง หรือมีความสัมพันธ์กันพอสมควร (Substantial relationship) คือระหว่างทักษะในการยกกำลังกับการถอดกรณฑ์, ทักษะในการหารกับทักษะในการยกกำลัง, ทักษะในการหารกับทักษะในการถอดกรณฑ์, ทักษะในการคูณ และทักษะในการหาร และมีอยู่ 5 คู่ที่มีสหสัมพันธ์กันต่ำ หรือมีความสัมพันธ์กันจริงแต่น้อย (definite but small relationship) คือระหว่างทักษะในการลบกับทักษะในการคูณ, ทักษะในการคูณ และทักษะในการยกกำลัง, ทักษะในการบวก และทักษะในการคูณ, ทักษะในการคูณ และทักษะในการถอดกรณฑ์, ทักษะในการลบ และทักษะในการยกกำลัง นอกนั้นมีสหสัมพันธ์เพียงเล็กน้อย

3.12 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งแบ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ 3 ฉบับนั้น มีความสัมพันธ์ต่อกันเพียงใด ปรากฏในตาราง 40 จากตารางนี้จะเห็นว่า ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 และฉบับที่ 3 มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือมีสหสัมพันธ์ $r = .4915$ รองลงมาคือ ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 3 คือมีค่า $r = .4224$ และต่ำที่สุดคือ ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และ ฉบับที่ 2 โดยมีค่า $r = .4110$ ค่าสหสัมพันธ์ทั้ง 3 ค่านี้ต่างก็มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากผลนี้จึงสรุปได้ว่า สำหรับคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508 นั้น วิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ้น การแกสมการชนิดต่าง ๆ และอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน ต่างมีความสัมพันธ์กับคะแนนจากวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คำนวณ เศษส่วน และลอการิทึม

¹ Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education, p. 165.

พอสมควร (Substantial relationship)² และคะแนนจาก วิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง
 ตัวเงิน ทุน และการแกสมการต่าง ๆ ยังมีความสัมพันธ์กับคะแนนจากวิชาคณิตศาสตร์ 1
 ด้วยกัน เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันคอนข้างสูงด้วย

3.13 ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์แต่ละ
 กลุ่ม

จากตาราง 40 เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด
 กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม จะเห็นได้ว่า ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดได้แก่ค่าสหสัมพันธ์
 ระหว่างทักษะในการยกกำลัง และเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 ส่วนค่า
 สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการหาร และเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 2
 ต่ำที่สุด นั่นคือค่าสหสัมพันธ์เหล่านี้มีพหุคูณอยู่ระหว่าง $-.0046$ ถึง $.2075$ ค่าสหสัมพันธ์เหล่านี้
 หลายค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.01$ บางค่ามีนัยสำคัญที่ระดับ $.05$ และบางค่าไม่มีนัย
 สำคัญเลย และมีอยู่ 2 ค่าที่เป็นค่าสหสัมพันธ์ในทางลบได้แก่ สหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการ
 หารกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และทักษะในการหารกับเนื้อหาวิชา
 คณิตศาสตร์ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 2 ซึ่งหมายความว่าคะแนนจากแบบทดสอบแต่ละคู่ใน
 2 คู่นี้ จะขึ้นลงในทางตรงข้าม อย่างไรก็ตามเมื่อกาสหสัมพันธ์บางค่าเหล่านี้จะมีนัยสำคัญทาง
 สถิติ แต่ยังมีค่าอยู่มาก ก็คือเป็นความสัมพันธ์ที่อาจจะเลเยเสียได้ (negligible
 relationship)³ มีเฉพาะค่าสหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการยกกำลังกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
 ที่วัดโดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 3 เท่านั้น ที่จัดว่ามีค่าสหสัมพันธ์ต่ำ หรือมีความสัมพันธ์กันน้อย
 (Small relationship)⁴

² Ibid.

³ Ibid.

⁴ Ibid.

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ จึงสรุปได้ว่า ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ การบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดกรณฑ์ มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งได้แก่เรื่อง ตัวเงิน, หุ่น, การแกสมการต่าง ๆ, อัตราส่วน, สัดส่วน, การแปรผัน, และ คำนวณ, เสอรัค, และลอก-การิทึม น้อยมากจนเกือบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย.

3.20 สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlations)

คาสหสัมพันธ์พหุคูณ เป็นค่าแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวพยากรณ์ที่มีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวเกณฑ์ตัวใดตัวหนึ่ง หมายความว่า ตัวพยากรณ์ทั้งหลายเมื่อรวมกันด้วยสัดส่วนที่เหมาะสมแล้ว จะให้คาสหสัมพันธ์กับตัวเกณฑ์ตัวหนึ่งสูงที่สุดมากน้อยเพียงใด และสัดส่วนเหล่านั้นแสดงโดยค่าน้ำหนักเบตา (Beta-weight) เมื่อคะแนนที่วัดต่าง ๆ อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐาน (Standard scores) และแสดงได้โดยน้ำหนักคะแนน (Score-weight) เมื่อคะแนนที่วัดต่าง ๆ อยู่ในรูปของคะแนนดิบ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ มีตัวพยากรณ์ 6 ตัว และตัวเกณฑ์ 3 ตัว จึงได้คาสหสัมพันธ์พหุคูณ 3 ค่า และค่าเบตาเบตา หรือค่าน้ำหนักคะแนน 3 ชุด ๆ ละ 6 ค่าตามจำนวนตัวพยากรณ์ คาสหสัมพันธ์พหุคูณทั้ง 3 ตัว แสดงค่าความสัมพันธ์ 3 อย่างดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทั้ง 6 ชนิด และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแกสมการชนิดต่าง ๆ ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 หรือ คณ.1

2. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทั้ง 6 ชนิด และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 หรือ คณ.2

3. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทั้ง 6 ชนิด และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 2 ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 หรือ คณ.3

ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ จะมีมากน้อยเพียงใด เห็นได้จากขนาดของคาสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ที่เป็นแบบทดสอบทักษะทั้ง 6 ฉบับ และตัวเกณฑ์ที่เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณดังกล่าว ปรากฏในตาราง 41, 42 และ 43 ดังจะแยกกล่าวถึงตามลำดับ ดังนี้

3.21 ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 เป็นตัวเกณฑ์

ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เบต้าเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 เป็นตัวเกณฑ์ ปรากฏในตาราง 41

ตาราง 41. ค่าสหสัมพันธ์ (r) เบต้าเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B)

และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1 เป็นตัวเกณฑ์

ตัวแปร	ตัวพยากรณ์						ตัวเกณฑ์	%ในการส่งผล ($\beta_{r_{1j}}$)
	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	คง.1	
บวก	1.0000	.7055	.2889	.1307	.1262	.1361	.1634	1.984
		1.0000	.3114	.1524	.2258	.1067	.1495	0.453
			1.0000	.4023	.3095	.2263	.1135	0.905
				1.0000	.4244	.4137	-.0119	0.123
					1.0000	.4349	.1124	1.395
						1.0000	.0150	-.051
β	.1214	.0303	.0798	-.1031	.1241	-.0342	$\sum \beta_{r_{1j}} = 4.809$ $= R^2$	
B	.0629	.0166	.0525	-.0853	.0776	-.0288		

$$R^2 = .04809, R = 0.2193^{**}, SE = \pm 3.9689, F\text{-Value} = 5.1990$$

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 41 จะเห็นได้ว่า สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ แบบทดสอบวัดทักษะทั้ง 6 ฉบับ มีความสัมพันธ์อย่างสูงที่สุดกับแบบทดสอบ คน.1 โดยมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเป็น .2193 และมีค่าความแปรผันรวม (R^2) = .0481 หมายความว่าทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ 6 ฉบับ ซึ่งได้แก่ ทักษะในการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง และการถอดการณต์ ส่งผลต่อการเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง ตัวเงิน หุน และการแก้สมการต่าง ๆ ค่า คือมีความแปรผันรวม (Variance) ประมาณ 5 % ที่เหลืออีกประมาณ 95 % เป็นความแปรผันรวม ในการส่งผลที่อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไปใ้ให้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

สัดส่วนในการส่งผล (r_{ij}) และจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมของตัวพยากรณ์แต่ละตัว (r_{1cj})

จากตาราง 41 จะพบว่า

แบบทดสอบทักษะในการบวกมีส่วนส่งผลเป็น .1214 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 41.26 %

แบบทดสอบทักษะในการลบมีส่วนส่งผลเป็น .0303 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 9.42 %

แบบทดสอบทักษะในการคูณมีส่วนส่งผลเป็น .0798 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 18.82 %

แบบทดสอบทักษะในการหารมีส่วนส่งผลเป็น -.1031 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 2.56 %

แบบทดสอบทักษะในการยกกำลังมีส่วนส่งผลเป็น .1241 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 29 %

แบบทดสอบทักษะในการถอดการณต์มีส่วนส่งผลเป็น -.0342 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการส่งผลรวมกับตัวแปรอื่น -1.06 %

จะเห็นได้ว่า ทักษะในการบวกมีส่วน (%) ส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น ๆ ต่อเกณฑ์มากที่สุดประมาณ 41 % รองลงมาได้แก่ทักษะในการยกกำลังคือประมาณ 29 % ส่วนทักษะอื่น ๆ มีส่วนส่งผลน้อยมาก โดยเฉพาะทักษะในการถอดการณต์แทนที่จะส่งผลต่อตัวเกณฑ์

กลับกลายเป็นความคลาดเคลื่อนของการส่งผลเช่นเดียวกับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

และจากตาราง 41 นี้จะพบว่า ค่า R ที่ไคแมจะมีค่าน้อย แต่เมื่อทดสอบนัยสำคัญโดย F-test แล้วก็เป็นนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่า $F = 5.1990$ และเมื่อพิจารณาจากความเชื่อมั่นในการพยากรณ์คะแนนตัวเกณฑ์แล้ว ปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เป็น 3.9689 ซึ่งมีความหมายว่า คะแนนที่ได้รับจากการสอบแบบทดสอบ คณ.1 จริง ๆ (obtained scores) จะอยู่ระหว่างช่วง ± 3.9689 ของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนพยากรณ์ (Predicted scores) ของแบบทดสอบฉบับนี้ หรือหมายความว่า คะแนนพยากรณ์จะเบี่ยงเบนไปจากคะแนนจากการสอบแบบทดสอบฉบับนี้จริง ๆ ไป ± 3.9689 ของความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.22 สหสัมพันธ์พหุคูณ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 เป็นตัวเกณฑ์
 สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เบตาเวท (β), และน้ำหนักคะแนน (B)
 ในกรณีนี้ ปรากฏในตาราง 42

ตาราง 42. ค่าสหสัมพันธ์(r) เบต้าเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B) และค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 เป็นตัวเกณฑ์

ตัวแปร	ตัวพยากรณ์						ตัวเกณฑ์	%ในการส่งผล ($R^2_{1c_j}$)
	บวก	ลบ	สูง	ต่ำ	กำลัง	เกณฑ์	คณ.2	
บวก	1.0000	.7055	.2889	.1307	.1262	.1361	.1125	.996
ลบ		1.0000	.3114	.1524	.2258	.1067	.1037	.240
สูง			1.0000	.4023	.3095	.2263	.0331	-.059
ต่ำ				1.0000	.4244	.4137	-.0046	-.044
กำลัง					1.000	.4349	.1377	1.995
เกณฑ์						1.0000	.0856	0.442
β	.0885	.0231	-.0179	-.0953	.1449	.0516	$\sum \beta_{1c_j} = 3.570$	
B	.0468	.0130	-.0120	-.0806	.0925	.0445	$= R^2$	

$R^2 = .03660, R = .1913^*, SE = \pm 4.0772, F\text{-Value} = 4.4485$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตาราง 42 จะเห็นว่า แบบทดสอบทักษะทั้ง 6 ฉบับ มีความสัมพันธ์ที่สูงกับแบบทดสอบ คณ.2 โดยมีค่า $R = .1913$ และมีความแปรผันรวม (R^2) เป็น .0366 หมายความว่า ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ชนิดดังกล่าวแล้ว ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน ค่า เช่นเดียวกับส่งผลต่อ คณ.1 ก็คือ มีความแปรผันรวมประมาณ 4 % ที่เหลือ 96 % อาจเป็นความคลาดเคลื่อนในการส่งผลอันเนื่องมาจากองค์ประกอบอื่น

สัดส่วนในการส่งผล (β) และจำนวนเปอร์เซ็นต์ของการส่งผลรวมของตัวพยากรณ์แต่ละตัว ($R^2_{1c_j}$)

จากตาราง 42 จะพบว่า

แบบทดสอบทักษะในการบวกมีสัดส่วนส่งผลเป็น .0885 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 27.90% หรือประมาณ 28%

แบบทดสอบทักษะในการลบมีสัดส่วนส่งผลเป็น .0231 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 6.72 %

แบบทดสอบทักษะในการคูณมีสัดส่วนส่งผลเป็น -.0179 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น - 1.65 %

แบบทดสอบทักษะในการหารมีสัดส่วนส่งผลเป็น -.0953 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น - 1.23 %

แบบทดสอบทักษะในการยกกำลังมีสัดส่วนส่งผลเป็น .1449 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 55.88 % หรือประมาณ 56%

แบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์มีสัดส่วนส่งผลเป็น .0516 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 12.38%

จะเห็นได้ว่า ทักษะในการยกกำลังมีส่วนส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น ๆ ตัวเกณฑ์มากที่สุด ประมาณ 55.88% รองลงมาได้แก่ทักษะในการบวกประมาณ 28% นอกนั้นมีสัดส่วนส่งผลรวมไม่ถึง 28% ยิ่งกว่านั้นสัดส่วนของทักษะในการคูณ และการหารยังมีค่าติดลบ ซึ่งแสดงว่า แทนที่ทักษะทั้งสองนี้จะสนับสนุนหรือส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน แยกกลายเป็นความคลาดเคลื่อนของการส่งผลรวม เช่นเดียวกับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

อนึ่งค่า R ที่ไคเนแมจะต่ำ แต่เมื่อทดสอบนัยสำคัญแล้วปรากฏว่า มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมีค่า $F = 4.4485$ และในแง่การพยากรณ์คะแนนของแบบทดสอบ คณ.2 ซึ่งเป็นตัวเกณฑ์ ปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เป็น ± 4.0772

3.23 คาสหสัมพันธ์พหุคูณ เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 เป็นตัวเกณฑ์

คาสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เบต้าเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B) ในกรณีนี้ปรากฏในตาราง 43

ตาราง 43. กาสหสัมพันธ์ (r) เบต้าเวท (β), น้ำหนักคะแนน (B) และ กาสหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 เป็นตัวเกณฑ์

ตัวแปร	ตัวพยากรณ์						ตัวเกณฑ์	%ในการส่งผล ($\sum \beta r_{1j}$)
	บวก	ลบ	คูณ	หาร	กำลัง	กรณฑ์	คณ.3	
บวก	1.0000	.7055	.2889	.1307	.1262	.1361	.1408	.103
ลบ		1.0000	.5114	.1524	.2238	.1067	.1896	2.275
คูณ			1.0000	.4023	.3095	.2263	.1845	1.939
หาร				1.0000	.4244	.4137	.1056	-.319
กำลัง					1.0000	.4349	.2075	3.061
กรณฑ์						1.0000	.1174	.331
β	.0073	.1200	.1051	-.0302	.1475	.0282	$\sum \beta r_{1j} = 7.39$ $= R^2$	
B	.0042	.0734	.0771	-.0279	.1028	.0265		

$$R^2 = .07387, R = .2718^{**}, SE = \pm 4.3612, F\text{-Value} = 9.3496$$

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 43 จะเห็นว่า แบบทดสอบทักษะทั้ง 6 ชนิด มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับตัวเกณฑ์ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 โดยมีกาสหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ .2718 และมีส่วนในการแปรผันรวม (R^2) เป็น .07387 นั่นคือ ทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ทั้ง 6 ชนิดรวมกันส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิต เซอร์ค และลอกการิทึม สูงกว่า ที่ทักษะเหล่านี้ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ คณ.1 และ คณ.2 เล็กน้อย โดยมีความแปรผันรวมกันประมาณ 7 % นอกนั้นเป็นความคลาดเคลื่อนของการส่งผลอันอาจเนื่องมาจากองค์ประกอบอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณา หรือความคลาดเคลื่อนอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้ครอบคลุมในการวิจัยนี้

สัดส่วนในการส่งผล ($\mathcal{P}$) และจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมของตัวพยากรณ์แต่ละตัว ($\mathcal{P}_{r_{1j}}$)

จากตาราง 43 เมื่อพิจารณาสัดส่วนในการส่งผลซึ่งแสดงโดยค่า $\mathcal{P}$ จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบทักษะในการบวกมีสัดส่วนส่งผลเป็น .0073 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 1.39 %

แบบทดสอบทักษะในการลบมีสัดส่วนส่งผลเป็น .1200 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 30.78 %

แบบทดสอบทักษะในการคูณมีสัดส่วนส่งผลเป็น .1051 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 26.24 %

แบบทดสอบทักษะในการหารมีสัดส่วนส่งผลเป็น -.0302 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น -4.32 %

แบบทดสอบทักษะในการยกกำลังมีสัดส่วนส่งผลเป็น .1475 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 41.42 %

แบบทดสอบทักษะในการถอดกรณฑ์มีสัดส่วนส่งผลเป็น .0282 และมีจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่น 4.48 %

จากผลนี้จะเห็นได้ว่า ทักษะในการยกกำลังมีส่วนส่งผลรวมกับตัวพยากรณ์อื่นต่อเกณฑ์นี้มากที่สุดคือ ประมาณ 41 % และทักษะในการบวกเป็นทักษะที่มีส่วนส่งผลต่อเกณฑ์รองลงมาตามลำดับ คือประมาณ 31 % นอกนั้นส่งผลน้อยมากส่วนทักษะในการหารนั้น จัดว่าไม่ส่งผลต่อเกณฑ์เลย แต่เป็นความคลาดเคลื่อนของการส่งผลเช่นเดียวกับตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งไม่ได้นำมาพิจารณาในการวิจัยนี้

การหาค่าความสัมพันธ์พหุคูณนี้ เมื่อทดสอบนัยสำคัญโดย F-test แล้ว ปรากฏว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่า $F = 9.3496$ และความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งเป็นตัวเกณฑ์เป็น ± 4.3612

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ความมุ่งหมายหลักของการวิจัยนี้มีอยู่ 3 ประการคือ

1. เพื่อศึกษาว่า สมรรถภาพด้านทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ 6 ชนิด และกลุ่มเนื้อหา 3 กลุ่มในวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508 นั้น ความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละคู่ของทักษะและเนื้อหา มีมากน้อยเพียงใด
2. เพื่อศึกษาว่า สมรรถภาพด้านทักษะทั้ง 6 ชนิดส่งผลต่อการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่มนั้นหรือไม่เพียงใด และมีสัดส่วนในการส่งผลเท่าใด
3. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ระหว่างสถานศึกษาฝึกหัดครู และระหว่างเพศของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยนี้ เป็นนักเรียนฝึกหัดครู ป.กศ. ปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2512 ที่สุ่มมาจากสถานศึกษาฝึกหัดครู 18 แห่ง มีจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน เป็นนักเรียนชาย 395 คน นักเรียนหญิง 315 คน

สถานศึกษาฝึกหัดครู 18 แห่ง ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้แก่

1. วิทยาลัยครูจันทระเกษม
2. วิทยาลัยครูเชียงใหม่
3. วิทยาลัยครูเทพสตรี
4. วิทยาลัยครูนครราชสีมา
5. วิทยาลัยครูนครสวรรค์
6. โรงเรียนฝึกหัดครูนครศรีธรรมราช

7. โรงเรียนฝึกหัดครูนครปฐม
8. วิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
9. วิทยาลัยครูพระนคร
10. วิทยาลัยครูพิบูลสงคราม
11. วิทยาลัยครูมหาสารคาม
12. วิทยาลัยครูยะลา
13. วิทยาลัยครูสงขลา
14. โรงเรียนฝึกหัดครูสกลนคร
15. วิทยาลัยหมานจอมบึง
16. วิทยาลัยครูอุตรดิตถ์
17. วิทยาลัยครูอุตรธานี
18. วิทยาลัยครูอุบลราชธานี

เครื่องมือรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล เป็นแบบทดสอบ 2 ชุด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง คือแบบทดสอบทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ 1 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 อีก 1 ชุด

แบบทดสอบวัดทักษะเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ มีแบบทดสอบย่อย 6 ฉบับ คือ

- ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะในการบวก
- ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะในการลบ
- ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะในการคูณ
- ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะในการหาร
- ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะในการยกกำลัง
- ฉบับที่ 6 แบบทดสอบวัดทักษะในการถอดกรณฑ์

แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก และจัดว่าเป็นแบบทดสอบประเภทใช้ความเร็ว (Speed tests)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์มีแบบทดสอบย่อย 3 ฉบับคือ

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ในเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 2 ในเรื่อง ก้นหิน เสือรัก และ คอกการวิหิม

แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และจัดว่าเป็นแบบทดสอบประเภทให้ทำเต็มที่ (Power test)

การรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้จัดส่งแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดไปให้หัวหน้าวิชาคณิตศาสตร์ของแต่ละสถานศึกษาทำการสอบแทนโดยให้จัดสอบสองครั้ง ครั้งแรกให้สอบแบบทดสอบวัดทักษะก่อน ครั้งที่ 2 ให้สอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อจัดสอบเสร็จแล้ว ให้ส่งกระดาษคำตอบคืนมายังผู้วิจัยตรวจและดำเนินการต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องคำนวณฟรีเคน การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินไปตามลำดับขั้น ดังนี้

1. หากสถิติพื้นฐานจากแบบทดสอบทุกฉบับโดยคิดแยกตามรายสถานศึกษา, ตามเพศ, และกิตติมศักดิ์สถานศึกษา
2. สร้างเกณฑ์ปกติแบบเกณฑ์คะแนน T ปกติของแบบทดสอบแต่ละฉบับ และเขียนเส้นภาพ (profiles) เปรียบเทียบทักษะและผลสัมฤทธิ์ระหว่างสถานศึกษาและระหว่างเพศ
3. หากสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelations) ระหว่างแบบทดสอบทักษะ

ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และระหว่างแบบทดสอบทักษะ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4. หาคาสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple correlation) เบตาเวท (R -weight) และน้ำหนักคะแนน (Score weight) จากแบบทดสอบทักษะซึ่งเป็นตัวพยากรณ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งเป็นตัวเกณฑ์

5. ทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติต่าง ๆ โดยใช้ t -test และ F -test

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพอสรุปได้ดังนี้

1.0 ผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทางทักษะ ระหว่างสถานศึกษา

สำหรับทักษะในการบวก

นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา มีสมรรถภาพทักษะในการบวกสูงที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 35.65 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 67

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีสมรรถภาพในการบวกต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 8.26 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 34

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และในจำนวน 153 คูของสถานศึกษา มีอยู่ 103 คูที่มีสมรรถภาพทักษะในการบวกนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีอยู่ 13 คูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมี 37 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับทักษะในการลบ

นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา มีสมรรถภาพทักษะในการลบสูงที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ 29.92 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 65

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีสมรรถภาพทักษะในการลบต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 8.44 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 35

นักเรียนสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และในจำนวน 153 คูของสถานศึกษา มีอยู่ 84 คูที่มีสมรรถภาพทักษะในการลบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 18 คูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 51 คูที่

แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับทักษะในการคูณ

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีสมรรถภาพทักษะในการคูณสูงที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 21.99 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 64

นักเรียนวิทยาลัยครูอุบลราชธานี มีสมรรถภาพทักษะในการคูณต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 9.65 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 44

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และในจำนวน 153 คู สถานศึกษามีอยู่ 70 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 25 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 58 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับทักษะในการหาร

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีสมรรถภาพทักษะในการหารสูงที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 19.62 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 65

นักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา มีสมรรถภาพทักษะในการหารต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 7.00 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 39

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และในจำนวน 153 คูของสถานศึกษา มีอยู่ 76 คูที่มีสมรรถภาพทักษะในการหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 20 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 57 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับทักษะในการยกกำลัง

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม และวิทยาลัยครูพระนคร มีสมรรถภาพทักษะในการยกกำลังสูงที่สุด โดยทำคะแนนเฉลี่ย = 24.49 และ 24.46 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 59 เท่ากัน

นักเรียนวิทยาลัยครูยะลา มีสมรรถภาพทักษะในการยกกำลังต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 13.07 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 41

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และใน

จำนวน 153 คูสถานศึกษา มีอยู่ 43 คูที่มีสมรรถภาพทักษะในการยกกำลังแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 20 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 90 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับทักษะในการถอดกรรมท

นักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม มีสมรรถภาพทักษะในการถอดกรรมทที่สูงที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 16.33 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 58

นักเรียนวิทยาลัยครูเชียงใหม่ มีสมรรถภาพทักษะในการถอดกรรมทต่ำที่สุดโดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 7.44 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 41

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยคูนี้ และในจำนวน 153 คูสถานศึกษามีอยู่ 59 คูที่มีสมรรถภาพทักษะในการถอดกรรมทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 19 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 75 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาสมรรถภาพทักษะเหล่านี้โดยรวม ๆ แล้ว นักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา ยังมีสมรรถภาพทักษะที่สูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมของทักษะ = 21.98 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 60

นักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา มีสมรรถภาพทักษะต่ำที่สุดโดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมของทักษะ = 12.85 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 49

2.0 ผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะระหว่างเพศ

สำหรับสมรรถภาพทักษะในการบวก การลบ การคูณ และการยกกำลัง นักเรียนหญิงในกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพทักษะเหล่านี้สูงกว่านักเรียนชายในกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับสมรรถภาพทักษะในการหาร และการถอดกรรมท นักเรียนทั้งสองเพศมีสมรรถภาพทักษะทั้งสองนี้ต่างกันน้อยมาก จนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3.0 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ระหว่างสถานศึกษา

สำหรับนักศึกษา 1 เรื่องตัวเงิน หุ่น และการแกสเมการต่าง ๆ ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1

นักเรียนวิทยาลัยครูยะลา มีผลสัมฤทธิ์สูงสุด โดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 15.36

คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 56

นักเรียนวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง มีผลสัมฤทธิ์ต่ำที่สุด โดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 8.47

คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 43

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และใน
จำนวน 153 คูสถานศึกษา มีอยู่ 74 คูที่มีผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาเหล่านี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ที่ระดับ .01, มีอยู่ 15 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 64 คูที่แตกต่างกัน
กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2

นักเรียนวิทยาลัยครูอุดรธานี มีผลสัมฤทธิ์ในเรื่องเหล่านี้สูงสุด โดยทำคะแนนเฉลี่ย
ได้ = 14.97 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 59

นักเรียนวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง มีผลสัมฤทธิ์ต่ำที่สุด โดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 9.32
คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 44 นักเรียนสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระหว่างพิสัย
คะแนนเฉลี่ยนี้ และใน 153 คูสถานศึกษามีอยู่ 66 คู ที่มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญที่ระดับ .01, มีอยู่ 18 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีอยู่ 69 คูที่
แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่องดัชนี เซอร์ค และลอการิทึม ซึ่งวัดโดยแบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3

นักเรียนวิทยาลัยครูพระนคร มีผลสัมฤทธิ์ในเรื่องเหล่านี้สูงสุด โดยทำคะแนนเฉลี่ย
ได้ = 13.27 คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 59

นักเรียนวิทยาลัยหมู่บ้านจอมบึง มีผลสัมฤทธิ์ต่ำที่สุด โดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ = 6.94
คิดเป็นคะแนน T ประกติ = 47

นักเรียนของสถานศึกษาอื่น ๆ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่างพิสัยคะแนนเฉลี่ยนี้ และใน 153 คูสงานศึกษามีอยู่ 47 คูที่มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .01, มีอยู่ 15 คูที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และมีอยู่ 91 คูที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 2 รายวิชาที่นำมาวิจัยแล้ว ปรากฏว่า นักเรียนวิทยาลัยครูพระนคร มีผลสัมฤทธิ์สูงที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวม = 13.86 คิดเป็นคะแนน T ประกิติ = 57 และนักเรียนวิทยาลัยหมอบานจอมบึงมีผลสัมฤทธิ์ต่ำที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย = 8.24 คิดเป็นคะแนน T ประกิติ = 45

4.0 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างเพศ

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา พ.ศ. 2508 นักเรียนหญิงในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนชายในกลุ่มตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสองรายวิชา

5.0 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิด

คู่ทักษะที่มีความสัมพันธ์กันสูงที่สุดได้แก่ ทักษะในการบวกและการลบ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ = .7055

คู่ทักษะที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุดได้แก่ ทักษะในการลบและการถอดกรณฑ์ โดยมีค่าสหสัมพันธ์ = .1067

มีอยู่ 4 คู่ทักษะที่มีความสัมพันธ์กันพอสมควร ก็มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .40 ถึง .70

มีอยู่ 5 คู่ทักษะที่มีความสัมพันธ์กันน้อย ก็มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .20 ถึง .40

มีอยู่ 3 คู่ทักษะที่มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก แทบจะไม่มีเลย เช่นเดียวกับคูที่ต่ำที่สุดคือ มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำกว่า .20

6.0 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่ม

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละกลุ่มมีพิสัยอยู่ระหว่าง .4110 ถึง .4915 คะแนนจากกลุ่มเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันสูงที่สุดได้แก่คะแนนจากกลุ่มเนื้อหาเรื่องอัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันพหุหนึ่งกับคะแนนจากกลุ่มเนื้อหาเรื่องคณนิ์ เซอร์ค

และลอกการวิหิม ซึ่งนับเป็นอีกพวกหนึ่ง

คะแนนจากกลุ่มเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กันต่ำที่สุด ได้แก่คะแนนจากกลุ่มเนื้อหาเรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแกสมการต่าง ๆ พวกหนึ่ง และคะแนนจากกลุ่มเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน ซึ่งนับเป็นอีกพวกหนึ่ง

ส่วนคะแนนจากกลุ่มเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันกับกลุ่มเนื้อหา เรื่อง กัชนี เสอรัค และลอกการวิหิม มีค่าสหสัมพันธ์ = .4224 จักว่าคะแนนจากเนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ทั้ง 2 กลุ่มมีความสัมพันธ์กันพอสมควร

7.0 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับกลุ่มเนื้อหาแต่ละกลุ่ม

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างทักษะแต่ละชนิดกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์แต่ละกลุ่มมีพิสัย อยู่ระหว่าง -.0046 ถึง .2075 นับว่าทักษะทั้ง 6 ชนิด มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ต่ำมาก

ค่าสหสัมพันธ์ที่สูงที่สุดคือ .2075 เป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างทักษะในการ ยกกำลังและกลุ่มเนื้อหาเรื่อง กัชนี เสอรัค และลอกการวิหิม

ค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำที่สุดและติดลบคือ -.0046 เป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะในการหารและกลุ่มเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน นอกจากนี้ทักษะ ในการหาร กับกลุ่มเนื้อหาเรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแกสมการต่าง ๆ ยังมีค่าสหสัมพันธ์ น้อยและติดลบเช่นเดียวกัน

8.0 ผลการหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R)

เมื่อใช้แบบทดสอบทักษะทั้ง 6 นับเป็นตัวพยากรณ์ และใช้แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์แต่ละฉบับเป็นตัวเกณฑ์ ปรากฏว่า ทักษะทั้ง 6 ชนิดส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ดังนี้

8.1 ทักษะทั้ง 6 ชนิดส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแกสมการต่าง ๆ เพียง 5 % โดยมีค่าการแปรผันรวม $R^2 = .04809$ และมี ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ $R = .2193$

8.2 ทักษะทั้ง 6 ชนิดส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน เพียง 4 % โดยมีค่าการแปรผันรวม $R^2 = .03659$ และมีค่า

สหสัมพันธ์พหุคูณ $R = .1913$

8.3 ทักษะทั้ง 6 ชนิดส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิตศาสตร์ และลอกการหัดเพียง 7 % โดยมีค่าการแปรผันรวม $R^2 = .07387$ และมีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ $R = .2718$

9.0 ผลการหาสัดส่วนในการส่งผลของทักษะแต่ละชนิด

เมื่อวิเคราะห์หาสัดส่วนในการส่งผลของตัวแปรต้นแต่ละตัวต่อตัวแปรตามแต่ละตัว ปรากฏผลดังนี้

9.1 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ชนิดที่ 1 เป็นตัวเกณฑ์

ทักษะในการบวก มีส่วนในการส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง 41.26 % โดยมีค่า $R_{1r1c_1} = .1984$ และมีสัดส่วนในการส่งผล $R_1^2 = .1214$

ทักษะในการลบ มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง 9.4 % โดยมีค่า $R_{2r2c_1} = .00453$ และมีสัดส่วนในการส่งผล $R_2^2 = .0303$

ทักษะในการคูณ มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง 18.82 % โดยมีค่า $R_{3r3c_1} = .00905$ และมีสัดส่วนในการส่งผล $R_3^2 = .0798$

ทักษะในการหาร มีส่วนในการส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง 2.56 % โดยมีค่า $R_{4r4c_1} = .00123$ และมีสัดส่วนในการส่งผล $R_4^2 = -.1031$

ทักษะในการยกกำลังมีส่วนในการส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง 1.29 % โดยมีค่า $R_{5r5c_1} = .01395$ และมีสัดส่วนส่งผล $R_5^2 = .1241$

ทักษะในการถอดกรณฑ์มีส่วนในการส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง ตัวเงิน หุ่น และการแก้สมการต่าง ๆ เพียง -1.06 % โดยมีค่า $R_{6r6c_1} = -.00051$ และมีสัดส่วนส่งผล $R_6^2 = -.0342$

9.2 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2 เป็นตัวเกณฑ์

ทักษะในการบวก มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน เพียง 27.9 % โดยมีค่า $\beta_{1r1c_2} = .00996$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_1 = .0885$

ทักษะในการลบ มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน เพียง 6.72% โดยมีค่า $\beta_{2r2c_2} = .00240$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_2 = .0231$

ทักษะในการคูณ มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน เพียง -1.65 % โดยมีค่า $\beta_{3r3c_2} = -.00059$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_3 = -.0179$

ทักษะในการหาร มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันเพียง -1.23 % โดยมีค่า $\beta_{4r4c_2} = -.00044$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_4 = -.0953$

ทักษะในการยกกำลัง มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผันเพียง 55.88 % โดยมีค่า $\beta_{5r5c_2} = .01995$ และมีค่า $\beta_5 = .1449$

ทักษะในการถอดราก มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และการแปรผัน เพียง 12.38 % โดยมีค่า $\beta_{6r6c_2} = .00442$ และมีค่า $\beta_6 = .0516$

9.3 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3 เป็นตัวเกณฑ์

ทักษะในการบวก มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คำนวณ เศษส่วน และลอกการวิเศษ เพียง 1.39 % โดยมีค่า $\beta_{1r1c_3} = .00103$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_1 = .0073$

ทักษะในการลบ มีส่วนส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คำนวณ เศษส่วน และลอกการวิเศษ เพียง 30.78 % โดยมีค่า $\beta_{2r2c_3} = .02275$ และมีสัดส่วนส่งผล $\beta_2 = .1200$

ทักษะในการคูณ มีส่วนส่งผลกระทบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิตศาสตร์ เศษส่วน และลอการิทึม เพียง 26.24 % โดยมีค่า $R^2_{3c_3} = .01939$ และมี สัมประสิทธิ์ $R_3 = .1051$

ทักษะในการหาร มีส่วนส่งผลกระทบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิตศาสตร์ เศษส่วน และลอการิทึม เพียง -4.32 % โดยมีค่า $R^2_{4c_3} = -.00319$ และมี สัมประสิทธิ์ $R_4 = -.0302$

ทักษะในการยกกำลัง มีส่วนส่งผลกระทบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิตศาสตร์ เศษส่วน และลอการิทึม เพียง 41.42 % โดยมีค่า $R^2_{5c_3} = .03061$ และมี สัมประสิทธิ์ $R_5 = .1475$

ทักษะในการถอดกรณฑ์ มีส่วนส่งผลกระทบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2 เรื่อง คณิตศาสตร์ เศษส่วน และลอการิทึม เพียง 4.48 % โดยมีค่า $R^2_{6c_3} = .00331$ และมี สัมประสิทธิ์ $R_6 = .0282$

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 1 และคณิตศาสตร์ 2 ของนักเรียนฝึกหัดครู โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบแต่ละฉบับนั้น แม้จะปรากฏว่านักเรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ส่วนใหญ่หาคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่สิ่งที่สังเกตเห็นได้ชัดอีกสิ่งหนึ่งก็คือ คะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันเหล่านั้นยังต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มของแบบทดสอบฉบับนั้น ๆ จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเหล่านั้นมีสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์น้อยกว่าที่ควรจะเป็น ที่เป็นเช่นนั้น อาจเนื่องมาจากเหตุผลหลายประการ ประการแรกอาจเนื่องมาจากการดำเนินการสอบไม่รัดกุม โดยผู้ดำเนินการสอบที่ได้รับมอบหมายให้จัดการสอบแทนผู้วิจัยอาจปล่อยปละละเลยมองไม่เห็นความสำคัญของการสอบเพื่อการวิจัยนี้เท่าใดนัก จึงมิได้ควบคุมการสอบให้รัดกุมเพียงพอ ประการที่สอง ตัวนักเรียนผู้สอบเองบางคนอาจมีเจตนาสอบอย่างไม่จริงจัง และไม่เต็มความสามารถของตน เพราะถือว่าการสอบเช่นนั้นไม่มีผลต่อการเรียนของตนในขณะนั้น

แต่อย่างใด ประการที่สาม นักเรียนขาดแรงจูงใจในการสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ได้จัดสอบภายหลังที่นักเรียนผ่านการเรียนวิชาทั้งสองนี้มานานพอสมควร เนื้อหาวิชาเหล่านี้จึงไม่อยู่ในความสนใจเลยในระหว่างทำการสอบ ประการสุดท้าย อาจเนื่องมาจาก นักเรียนอาจลืมความรู้ หลักการ และแนวความคิดต่างๆ ที่ได้เรียนไปแล้วนั้น จึงไม่สามารถตอบข้อสอบได้ถูกต้อง นั่นก็ถือนักเรียนขาด Retention ในการเรียนรู้

2. จากผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ที่ปรากฏว่า นักเรียนหญิงมีสมรรถภาพทักษะและผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนชายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 จะเห็นว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า นักเรียนหญิงส่วนมาก มีความสนใจ และใส่ใจในการเรียนการสอบใด ๆ มากกว่านักเรียนชาย จึงตั้งใจตอบสนองตอบแบบทดสอบแต่ละฉบับอย่างเต็มความสามารถของตน และอีกประการหนึ่ง อาจเป็นไปได้ว่า นักเรียนหญิงมี Retention ในการเรียนรู้ดีกว่านักเรียนชาย จึงสามารถทำคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนชายในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทุกฉบับ

3. การที่กาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนในแบบทดสอบทุกฉบับก่อนข้างทำนั้น อาจเป็นได้ข้อมูลที่ไคมาถูกรบกวนหรือมีมลทิน (Contaminated) แปรเปลี่ยนจากตัวแปรอื่นหลายอย่าง ที่ไม่ได้ควบคุมหรือไม่คงที่แน่นอน¹ เช่น แบบทดสอบที่ใช้ การดำเนินการสอบ กลุ่มตัวอย่าง และธรรมชาติของตัวแปร เป็นต้น สิ่งเหล่านี้อาจทำให้ข้อมูลคลาดเคลื่อน (bias) จากความเป็นจริง กลายเป็นข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ในตัวมันเองเท่าที่ควรจะเป็นก็ได้

4. ในทำนองเดียวกัน สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบทักษะทั้ง 6 ฉบับ กับตัวเกณฑ์ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แต่ละฉบับนั้น ก็ปรากฏว่ามีค่าต่ำมาก และจำนวนเปอร์เซ็นต์ในการส่งผลต่อตัวเกณฑ์ก็น้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากตัวแปรอื่นที่ไม่ได้ควบคุม เช่นเดียวกัน ฉะนั้นจึงอาจกล่าวลงสรุปได้ว่า เพียงทักษะเบื้องต้น

¹ Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education, p. 166.

ทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว จะก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 1 และวิชาคณิตศาสตร์ 2 ไ้ไม่มากนัก นั่นก็เนื่องจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น ตัวครูผู้สอน, วิธีสอน, การจัดการเรียนการสอน, หลักสูตร, ตำราเรียน, บริการความสะดวกต่าง ๆ จากฝ่ายบริหาร, สิ่งแวดล้อมทางบ้าน, ทัศนคติ, ความสนใจ, และความถนัดในเชิงคณิตศาสตร์ ของตัวนักเรียนเอง เป็นต้น.

ข้อเสนอแนะ

จากประสบการณ์และผลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอเสนอแนะว่า

1. เมื่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่าค่อนข้างต่ำ ไม่ว่าผลนี้จะเนื่องด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม ควรที่ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในสถานศึกษาฝึกหัดครูจะได้ตระหนักว่าตนเองมีภาระหน้าที่ที่จะต้องหาขอบกรอง ทั้งด้านตัวครู สถานศึกษา และตัวนักเรียนเอง และพยายามหาทางแก้ไขต่อไปเพียงใด, อีกประการหนึ่ง กรมการฝึกหัดครูควรจะได้จัดให้มีการสัมมนาเกี่ยวกับปัญหาการเรียนการสอน และวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยไม่ใช้สัมมนาหลักสูตรทั้งที่เคยทำมาเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพื่อให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้มีโอกาสเสนอปัญหาที่ประสบมา และเสนอวิธีการที่ดี แลกเปลี่ยนความรู้ความเห็น และร่วมมือกันแก้ไขปัญหานั้นที่ประสบอยู่ พร้อมทั้งร่วมกันพิจารณาโครงการใหม่ ๆ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชานี้เป็นอย่างมาก.

2. เมื่อปรากฏจากผลการวิจัยนี้ว่า องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีอยู่มากมาย ครูคณิตศาสตร์ควรจะยอมรับความจริงข้อนี้ และควรยอมรับความสำคัญขององค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีบทบาทสนับสนุนหรือส่งผลต่อการเรียนวิชานี้ด้วย นั่นคือในการดำเนินการสอนควรคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน อีกประการหนึ่ง เพื่อจะค้นหาองค์ประกอบต่าง ๆ ว่ามีอะไรบางอย่างที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด ครูคณิตศาสตร์หรือบุคคลอื่นที่สนใจควรจะวิจัยปัญหานี้ต่อไป แล้วนำผลการวิจัยมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน.

3. จากประสบการณ์ แม้จะมีสถานศึกษาหลาย ๆ แห่งให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้เป็นอย่างดี แต่ก็ยังมีบางแห่งที่ไม่เข้าใจในงานวิจัย และไม่เห็นความสำคัญของการวิจัยเท่าใดนัก จากจำนวนสถานศึกษา 25 แห่งที่ผู้วิจัยส่งแบบทดสอบไปสอบ ปรากฏได้ข้อมูลมาอย่างสมบูรณ์จริง ๆ เพียง 16 แห่งเท่านั้น อีก 7 แห่งมีอุปสรรคบางประการทำให้ไม่ได้ข้อมูลมา จากประสบการณ์นี้ทำให้เห็นว่า ความร่วมมือในการวิจัยของเรานั้นยังมีน้อยจะเนื่องจากเหตุใดก็ตาม กรมการฝึกหัดครูควรจะสนับสนุนการวิจัยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานวิจัยของหน่วยราชการ หรือบุคคลใด ๆ ก็ตามด้วยการหนึ่งที่สนับสนุนงานวิจัยก็คือ การแนะนำให้สถานศึกษาฝึกหัดครูต่าง ๆ ทั้งคณาผู้บริหาร ครู และนักเรียนได้ความร่วมมืออย่างจริงจังและเต็มใจยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะข้อมูลที่ถูกต้อง และสมบูรณ์จริง ๆ เท่านั้น จึงจะทำให้งานวิจัย และผลการวิจัยมีคุณค่าและเป็นประโยชน์ที่แท้จริง.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การฝึกหัดครู, กรม เอกสารสัมมนาผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา
ชั้นสูงของสถานศึกษาฝึกหัดครูระดับวิทยาลัยครู หน่วยงานพิเศษจัดพิมพ์ 2509,
 121 หน้า.
- ชาวด แพทย์กุล, และคณะ รายงานการวิจัยผลการสอบคัดเลือกนักเรียน ป.กศ. ปีการ
ศึกษา 2508 สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา วิทยาลัยวิชาการศึกษา
 ประสานมิตร 2509, 284 หน้า.
- ทัศนีย์ อ่องไพบูลย์, ร.ต.หญิง "การสืบค้นปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการเรียนชั้นมัธยมของ
 โรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดพระนคร" การวิจัยการศึกษา กองการศึกษา กรมวิชา
 การ กระทรวงศึกษาธิการ เล่ม 4, สิงหาคม, หน้า 18.
- ประเทิน มหาจันทร์ "วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ในชั้นประถมศึกษา" เอกสารนิเทศการศึกษา
กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 97, 2512.
- วิชาการ, กรม รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
 2504.
- Ahmann, J. Stanley and Glock, Mervin D., "An Evaluation of the
 Effectiveness of Freshmen Mathematics Courses" The Journal
of Educational Psychology ; 50 . No. 1, 41 - 45, February,
 1959.
- Banghart, Frank W. and Spraker, Harolds "Group Influences on
 Creativity in Mathematics" The Journal of Experimental
Education, 31 : 257 - 262, March, 1963.

Bassham, Harrell "Teacher Understanding And Pupil Efficiency in Mathematics A Study of Relationships" Dissertation Abstracts, 21 1839 - 1840, January, 1961.

Basslerr, Otto Call "A Comparision of Two types Exercises in teaching Mathematical concepts to prospective elementary school Teachers" Dissertation Abstracts, 28 978-A, October, 1966.

Committee on the Undergraduate Program in Mathematics "Recommendations of the Mathematical Association of America for the training of Teacher of Mathematics" The Mathematics Teachers, 53 : 632 - 638, 1960.

Deans, Edwin, Elementary School Mathematics, U.S. Government Printing Office, Washington D.C., 1963.

Edwards, Allen L., Experimental Design in Psychological Research, Holt, Rinehart, New York, 1950, 446 pp.

Fan, Chung- Teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 pp.

Fournet, Jr., F.G. "A Study of Varions Factors Related to Suceess in College general Mathematics" Dissertation Abstracts, 24 : 5239 - 5240, June, 1964.

Freud, John E., Modern Elementary Statistics, Englewood Cliffs, Prentice -Hall, 1967, 432 pp.

- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education, McGraw-Hill Book Comp. New York, 1966, 446 pp.
- Garrett, Henry E., Statistics in Psychology and Education, Vakils, Feffer and Simons Private Ltd., Bombay, 1966, 491 pp.
- Garrison, Kington and McDonald, "Arithmetic Learning" Educational Psychology, Appleton-Century-Crofts · Division of Meredith Publishing Company, New York, 1964, 544 pp.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistics in Psychology and Education, McGraw-Hill, New York, 1956, 565 pp.
- Gulliksen, Harold, Theory of Mental Test, John Willy & Sons, Inc., New York, 1967, 486 pp.
- Hudging, Bryce B., "Effects of Group Experience on Individual Problem Solving" The Journal of Educational Psychology, 51 · 37 - 42, February, 1960.
- Haltan, Boyd, "Motivation and General Mathematics Students" The Mathematics Teachers, 57 : 20 - 25, 1964.
- Land, Frank, The Language of Mathematics, John Murray, London, 1964, 264 pp.
- Lawson, John Berry, "Achievement Differences in Fourth Grade Under Two Time Allotments and Two Sequences For Introducing Multiplication Facts" Dissertation Abstracts, 27 995 - 996, October, 1966.

- Mac Connell, T.R., "Discovery Versus Authoritative Identification in the Learning of Children" University of Iowa Studies in Education, 9 : 13 - 62, 1934.
- Middleton, I.G., "An Experimental Investigation in to the Systematic Teaching of number combinations in Arithmetic" British Journal of Educational Psychology, 26 : 117 - 127, 1956.
- Northey, James Howard, "The Lecture and Discussion use of class time in a Preserve Mathematics Class for Elementary Teachers" Dissertation Abstracts, 28 2125 - 21 - 26, December, 1967.
- Proffenberger, Thomas and Norton, Donald, "Students Attitudes toward Mathematics" The Journal of Educational Research, January, 1959.
- Ray, Marilyn Miller, "The Preparation of Teachers of Elementary School Mathematics in Louisiana" Dissertation Abstracts, 28 2127, December, 1967.
- Richardson, M.W., and Kuder, C.F., "The Calculation of Test Reliability Coefficients Upon the Method of Rational Equivalence" Journal of Educational Psychology, 30 . 681 - 687, 1939.
- Rissing, Gerald Richard, "A Comparative Study of intrinsic Insight in Mathematics of Selected High School Students" Dissertation Abstracts, 27 . 999-A, October, 1966.
- Schaff, W.L., "A Realistic Approach to Problem-Solving in Arithmetic" Elementary School Journal, 46 . 494 - 497, 1946.

Small, Dwain Emerson, "Opinion of Secondary Mathematics Teachers Concerning the Fifth Year of Teacher Education" Thesis Abstracts Series Studies in Education 1955, School of Education Indiana University, 27 . 289 - 291, 1956.

Tramel, Jerome George, "A Study of the Relationships Among Basic Ability Factors And the Learning of Selected Operations on the Set of Integers" Dissertation Abstracts, 24 : 5259 - 5260, June, 1964.

Travers, Kenneth J., "A Test of Pupil Preference for Problem-Solving Situations in Junior high School Mathematics" The Journal of Experimental Education, 35 . No.4, 9 - 18, Summer, 1967.

Waggoner, and Wilber, "Sonse Results of a Mathematics Pretest for college Freshmen" The Journal of Educational Research, 57 : 271 - 272, January, 1964.

Walker, Helen M., Statistical Inference, Holt, Rinehard, New York, 1953, 510 pp.

Watley, Donivan J., and Mervin Jack C., "The Effectiveness of Variable for Predicting Academic Achievement For Business Students" The Journal of Experimental Education, 33 . 189 - 191, Winter, 1964.

ภากษณวก

ตาราง 44. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบทักษะ ฉบับที่ 1. การบวก

ข้อที่	P_L	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	99	97	.95	.00	6.4	.000	21	91	30	.63	.63	11.7	.741
2	88	97	.93	-.28	7.1	-.288	22	82	30	.57	.52	12.3	.577
3	88	88	.88	.00	8.3	.000	23	91	33	.65	.61	11.5	.709
4	91	79	.85	.21	8.8	.214	24	94	27	.64	.70	11.5	.867
5	100	73	.89	.59	8.0	.678	25	97	21	.64	.78	11.5	1.045
6	88	76	.82	.19	9.3	.192	26	91	24	.60	.68	12.0	.829
7	91	70	.81	.32	9.4	.332	27	99	21	.68	.84	11.1	1.221
8	79	70	.75	.11	10.4	.110	28	97	15	.61	.81	11.9	1.127
9	94	85	.90	.21	7.9	.214	29	82	15	.48	.65	13.2	.775
10	99	91	.95	.28	6.4	.288	30	88	15	.52	.71	12.8	.887
11	94	73	.85	.36	8.9	.377	31	97	18	.63	.80	11.7	1.099
12	61	45	.53	.16	12.7	.161	32	99	15	.64	.86	11.5	1.293
13	91	82	.87	.17	8.6	.172	33	97	6	.54	.87	12.6	1.333
14	18	18	.18	.00	16.7	.000	34	70	6	.34	.68	14.6	.829
15	97	64	.84	.55	9.1	.618	35	82	6	.41	.75	13.9	.973
16	91	67	.80	.35	9.6	.366	36	67	3	.30	.73	15.1	.929
17	88	61	.76	.35	10.2	.366	37	24	12	.18	.19	16.7	.192
18	88	58	.74	.38	10.4	.400	38	67	15	.40	.53	14.0	.590
19	82	48	.66	.37	11.4	.389	39	61	9	.32	.57	14.8	.648
20	85	42	.65	.46	11.5	.497	40	76	3	.34	.77	14.6	1.020

ตาราง 45. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบทักษะ ฉบับที่ 2 การลบ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	94	55	.77	.52	10.0	.577	21	88	36	.64	.55	11.6	.618
2	91	85	.87	.16	8.5	.161	22	81	29	.56	.52	12.4	.577
3	88	60	.75	.36	10.3	.377	23	5	3	.05	.16	19.6	.161
4	94	70	.83	.39	9.1	.412	24	88	26	.59	.62	12.1	.725
5	94	68	.83	.41	9.2	.436	25	73	10	.39	.64	14.1	.758
6	91	68	.81	.34	9.5	.354	26	94	29	.65	.69	11.4	.848
7	91	57	.76	.43	10.1	.460	27	81	8	.42	.72	13.8	.908
8	94	65	.81	.44	9.4	.472	28	81	16	.48	.64	13.2	.758
9	99	65	.86	.65	8.6	.775	29	55	5	.26	.61	15.5	.709
10	94	73	.85	.36	8.9	.377	30	75	8	.39	.68	14.1	.829
11	94	57	.78	.51	9.9	.563	31	81	21	.51	.59	12.9	.678
12	91	65	.79	.37	9.7	.389	32	68	5	.32	.69	14.8	.848
13	94	39	.70	.63	10.9	.741	33	65	5	.31	.67	15.0	.811
14	91	44	.70	.54	10.9	.604	34	52	13	.31	.44	15.0	.472
15	86	23	.56	.63	12.4	.741	35	47	8	.25	.49	15.7	.536
16	83	8	.43	.73	13.7	.929	36	49	5	.24	.57	15.9	.648
17	86	18	.53	.67	12.7	.811	37	60	10	.33	.55	14.8	.618
18	86	3	.40	.82	14.0	1.157	38	36	3	.16	.55	16.9	.618
19	78	16	.46	.61	13.4	.709	39	31	1	.12	.62	17.7	.725
20	91	21	.58	.70	12.2	.867	40	42	5	.21	.52	16.3	.577

ตาราง 46. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบทักษะ: ฉบับที่ 3 การคูณ

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	84	44	.65	.43	11.4	.460	21	67	26	.46	.41	13.4	.436
2	90	70	.81	.30	9.5	.309	22	67	12	.38	.57	14.3	.648
3	81	46	.64	.38	11.5	.400	23	55	15	.34	.44	14.7	.472
4	73	35	.54	.39	12.6	.412	24	61	17	.38	.46	14.2	.497
5	73	29	.51	.44	12.9	.472	25	67	15	.40	.53	14.0	.590
6	70	35	.53	.35	12.7	.366	26	46	26	.36	.22	14.5	.224
7	70	23	.46	.47	13.4	.510	27	58	20	.38	.40	14.2	.424
8	73	29	.51	.44	12.9	.472	28	46	12	.28	.41	15.4	.436
9	78	49	.64	.31	11.6	.321	29	26	6	.15	.35	17.2	.366
10	78	23	.51	.54	12.9	.604	30	26	12	.19	.21	16.6	.214
11	78	23	.51	.54	12.9	.604	31	38	6	.20	.47	16.4	.510
12	90	44	.69	.52	11.0	.577	32	32	15	.23	.23	15.9	.234
13	90	46	.70	.51	10.9	.563	33	26	12	.19	.21	16.6	.214
14	55	9	.30	.53	15.1	.590	34	35	12	.23	.31	16.0	.324
15	93	35	.67	.63	11.2	.741	35	15	6	.10	.21	18.1	.214
16	93	32	.66	.65	11.4	.775	36	15	9	.12	.12	17.7	.121
17	64	20	.41	.45	13.9	.485	37	29	9	.18	.31	16.6	.324
18	49	15	.31	.39	15.0	.412	38	29	6	.16	.39	17.0	.412
19	55	9	.30	.53	15.1	.412	39	23	9	.16	.24	17.1	.245
20	73	17	.44	.56	13.6	.633	40	15	9	.12	.12	17.7	.121

ตาราง 47. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และ z จาก r
ของแบบทดสอบทักษะ ฉบับที่ 4 การทหาร

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	72	83	.78	-.15	-10.0	-.151	21	89	22	.57	.67	12.3	.811
2	92	92	.92	.00	7.4	.000	22	75	33	.54	.43	12.6	.460
3	97	83	.91	.36	7.6	.377	23	86	14	.50	.70	13.0	.867
4	99	92	.95	.26	6.3	.266	24	33	3	.15	.52	17.1	.577
5	56	64	.60	-.08	12.0	-.080	25	31	3	.14	.51	17.2	.563
6	31	19	.25	.16	15.7	.161	26	47	3	.21	.62	16.3	.725
7	36	25	.30	.13	15.1	.131	27	86	14	.50	.70	13.0	.867
8	25	14	.19	.16	16.5	.161	28	72	19	.45	.53	13.5	.590
9	92	61	.78	.43	9.9	.460	29	81	8	.42	.72	13.8	.908
10	81	44	.63	.40	11.6	.424	30	11	8	.09	.07	18.2	.070
11	8	8	.08	.00	18.6	.000	31	25	3	.12	.48	17.7	.485
12	17	3	.09	.36	18.4	.377	32	17	10	.13	.13	17.4	.540
13	75	14	.43	.61	13.7	.709	33	61	6	.30	.63	15.1	.741
14	22	3	.11	.42	17.9	.448	34	17	6	.11	.24	17.9	.245
15	78	14	.45	.63	13.5	.741	35	25	3	.12	.45	17.7	.485
16	19	11	.15	.14	17.2	.141	36	8	0	.05	.39	19.7	.412
17	72	19	.45	.53	13.5	.590	37	11	0	.05	.41	19.6	.436
18	42	11	.25	.39	15.7	.412	38	17	0	.07	.50	18.9	.549
19	70	28	.49	.42	13.1	.448	39	53	8	.28	.53	15.3	.590
20	83	31	.58	.53	12.2	.590	40	39	6	.20	.47	16.3	.510

ตาราง 48. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบ ฉบับที่ 5 การยกกำลัง

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	100	100	.95	.00	6.4	.000	21	80	45	.63	.37	11.6	.389
2	100	100	.95	.00	6.4	.000	22	90	28	.61	.63	11.8	.741
3	98	90	.95	.30	6.6	.309	23	80	23	.52	.56	12.8	.663
4	43	90	.76	-.71	10.1	-.887	24	88	13	.51	.73	12.9	.929
5	98	75	.89	.50	8.1	.549	25	93	5	.48	.84	13.2	1.221
6	73	53	.63	.22	11.6	.224	26	68	15	.52	.11	12.8	.887
7	48	20	.33	.31	14.7	.321	27	65	10	.35	.59	14.5	.678
8	58	30	.44	.29	13.6	.299	28	75	8	.39	.68	14.1	.829
9	68	35	.52	.33	12.8	.343	29	85	10	.46	.73	13.4	.929
10	75	38	.57	.38	12.3	.400	30	80	8	.42	.71	13.9	.887
11	83	68	.76	.20	10.2	.203	31	53	10	.29	.50	15.2	.549
12	85	75	.80	.15	9.6	.151	32	40	3	.18	.57	16.7	.648
13	80	40	.61	.42	11.9	.448	33	40	8	.22	.43	16.1	.460
14	85	48	.68	.41	11.2	.436	34	55	10	.27	.59	15.4	.678
15	85	43	.65	.46	11.4	.497	35	58	15	.35	.46	14.4	.497
16	93	63	.80	.43	9.7	.460	36	63	15	.38	.50	14.3	.549
17	83	20	.52	.62	12.8	.725	37	55	15	.34	.44	14.7	.472
18	55	20	.37	.37	14.4	.389	38	43	5	.21	.53	16.2	.590
19	50	5	.24	.58	15.8	.663	39	40	10	.24	.39	15.9	.412
20	23	18	.20	.07	16.3	.070	40	38	18	.28	.24	15.4	.245

ตาราง 49. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบทักษะ ฉบับที่ 6 การถอดกรรม

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	72	44	.58	.29	12.2	.299	21	86	11	.48	.73	13.2	.929
2	75	47	.61	.30	11.8	.309	22	89	11	.50	.75	13.0	.937
3	56	50	.53	.06	12.7	.60	23	89	17	.54	.70	12.6	.867
4	42	19	.30	.27	15.1	.277	24	83	19	.51	.63	12.9	.741
5	61	50	.56	.11	12.4	.110	25	53	8	.28	.53	15.3	.590
6	47	53	.50	-.06	13.0	-.060	26	53	3	.23	.65	15.9	.775
7	17	17	.17	.00	16.8	.000	27	17	3	.09	.36	18.4	.377
8	42	31	.36	.12	14.4	.121	28	25	6	.14	.34	17.3	.354
9	25	14	.19	.16	16.5	.161	29	31	11	.20	.29	16.3	.299
10	22	11	.16	.18	16.9	.181	30	44	8	.24	.47	15.8	.510
11	14	8	.11	.13	17.9	.131	31	31	8	.18	.35	16.6	.366
12	92	36	.67	.61	11.3	.709	32	28	3	.13	.48	17.4	.523
13	81	36	.59	.46	12.0	.497	33	33	1	.13	.63	17.5	.741
14	70	28	.29	.42	13.1	.448	34	17	3	.09	.36	18.4	.377
15	95	61	.81	.50	9.5	.549	35	42	11	.25	.39	15.7	.412
16	11	6	.08	.13	18.5	.131	36	22	8	.14	.25	17.2	.256
17	42	25	.33	.19	14.7	.192	37	11	3	.07	.26	19.1	.266
18	14	11	.12	.06	17.6	.060	38	17	3	.09	.36	18.4	.377
19	72	71	.39	.62	14.9	.725	39	42	8	.23	.45	15.9	.485
20	92	22	.60	.70	12.0	.867	40	28	1	.11	.60	17.9	.693

ตาราง 50. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	91	53	.74	.47	10.4	.510	16	35	24	.37	.28	14.4	.288
2	85	44	.66	.45	11.4	.485	17	32	12	.21	.28	16.2	.288
3	74	50	.62	.26	11.6	.266	18	62	9	.33	.58	14.8	.663
4	68	44	.56	.25	12.4	.256	19	43	21	.32	.25	14.9	.256
5	71	35	.53	.36	12.7	.377	20	44	21	.32	.26	14.9	.266
6	65	35	.50	.30	13.0	.256	21	59	21	.39	.40	14.1	.424
7	59	24	.41	.36	13.9	.377	22	56	21	.38	.37	14.2	.389
8	68	32	.50	.36	13.0	.377	23	53	9	.29	.52	15.3	.577
9	56	26	.41	.31	13.9	.321	24	44	15	.29	.34	15.3	.354
10	49	27	.38	.24	14.3	.245	25	47	12	.28	.42	15.3	.448
11	47	24	.35	.27	14.5	.277	26	39	16	.27	.28	15.5	.288
12	42	19	.30	.28	15.0	.288	27	84	16	.25	.23	15.8	.234
13	44	15	.29	.34	15.3	.354	28	53	26	.39	.28	14.1	.288
14	50	24	.37	.28	14.4	.288	29	37	14	.25	.30	15.7	.309
15	53	26	.39	.28	14.1	.288	30	32	12	.21	.28	16.2	.288

ตาราง 51. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	88	71	.80	.25	9.6	.255	16	56	18	.36	.41	14.4	.436
2	76	53	.65	.25	11.6	.255	17	41	18	.29	.27	15.2	.277
3	79	41	.61	.40	11.9	.424	18	53	16	.33	.41	14.9	.436
4	71	50	.61	.22	11.9	.224	19	50	18	.33	.36	14.7	.377
5	63	32	.47	.30	13.3	.310	20	52	15	.32	.41	14.8	.436
6	61	32	.46	.30	13.4	.310	21	47	18	.32	.33	14.9	.343
7	59	32	.45	.28	13.5	.288	22	46	20	.32	.29	14.8	.299
8	74	18	.45	.56	13.5	.633	23	38	18	.28	.24	15.4	.245
9	56	35	.45	.21	13.5	.213	24	38	15	.26	.29	15.9	.299
10	53	32	.42	.22	13.8	.224	25	41	12	.25	.37	15.7	.388
11	47	18	.32	.33	14.9	.343	26	34	15	.24	.25	15.8	.255
12	62	21	.41	.42	13.9	.448	27	38	12	.24	.34	15.8	.354
13	57	22	.39	.37	14.1	.388	28	44	6	.22	.51	16.0	.563
14	68	12	.38	.58	14.2	.662	29	32	12	.21	.28	16.2	.288
15	61	15	.37	.49	14.4	.536	30	33	12	.21	.28	16.2	.288

ตาราง 52. แสดงค่า P_H , P_L , p , r , Δ , และค่า z จาก r
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	z จาก r
1	95	21	.62	.75	11.8	.973	16	51	30	.40	.22	14.0	.224
2	74	38	.56	.37	12.4	.388	17	50	26	.38	.26	14.3	.266
3	68	32	.50	.36	13.0	.377	18	55	20	.37	.37	14.4	.388
4	62	38	.50	.24	13.0	.245	19	47	26	.36	.23	14.4	.234
5	74	24	.49	.50	13.1	.549	20	56	15	.34	.45	14.6	.485
6	41	15	.27	.32	15.4	.332	21	44	21	.32	.26	14.9	.266
7	74	14	.49	.50	13.1	.549	22	47	18	.32	.33	14.9	.343
8	77	20	.48	.56	13.2	.633	23	41	21	.31	.23	15.0	.234
9	65	29	.47	.36	13.3	.377	24	41	21	.31	.23	15.0	.234
10	70	25	.47	.45	13.3	.485	25	47	15	.30	.37	15.1	.388
11	62	24	.43	.39	13.8	.412	26	53	9	.29	.52	15.3	.576
12	53	32	.42	.22	13.8	.224	27	38	15	.26	.29	15.6	.299
13	55	30	.42	.26	13.8	.266	28	44	6	.22	.51	16.0	.563
14	59	26	.42	.34	13.8	.354	29	35	9	.21	.37	16.3	.388
15	65	18	.41	.48	14.0	.523	30	38	6	.20	.47	16.4	.510

ตาราง 53. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะคิดจากคะแนน
สอบทดลอง

ฉบับที่	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s^2	s	N
1	2627	58845	20.6063	35.6850	5.9797	127
2	2715	65709	21.4567	60.8560	7.8010	127
3	1986	35166	15.6380	32.6138	5.7108	127
4	1804	56382	14.2047	24.9101	4.9910	127
5	2554	28374	20.1102	39.8449	6.3123	127
6	1716	25522	13.5118	18.8375	4.3055	127

ตาราง 54. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์จากคะแนนสอบทดลอง

ฉบับที่	$\sum x$	$\sum x^2$	$\bar{x}$	s^2	s	N
1	1516	20444	11.9370	18.6309	4.3164	127
2	1541	21071	12.1339	18.8311	4.3395	127
3	1085	11179	8.5433	15.1548	3.8929	127

ตาราง 55. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ จำแนกตามกลุ่มตัวอย่าง
รวมทั้งหมก, กลุ่มชายรวม, กลุ่มหญิงรวม.

แบบทดสอบ	กลุ่ม ตัวอย่าง	$\sum x$	$\sum x^2$	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการ บวก	ชาย	5753	165969	19.1215	7.3946	54.6806
	หญิง	6887	171067	21.8635	8.0787	65.2647
	รวม	14440	337036	20.3380	7.8189	61.1493
ทักษะในการ ลบ	ชาย	6962	142330	17.6253	7.0572	49.8034
	หญิง	6150	138414	19.5238	7.6430	58.4158
	รวม	13112	280744	18.4676	7.3782	54.4383
ทักษะในการ คูณ	ชาย	5383	87699	13.6278	6.0330	36.3972
	หญิง	4984	90540	15.8222	6.0995	37.2041
	รวม	10367	178239	14.6014	6.1557	37.8931
ทักษะในการ หาร	ชาย	4955	75335	12.5443	5.7833	33.4466
	หญิง	3794	52800	12.0444	4.7183	22.2622
	รวม	8749	124771	12.3225	4.8911	23.9226
ทักษะในการ ยกกำลัง	ชาย	7147	145343	18.0937	6.3780	40.6790
	หญิง	6139	133023	19.4889	6.5279	42.6137
	รวม	13286	278366	18.7127	6.4776	41.9596
ทักษะในการ ถอดกรณฑ์	ชาย	4803	67509	12.1595	4.8072	23.1141
	หญิง	3889	55219	12.3460	4.7903	22.9467
	รวม	8692	122728	12.2423	4.7075	23.0160

ตาราง 56. สถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำแนกตามกลุ่ม
ตัวอย่างรวมทั้งหมด, กลุ่มชายรวม, กลุ่มหญิงรวม

แบบทดสอบ	กลุ่ม ตัวอย่าง	$\sum x$	$\sum x^2$	$\bar{x}$	s	s^2
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	ชาย	4444	55754	11.2506	3.8223	14.6096
	หญิง	4052	57544	12.8635	4.1551	17.2647
	รวม	8496	113298	11.9662	4.0507	16.4078
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	ชาย	4484	57188	11.3519	3.9943	15.9545
	หญิง	4090	58482	12.9841	4.1381	17.1240
	รวม	8574	115670	12.0761	4.1362	17.1084
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	ชาย	3684	41434	9.3266	4.2375	17.9565
	หญิง	3443	44545	10.9302	4.6919	22.0142
	รวม	7127	85979	10.0380	4.5126	20.3638

ตาราง 57. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูอุบลราชธานี

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	995	20549	19.1346	5.4414	29.6089
ทักษะในการลบ	851	15633	16.3654	5.7838	33.4520
ทักษะในการคูณ	502	6068	9.6538	4.8945	23.9563
ทักษะในการหาร	656	9620	12.6154	5.1341	26.3590
ทักษะในการยกกำลัง	1070	24042	20.5769	6.3008	39.6998
ทักษะในการถอดกรณฑ์	555	6769	10.6731	4.0715	16.5773
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	639	8359	12.2885	3.1519	9.9348
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	616	8024	11.8462	3.7750	14.2504
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	540	6320	10.3846	3.7372	13.9668

ตาราง 58. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูอุดรธานี

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	515	8423	14.7143	4.9857	24.8571
ทักษะในการลบ	562	9768	16.0571	4.6775	21.8790
ทักษะในการคูณ	510	8574	14.5714	5.7970	33.6050
ทักษะในการหาร	382	4834	10.9143	4.4217	19.5513
ทักษะในการยกกำลัง	657	13179	18.7714	4.9887	24.8874
ทักษะในการถอดกรณฑ์	412	5740	11.7714	5.1168	26.1815
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	455	6703	13.0000	4.8142	23.1765
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	524	8980	14.9714	5.7777	33.3815
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	392	5284	11.2000	5.1266	26.2823

ตาราง 59. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูนครราชสีมา

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	669	11447	16.3171	3.6431	13.2719
ทักษะในการลบ	613	9811	14.9512	4.0184	16.1476
ทักษะในการคูณ	476	6200	11.6098	4.1041	16.8439
ทักษะในการหาร	287	2271	7.0000	2.5593	6.5500
ทักษะในการยกกำลัง	743	14529	18.1220	5.1585	26.6097
ทักษะในการถอดกรณฑ์	405	4697	9.8780	4.1725	17.4097
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	572	8626	13.9512	4.0184	16.1476
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	561	8425	13.6829	4.3269	18.7219
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	415	4819	10.1220	3.9319	15.4597

ตาราง 60. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนฝึกหัดครูสกลนคร

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	805	20353	24.3939	4.7298	22.3712
ทักษะในการลบ	687	15725	20.8182	6.6683	44.4659
ทักษะในการคูณ	442	6570	13.3939	4.5065	20.3087
ทักษะในการหาร	439	6329	13.3030	3.9090	15.2803
ทักษะในการยกกำลัง	625	12685	18.9394	5.1474	26.4962
ทักษะในการถอดกรณฑ์	453	6847	13.7273	4.4319	19.6420
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	379	4725	11.4848	3.4107	11.6326
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	374	4504	11.3333	2.8795	8.2917
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	305	3627	9.2424	5.0251	25.2519

ตาราง 61. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูนครสวรรค์

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	1034	23334	20.6800	6.3098	39.8138
ทักษะในการลบ	834	15408	16.6800	5.5271	30.5486
ทักษะในการคูณ	719	11497	14.3800	4.8609	23.6282
ทักษะในการหาร	663	9803	13.2600	4.5437	20.6453
ทักษะในการยกกำลัง	874	17048	17.4800	6.0110	36.1322
ทักษะในการถอดกรณฑ์	617	8627	12.3400	4.5473	20.6779
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	528	5982	10.5600	2.8796	8.2922
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	498	5342	9.9600	2.7918	7.7943
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	376	3260	7.5200	2.9709	8.8261

ตาราง 62. กาสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูอุตรดิตถ์

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	797	18871	21.5405	6.8783	47.3107
ทักษะในการลบ	737	16737	19.9189	7.5586	57.1321
ทักษะในการคูณ	656	13514	17.7297	7.2328	52.3138
ทักษะในการหาร	507	7451	13.7027	3.7407	13.9925
ทักษะในการยกกำลัง	744	16708	20.1081	6.9673	48.5435
ทักษะในการถอดกรณฑ์	457	6371	12.3514	4.4921	20.1786
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	407	4913	11.0000	3.4801	12.1786
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	393	4487	10.6216	2.9472	8.6862
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	343	3683	9.2703	3.7390	13.9805

ตาราง 63. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูพิบูลสงคราม

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	322	2858	8.2564	2.2909	5.2483
ทักษะในการลบ	329	2841	8.4359	1.3138	1.7260
ทักษะในการคูณ	854	20094	21.8974	6.0559	36.6734
ทักษะในการหาร	765	15933	19.6154	4.9397	24.4008
ทักษะในการยกกำลัง	955	25051	24.4872	6.6208	43.8353
ทักษะในการถอดกรณฑ์	637	11079	16.3333	4.2136	17.7543
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	407	4593	10.4359	3.0157	9.0945
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	377	4085	9.6667	3.4054	11.5965
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	386	4774	9.8974	5.0094	25.0945

ตาราง 64. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูเทพสตรี

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	778	14840	18.0930	4.2640	18.1816
ทักษะในการลบ	818	16876	19.0233	5.5954	31.3089
ทักษะในการคูณ	591	9183	13.7442	5.0242	25.2425
ทักษะในการหาร	454	5354	10.5581	3.6535	13.3477
ทักษะในการยกกำลัง	735	13557	17.0930	4.8639	23.6578
ทักษะในการถอดกรณฑ์	447	5341	10.3953	4.0658	16.5304
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	510	6680	11.8605	3.8766	15.0277
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	514	6914	11.9535	4.2815	18.3311
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	518	7324	12.0465	5.0801	25.8073

ตาราง 65. การสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนฝึกหัดครูนครปฐม

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	951	19361	19.0200	5.0970	25.9791
ทักษะในการลบ	752	12230	15.0400	4.3329	18.7738
ทักษะในการคูณ	679	10409	13.5800	4.9243	24.2485
ทักษะในการหาร	618	8464	12.3600	4.1046	16.8473
ทักษะในการยกกำลัง	917	18089	18.3400	5.0935	25.9432
ทักษะในการถอดกรณฑ์	727	11527	14.5400	4.4180	19.5188
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	664	9408	13.2800	3.4702	12.0424
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	724	11368	14.4800	4.2486	18.0506
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	567	7315	11.3400	4.2504	18.0657

ตาราง 66. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนฝึกหัดครูนครศรีธรรมราช

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	859	17131	18.2766	5.5783	31.1175
ทักษะในการลบ	829	17359	17.6383	7.7134	59.4967
ทักษะในการคูณ	621	9361	13.2128	5.0127	25.1276
ทักษะในการหาร	595	8589	12.6596	4.7926	22.9685
ทักษะในการยกกำลัง	825	17265	17.5532	7.7790	60.5133
ทักษะในการถอดกรณฑ์	514	6396	10.9362	4.1041	16.8437
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	568	7534	12.0851	3.8155	14.5578
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	634	9288	13.4894	3.9993	15.9944
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	501	6221	10.6596	4.3752	19.1424

ตาราง 67. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูสงขลา

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	927	33127	35.6538	1.7422	3.0354
ทักษะในการลบ	778	24118	29.9231	5.7891	33.5138
ทักษะในการคูณ	562	13946	21.6154	8.4809	71.9262
ทักษะในการหาร	362	6010	13.9231	6.2285	38.7938
ทักษะในการยกกำลัง	497	10563	19.1154	6.5197	42.5061
ทักษะในการถอดกรณฑ์	303	4603	11.6538	6.5479	42.8754
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	352	5068	13.5385	3.4783	12.0985
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	270	3106	10.3846	3.4765	12.0861
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	278	4128	10.6923	6.7986	46.2215

ตาราง 68. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูยะลา

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	1333	42093	29.6222	7.6968	59.2403
ทักษะในการลบ	1157	32561	25.7111	7.9961	63.9373
ทักษะในการคูณ	754	15240	16.7556	7.6964	59.2343
ทักษะในการหาร	496	6490	11.0222	4.8218	23.2495
ทักษะในการยกกำลัง	588	10380	13.0667	7.8289	61.2909
ทักษะในการถอดกรณฑ์	473	6081	10.5111	5.0210	25.2101
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	691	11773	15.3556	5.1397	26.4161
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	601	8909	13.3556	4.4780	20.0525
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	533	7099	11.8444	4.2263	17.8616

ตาราง 69. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	1215	39081	31.1538	5.6872	32.3441
ทักษะในการลบ	1050	30286	26.9231	7.2851	53.0728
ทักษะในการคูณ	635	11615	16.2821	5.7945	33.5762
ทักษะในการหาร	455	5733	11.6667	3.3430	11.1754
ทักษะในการยกกำลัง	734	15418	18.8205	6.4964	42.2037
ทักษะในการถอดกรณฑ์	581	9473	14.8974	4.6385	21.5155
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	341	3261	8.7436	2.7117	7.3536
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	454	5638	11.6410	3.0478	9.2888
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	353	3511	9.0513	2.8832	8.3131

ตาราง 70. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูพระนคร

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	819	18717	22.1351	4.0426	16.3423
ทักษะในการลบ	800	18408	21.6216	5.5545	30.8528
ทักษะในการคูณ	521	7845	14.0811	3.7593	14.1321
ทักษะในการหาร	553	8657	14.9459	3.2994	10.8859
ทักษะในการยกกำลัง	905	22991	24.4595	4.8739	23.7552
ทักษะในการถอดกรณฑ์	574	9246	15.5135	3.0788	9.4790
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	501	7473	13.5405	4.3754	19.1441
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	546	8524	14.7568	3.6010	12.9670
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	491	7529	13.2703	5.3054	28.1471

ตาราง 71. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูมหาสารคาม

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	477	8435	15.9000	5.4161	29.3345
ทักษะในการลบ	446	7654	14.8667	5.9407	35.2919
ทักษะในการคูณ	297	3403	9.9000	3.9944	15.9552
ทักษะในการหาร	281	2921	9.3667	3.1566	9.9644
ทักษะในการยกกำลัง	523	10217	17.4333	6.1570	37.9092
ทักษะในการถอดกรณฑ์	349	4463	11.6333	3.7277	13.8954
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	284	2962	9.4667	3.0708	9.4299
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	366	4706	12.2000	2.8816	8.3034
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	241	2093	8.0333	2.3265	5.4126

ตาราง 72. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูเชียงใหม่

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	557	10317	17.4063	4.4783	20.0554
ทักษะในการลบ	583	11135	18.2188	4.0698	16.5635
ทักษะในการคูณ	428	6128	13.3750	3.6078	13.0161
ทักษะในการหาร	284	2674	8.8750	2.2252	4.9516
ทักษะในการยกกำลัง	503	8355	15.7188	3.8035	14.4667
ทักษะในการถอดกรณฑ์	238	2224	7.4375	3.8264	14.6411
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	396	5332	12.3750	3.7309	13.9193
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	370	4680	11.5625	3.6005	12.9637
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	285	3129	8.9063	4.3653	19.0554

ตาราง 73. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยหมูปานจอมบึง

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	718	15996	21.1176	5.0258	25.2584
ทักษะในการลบ	580	10568	17.0588	4.5189	20.4206
ทักษะในการคูณ	475	7313	13.9706	4.5293	20.5143
ทักษะในการหาร	518	8386	15.2353	3.8695	14.9732
ทักษะในการยกกำลัง	572	10440	16.8235	4.9755	24.7558
ทักษะในการถอดถอน	452	6450	13.2941	3.6559	13.3654
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	288	2728	8.4706	2.9566	8.7415
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	317	3319	9.3235	3.3186	11.0134
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	236	1834	6.9412	2.4364	5.9358

ตาราง 74. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบทักษะ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียน
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนวิทยาลัยครูจันทระเกษม

แบบทดสอบ	Σx	Σx^2	$\bar{x}$	s	s^2
ทักษะในการบวก	669	12103	16.7250	4.8410	23.4352
ทักษะในการลบ	706	13626	17.6500	5.4657	29.8743
ทักษะในการคูณ	645	11279	16.1250	4.7458	22.5224
ทักษะในการหาร	434	5252	10.8500	3.7317	13.9256
ทักษะในการยกกำลัง	819	17849	20.4750	5.2623	27.6917
ทักษะในการถอดกรณฑ์	498	6794	12.4500	3.9023	15.2282
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 1	514	7178	12.8500	3.8334	14.6949
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 2	435	5371	10.8750	4.0521	16.4199
ผลสัมฤทธิ์ ฉบับที่ 3	367	4029	9.1750	4.1193	16.9686

ตาราง 75. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์, และคะแนน T ประติ
ของแบบทดสอบทักษะในการบวก คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
38	8	710	706.0	99.40	75
37	13	702	695.5	97.93	71
36	14	689	682.0	96.03	68
35	14	675	668.0	94.05	66
34	10	661	656.0	92.36	64
33	7	651	647.5	91.17	63
32	13	644	637.5	89.76	63
31	22	631	620.0	87.30	62
30	6	609	606.5	85.40	61
29	13	603	596.5	83.99	60
28	14	590	583.0	82.09	59
27	21	576	565.5	79.62	58
26	14	555	548.0	77.16	57
25	21	541	530.5	74.69	56
24	27	520	506.5	71.32	55
23	35	493	475.5	66.95	54
22	27	458	444.5	62.59	53
21	24	431	419.0	58.99	52
20	28	407	393.0	55.53	51
19	56	379	351.5	49.49	50
18	57	323	294.5	41.47	48
17	35	266	248.5	34.99	46
16	30	231	216.0	30.41	45
15	30	201	186.0	26.19	44
14	27	171	157.5	22.18	43
13	30	144	129.0	18.16	41
12	33	114	97.5	13.73	39
11	14	81	74.0	10.42	37
10	18	67	58.0	8.17	36
9	15	49	41.5	5.84	34
8	12	34	28.0	3.94	33
7	8	22	18.0	2.53	31
6	9	14	9.5	1.34	28
5	3	5	3.5	0.49	24
4	2	2	1.0	0.01	13

ตาราง 76. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติ
ของแบบทดสอบทักษะในการลบ คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
40	2	710	709.0	99.83	79
39	7	708	704.5	99.19	74
38	5	701	697.5	98.35	71
37	3	696	694.5	97.79	70
36	5	693	690.5	97.22	69
35	4	688	686.0	96.59	68
34	5	684	681.5	95.96	67
33	5	679	676.5	95.25	67
32	9	674	669.5	94.27	66
31	12	665	659.0	92.79	64
30	13	653	646.5	91.03	63
29	12	640	634.0	89.27	62
28	27	628	614.5	86.52	61
27	18	601	592.0	83.35	60
26	24	583	571.0	80.40	59
25	17	559	550.5	77.51	58
24	22	542	531.0	74.76	57
23	25	520	507.5	71.46	56
22	40	495	475.0	66.88	54
21	34	455	438.0	61.67	53
20	49	421	396.5	55.83	51
19	34	372	355.0	49.98	50
18	41	338	317.5	44.70	49
17	34	297	280.0	39.42	47
16	33	263	246.5	34.71	46
15	34	230	213.0	29.99	45
14	38	196	177.0	24.92	43
13	32	158	142.0	19.99	42
12	23	126	114.5	16.12	40
11	26	103	90.0	12.67	39
10	30	77	62.0	8.73	37
9	15	47	39.5	5.56	34
8	10	32	27.0	3.80	33
7	7	22	18.5	2.80	31
6	6	15	12.0	1.69	29
5	3	9	7.5	1.06	27
4	5	6	3.5	0.49	24
3	-	-	-	-	-
2	1	1	0.5	0.07	18

ตาราง 77. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติ
ของแบบทดสอบทักษะในการคูณ คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
37	1	710	709.5	99.90	81
36	1	709	708.5	99.76	78
35	1	708	707.5	99.62	77
34	1	707	706.5	99.48	76
33	2	706	705.0	99.26	74
32	1	704	703.5	99.05	73
31	1	703	702.5	98.91	73
30	6	702	699.0	98.42	72
29	1	696	695.5	97.93	71
28	6	695	692.0	97.43	70
27	8	689	685.0	96.45	68
26	11	681	675.5	95.11	67
25	15	670	662.5	93.28	65
24	8	655	651.5	91.73	64
23	15	647	639.5	90.04	63
22	16	632	624.0	87.86	62
21	22	616	605.0	85.18	61
20	21	594	583.5	82.16	59
19	36	573	555.0	78.14	58
18	29	537	522.5	73.57	56
17	43	508	486.5	68.50	55
16	47	465	441.5	62.16	53
15	42	418	397.0	55.90	52
14	43	376	354.5	49.91	50
13	50	333	308.0	43.37	48
12	38	283	264.0	37.17	47
11	43	245	223.5	31.47	45
10	55	202	174.5	24.57	43
9	37	147	128.5	18.09	41
8	35	110	92.5	13.02	39
7	23	75	63.5	8.94	36
6	19	52	42.5	5.98	34
5	16	33	25.0	3.52	32
4	7	17	13.5	1.90	29
3	6	10	7	0.95	27
2	2	4	3	0.42	24
1	2	2	1	0.14	20

ตาราง 78. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติ
ของแบบทดสอบทักษะในการหาร คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
32	1	710	709.5	99.90	81
30	1	709	708.5	99.76	78
27	1	708	707.5	99.62	77
26	1	707	706.5	99.48	76
25	5	706	703.5	99.05	74
24	5	701	698.5	98.35	71
23	4	696	694.0	97.72	70
22	8	692	688.0	96.87	68
21	17	684	675.5	95.11	67
20	17	667	658.5	92.72	65
19	19	650	640.5	90.18	63
18	29	631	616.5	86.80	61
17	40	602	582.0	81.95	59
16	30	562	547.0	77.02	57
15	43	532	510.5	71.88	55
14	42	489	468.0	65.89	54
13	57	447	418.5	59.92	53
12	46	390	367.0	51.67	50
11	57	344	315.5	44.42	49
10	56	287	259.0	36.47	47
9	63	231	199.5	28.09	44
8	53	168	141.5	19.92	42
7	35	115	97.5	13.73	39
6	31	80	64.5	9.08	37
5	28	49	35.0	4.93	33
4	15	21	13.5	1.90	29
3	4	6	4.0	0.56	25
2	1	2	1.5	0.21	21
1	1	1	.5	0.07	18

ตาราง 79. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติ
ของแบบทดสอบทักษะในการยกกำลัง คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
37	1	710	709.5	99.90	81
34	8	709	705.0	99.26	74
33	5	701	698.5	98.35	71
32	5	696	693.5	97.64	70
31	8	691	687.0	96.73	68
30	11	683	677.5	95.39	67
29	17	672	663.5	93.42	65
28	11	655	649.5	91.45	64
27	18	644	635.0	89.41	63
26	25	626	613.5	86.38	61
25	27	601	587.5	82.72	59
24	29	574	559.5	78.78	58
23	31	545	529.5	74.55	57
22	36	514	496.0	69.84	55
21	38	478	459.0	64.63	54
20	47	440	416.5	58.64	52
19	43	393	371.5	52.31	51
18	47	350	326.5	45.97	49
17	33	303	286.5	40.34	47
16	39	270	250.5	35.27	46
15	47	231	207.5	29.22	44
14	34	184	167.0	23.51	43
13	37	150	131.5	18.52	41
12	24	113	101.5	14.29	39
11	17	89	80.5	11.33	38
10	18	72	63.0	8.87	36
9	15	54	46.5	6.55	35
8	8	39	35.0	4.93	33
7	6	31	28.0	3.94	32
6	8	25	21.0	2.96	31
5	8	17	13.0	1.83	29
4	6	9	6.0	0.84	26
3	1	3	2.5	0.35	23
2	2	2	1.0	0.14	20

ตาราง 80. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติ
ของแบบทดสอบทักษะในการถอดกรรมที่ คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
27	2	710	709.0	99.83	79
26	2	708	707.0	99.54	76
25	2	706	705.0	99.26	74
24	3	704	702.5	98.91	73
23	2	701	700.0	98.56	72
22	8	699	695.0	97.86	70
21	10	691	686.0	96.59	68
20	18	681	672.0	94.62	66
19	21	663	652.5	91.87	64
18	26	642	629.0	88.56	62
17	48	616	592.0	83.35	60
16	42	568	547.0	77.02	57
15	45	526	503.5	70.89	55
14	51	481	455.5	64.13	54
13	43	430	408.5	57.52	52
12	70	387	352.0	49.56	50
11	62	317	286.0	40.27	48
10	48	255	231.0	32.52	45
9	49	207	182.5	25.70	43
8	45	158	135.5	19.08	41
7	29	113	98.5	13.89	39
6	22	84	73.0	10.28	37
5	18	62	53.0	7.46	35
4	21	44	33.5	4.72	33
3	14	23	16.0	2.25	30
2	6	9	6.0	0.84	26
1	3	3	1.5	0.21	21

ตาราง 81. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกติของแบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ครั้งที่ 1 คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
25	1	710	709.5	99.90	81
24	1	709	708.5	99.76	78
23	3	708	706.5	99.48	76
22	1	705	704.5	99.19	74
21	7	704	700.5	98.63	72
20	10	697	692.0	97.43	70
19	11	687	681.5	95.96	67
18	18	676	667.0	93.91	65
17	25	658	645.5	90.89	63
16	48	623	609.0	85.75	61
15	40	585	565.0	79.55	58
14	65	545	512.5	72.16	56
13	53	480	453.5	63.85	54
12	56	427	399.0	56.18	52
11	69	371	336.5	47.38	50
10	65	302	269.5	37.95	47
9	82	237	196.0	27.60	44
8	58	155	126.5	17.81	41
7	49	97	72.5	10.21	37
6	22	48	37.0	5.21	34
5	7	26	22.5	3.17	31
4	11	19	13.5	1.90	29
3	2	8	7.0	0.99	27
2	5	6	3.5	0.49	24
1	1	1	0.5	0.07	18

ตาราง 82. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซ็นไทล์ และคะแนน T ประกิติของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ครั้งที่ 2 คัดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
25	4	710	709.0	99.83	80
24	2	706	705.0	99.26	74
23	4	704	702.0	98.84	73
22	6	700	697.0	98.14	71
21	13	694	687.5	96.80	69
20	19	681	671.5	94.55	66
19	19	662	652.5	91.87	64
18	23	643	631.5	88.92	62
17	30	620	605.0	85.18	60
16	30	590	575.0	80.96	59
15	39	560	540.5	76.10	57
14	47	521	497.5	70.05	55
13	59	474	444.5	62.58	53
12	64	415	383.0	53.93	51
11	82	351	310.0	43.65	48
10	79	269	229.5	32.31	45
9	64	190	158.0	22.25	42
8	40	126	106.0	14.92	40
7	37	86	67.5	9.50	37
6	23	49	37.5	5.28	34
5	11	26	20.5	2.89	31
4	11	15	9.5	1.34	28
3	4	4	2.0	0.28	22

ตาราง 83. การแจกแจงความถี่, เปอร์เซนต์ไทด์ และคะแนน T ประกิติของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ชั้นปีที่ 3 กิจจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 710 คน

X	f	cf	cf+½f	cp	T
26	1	710	709.5	99.90	81
25	-	-	-	-	-
24	3	709	707.5	99.62	77
23	4	706	704.0	99.12	74
22	4	702	700.0	98.56	72
21	8	698	694.0	97.72	70
20	11	690	684.5	96.38	68
19	12	679	673.0	94.76	66
18	12	667	661.0	93.07	65
17	14	655	648.0	91.24	64
16	14	641	634.0	89.27	62
15	32	627	611.0	86.03	61
14	33	595	579.5	81.59	59
13	27	563	549.5	77.37	58
12	45	536	531.5	74.84	57
11	61	491	460.5	64.84	54
10	73	430	383.5	54.00	51
9	57	357	328.5	46.25	49
8	69	300	265.5	37.38	47
7	73	231	194.5	27.39	44
6	55	158	130.5	18.37	41
5	51	103	77.5	10.91	38
4	29	52	37.5	5.28	34
3	13	23	16.5	2.32	30
2	6	10	7.0	0.98	27
1	4	4	2.0	0.28	22

ประวัติย่อของผู้เขียน

ชื่อ นายชาติ ถาศักดิ์

วัน เดือน ปี เกิด 1 เมษายน 2474

การศึกษาชั้นต้น

- ป.4 จากโรงเรียนวัดบ้านคำแยบ ต. พนา อ. พนา จ. อุบลราชธานี
- ม.5 จากโรงเรียนมัธยมพนานิคม ต. พนา อ. พนา จ. อุบลราชธานี
- ม.6 จากโรงเรียนศรีทองวิทยา อ. เมือง จ. อุบลราชธานี
- ม.7 จากโรงเรียนเบญจมมหาราช อ. เมือง จ. อุบลราชธานี
- ม.8 จากโรงเรียนอำนวยการศิลป์ชนบุรี จ. ชนบุรี

การศึกษาชั้นฝึกหัดครู

- ป.ป. จากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย พระนคร ปีการศึกษา 2496
- ป.ม. จากโรงเรียนฝึกหัดครูมัธยม (หลังกระทรวงศึกษาธิการ) ปีการศึกษา 2497-2498

การศึกษาระดับปริญญาตรี

- กศ.บ. (สาขาประถมศึกษา) จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปีการศึกษา 2500 - 2501

ประวัติการทำงาน

- ครูตรี โรงเรียนฝึกหัดครูอุบลราชธานี
1 มิถุนายน พ.ศ. 2499
- อาจารย์ตรี วิทยาลัยครูอุบลราชธานี
27 มีนาคม พ.ศ. 2502

ปัจจุบัน - อาจารย์โท วิทยาลัยครูอุบลราชธานี