

๕/๙. ๒๔๒

๖ ๖๒๖ ๗

๑.๒

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการคำนวณคะแนนเพิ่มวิธีต่าง ๆ ด้วย
ระเบียบวิธีการมอนติคาร์โล

๒๖ ก.ย. ๒๕๓๗

ปริญาพนธ์
ของ
วิจิตร เทือกทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาการวิจัยและนันทนาการหลักสูตร

มีนาคม ๒๕๓๗

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

190068

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการคำนวณคะแนนเพิ่มวิธีต่าง ๆ ด้วย
ระเบียบวิธีการมอนติคาร์โล

บทคัดย่อ

ของ

วินิจ เทือกทอง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร

มีนาคม 2537

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีของคิริชย์ และวิธีเทียบส่วนร้อย ตามลักษณะการแจกแจงของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง ซึ่งมีรูปแบบการแจกแจงที่แตกต่างกัน ตามสถานการณ์ ดังต่อไปนี้ ค่าคะแนนเพิ่ม ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม ขนาดตัวอย่าง ความเบ้ของข้อมูล ความโด่งของข้อมูล การพิจารณาค่าประสิทธิภาพนั้นจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล โดยการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มของแต่ละวิธีการ ตามแต่ละสถานการณ์ จำนวน 1,000 ครั้ง

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อไม่ได้คำนึงถึงเพดานของคะแนนการสอบวัดแล้ว วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วย วิธีดั้งเดิม หรือ วิธีของลอร์ด มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แต่เมื่อมีการประบนแก้เพดานของคะแนนการสอบวัด วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วย วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้สอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

**A MONTE CARLO STUDY COMPARING THE EFFECTIVENESS
OF THE COMPUTATION METHODS FOR GAIN SCORES**

AN ABSTRACT

BY

VINIT THUEAKTHONG

**Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Doctor of Education Degree in Curriculum Research and Development
at Srinakharinwirot University**

March 1994

The purpose of the study is to compare the effectiveness of five methods for calculating gain score in a different distribution for scores of populations of pre-test and post-test situations under a condition of gain score, correlation value between pre-test and gain score, sample size, skewness of data, leptokertic distribution of data. The error value is used to indicate the effectiveness of gain score calculated. Those five methods are raw score, residual gain, Lord, Sirichai and percent.

The Monte Carlo simulation technique is used in this study. Each method under different conditions, 1,000 times the gain score computation were carried out.

The results indicate : (1) if the ceiling of score is not considered, the raw score method or Lord method has a minimum error, and (2) if the ceiling of score is considered, the residual with potential of examiness method has a minimum error .

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต
สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(ศ.ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.สรชัย นิสาลบุตร)
..... กรรมการ
(อ.ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ศ.ดร.สำเริง บุญเรืองรัตน์)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.สรชัย นิสาลบุตร)
..... กรรมการ
(อ.ดร.ชูศักดิ์ ชัมภลลิขิต)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.ดร.สุรศักดิ์ หลาบมาลา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิวัญญา พูลสุวรรณ)

วันที่ ๕ เดือน พ.ศ. 2537

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความเมตตาจาก ศ.ดร.สำเร็จ
บุญเรืองรัตน์ รศ.ดร.สรชัย นิตาลบุตร อาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลจิต
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.สรชัย นิตาลบุตร
และอาจารย์ ดร.ชูศักดิ์ ขัมภลจิต ได้ให้แนวคิดแก่ผู้วิจัยมาตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง
ในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุรศักดิ์ หลาบมาลา หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์
กรมการฝึกหัดครู ซึ่งเป็นกรรมการสอบภายนอกที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

ขอขอบคุณ อาจารย์สมพร บุญอ้อม แห่งศูนย์สารสนเทศ กระทรวงศึกษาธิการ
และ ผศ.วรรณช เกิดสินธิชัย แห่งภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้า จันทบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
และแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ สำหรับ
งานวิจัยครั้งนี้จนแล้วเสร็จ

วินิจ เทือกทอง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ปัญหาของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
ความสำคัญของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา	9
วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม	14
เกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณ หาค่าคะแนนเพิ่ม	27
การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล	29
3 วิธีดำเนินการวิจัย	36
การวางแผนการทดลอง	36
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	41
รายละเอียดของการสร้างตัวแปรสุ่ม	42
การสรุปผลวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม	45
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	46

5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	179
ผลการวิจัย	180
อภิปรายผลการวิจัย	181
ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้.....	187
บรรณานุกรม	190
ภาคผนวก	194
ภาคผนวก ก โปรแกรมชีวภูเลชัน.....	195
ภาคผนวก ข โปรแกรมการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือ เทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ.....	228
ภาคผนวก ค ตัวอย่างกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการแจก แจงข้อมูลตามสถานการณ์.....	231
ประวัติย่อของผู้วิจัย	246

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

- 1 แสดงสถานการณ์ที่จะศึกษาจากสถานการณ์ทั้งหมด 39
- 2 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
กับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่า
คะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ
คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดของ
กลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนการ
วัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 จำแนกตามระดับ
ค่าคะแนนเพิ่ม 49
- 3 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
กับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่า
คะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ
คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดของ
กลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการ
วัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 จำแนกตามระดับ
ค่าคะแนนเพิ่ม 52
- 4 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
กับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่า
คะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ
คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดของ
กลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการ
วัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 จำแนกตามระดับ
ค่าคะแนนเพิ่ม 55

- 5 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
การวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโค้งเท่ากับ 2 จำแนกตาม
ระดับค่าคะแนนเพิ่ม 59
- 6 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน
การวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ
.4 และความโค้งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม 62
- 7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบ
เบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาด
ของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการ
วัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7
และความโค้งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม 65

- 8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบ
เบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาด
ของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัด
ครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และ
ความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม 68
- 9 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 71
- 10 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 74

- 11 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนนคือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบ
เบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับ
ค่าคะแนนเพิ่ม 77
- 12 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 80
- 13 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบ
ปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาด
ของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการ
วัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4
และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม 84

- 14 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 87
- 15 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 90
- 16 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 93

- 17 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโค้งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 96
- 18 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโค้งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 99
- 19 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโค้งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 102

- 20 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโค้งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 105
- 21 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโค้งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 109
- 22 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโค้งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 112

- 23 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 115
- 24 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 118
- 25 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 121

- 26 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้
เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 124
- 27 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 127
- 28 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง
คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้
เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่า
คะแนนเพิ่ม 130

- 29 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับ
ความสัมพันธ์ 134
- 30 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่า
คงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับ
ความสัมพันธ์ 137
- 31 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนก
ตามระดับความสัมพันธ์ 140

- 32 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนก
ตามระดับความสัมพันธ์ 143
- 33 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
ปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์
ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับ
ขนาดตัวอย่าง 147
- 34 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
ปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์
ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่
ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดตัวอย่าง 150

- 35 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์ของ
การวัด ครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่
ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดตัวอย่าง 153
- 36 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์ของ
การวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่
ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดตัวอย่าง 156
- 37 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
ปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนน
เพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับ
ความเบ้ 160

- 38 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความโค้งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความเบ้ 163
- 39 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ขวา ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความโค้งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความเบ้ 166
- 40 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
ปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโค้ง 170

- 41 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโด่ง 173
- 42 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของ
ตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์
ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจง
แบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบ
เบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ ค่าคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าสหสัมพันธ์ของการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่
ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโด่ง 176
- 43 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม
จำแนกตามสถานการณ์ 186

บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาของการวิจัย

การวัด และประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาเพราะผลที่ได้จากการวัดและประเมินจะทำให้ครู นักเรียน ผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงการเรียนการสอน การวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน และการตัดสินผลการเรียน เป็นต้น (สมชัย วงษ์นาย. 2534 : 1) หัวใจสำคัญของการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนของนักเรียน คือ การศึกษาว่านักเรียนแต่ละคนเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ และวิธีที่นิยมใช้กันมากวิธีหนึ่งคือการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม (gain score) ของนักเรียนแต่ละคน การหาค่าคะแนนเพิ่มจะทำได้ต้องมีการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาจากความแตกต่างของคะแนนสอบวัดทั้งสองครั้ง

การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มนั้น นอกจากจะใช้ประโยชน์ในการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนแล้ว ยังเป็นประโยชน์ในการวิจัยเชิงทดลอง โดยเฉพาะงานวิจัยเชิงทดลองที่ต้องอาศัยรูปแบบแผนการทดลอง ที่มีการวัดครั้งแรก (pre-test) และการวัดครั้งหลัง (post-test) เป้าหมายที่สำคัญของการวิจัยเชิงทดลองอยู่ที่การศึกษาอิทธิพลของสิ่งทดลอง หรือตัวแปรจัดการกระทำ (treatment) ที่มีต่อตัวแปรตาม โดยมีการควบคุมความแปรปรวนเนื่องจากตัวแปรแทรกซ้อน ซึ่งอาจทำได้โดยตรงหรือใช้แผนแบบการทดลอง (experimental design) เข้ามาช่วย

วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ยังมีที่ใช้และเป็นประโยชน์ ในสาขาวิชาอื่น เช่น วิชาเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะเศรษฐศาสตร์ทางการศึกษา นักเศรษฐศาสตร์ได้นำเอาวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มไปใช้ในการศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตทางการศึกษา (educational production function) ด้วยการศึกษาระบบทางการศึกษาว่าปัจจัยเบื้องต้นและวิธีดำเนินงานที่ส่งผลต่อผลผลิตทางการศึกษาอย่างไร การคำนวณผลผลิตทางการศึกษาจากระบบการจัดการศึกษานั้นจะต้องวัดคุณค่าที่เพิ่มขึ้น (value added) ของกระบวนการผลิตในระบบการศึกษา จากนั้นจึงศึกษาว่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยอะไรบ้าง เช่น ปัจจัยที่เกี่ยวกับชั้นเรียน โรงเรียน กลุ่มโรงเรียน และบุคลากรของโรงเรียน เป็นต้น วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับค่าคะแนนเพิ่ม (Nongram Setapanich. 1982 : 41) ซึ่งในทางเศรษฐศาสตร์ใช้ผลต่างของคะแนนการวัดผลผลิตสองครั้งหรือคะแนนเศษเหลือ

เนื่องจากการคิดค่าคะแนนเพิ่มเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย และนักวิชาการหลายสาขา จึงได้มีความพยายามที่จะพัฒนาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ดีและมีประสิทธิภาพ ให้ได้ค่าคะแนนเพิ่มที่ใกล้เคียงกับค่าคะแนนเพิ่มที่แท้จริงและค่าพารามิเตอร์ของประชากรมากที่สุด แนวคิดในการพัฒนาการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม เท่าที่ผ่านมามีแนวทางในการพัฒนาอยู่ 5 แนวทางด้วยกัน คือ

1. วิธีดั้งเดิม เป็นการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่อยู่ในรูปของคะแนนดิบ (raw gain) วิธีคิดคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มทำได้ โดยการนำคะแนนการวัดครั้งแรกเป็นตัวตั้งลบด้วยคะแนนการวัดครั้งแรก วิธีการคำนวณแบบนี้มีข้อดี คือ ความง่ายและสะดวกในการคำนวณ แต่มีข้อบกพร่องคือเมื่อคะแนนสอบเพิ่มของผู้เข้าสอบสองคน มีค่าเท่ากัน มิได้หมายความว่าคะแนนเพิ่มที่แท้จริงของผู้เข้าสอบทั้งสองคนจะเท่ากันเสมอไป และวิธีการคิดคำนวณคะแนนเพิ่มดังกล่าว จะมีค่าความ

เชื่อมั่นของคะแนนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เพราะว่าค่าคะแนนเพิ่มที่คำนวณได้จะมีอิทธิพลของปัจจัยที่เกี่ยวกับหน่วยทดลอง (experimental unit) ปะปนอยู่ด้วย

2. วิธีเศษเหลือ เป็นวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ในรูปคะแนนเพิ่มเศษเหลือ(residual gain) วิธีนี้มีพื้นฐานจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม คือ การปรับแก้คะแนนการวัดครั้งที่หลังด้วยคะแนนการวัดครั้งแรก โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย วิธีการคำนวณมีสูตรดังนี้

$$DG = Y - b_{yx}$$

เมื่อ DG แทนค่าคะแนนเพิ่มเศษเหลือ, Y แทนคะแนนการวัดครั้งที่หลัง, X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก , b_{yx} แทนสัมประสิทธิ์ของการถดถอย (Nongram Setapanich. 1982 : 41)

ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการนำเอาฐานคะแนนเดิมมาพิจารณาในการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มด้วย แต่ข้อบกพร่องของวิธีการคิดคำนวณวิธีนี้ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอย ที่ใช้ในการปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มนั้นเป็นค่าคะแนนที่มีความคลาดเคลื่อนปะปนอยู่ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยมีองค์ประกอบของค่าสหสัมพันธ์รวมอยู่ด้วย และค่าสหสัมพันธ์นี้ แปรผันไปตามขนาดของตัวอย่าง

3. วิธีของลอร์ด(Lord) ลอร์ด เสนอแนวความคิด ในการหาค่าคะแนนเพิ่มของการเรียนการสอน และแมคเนมาร์(Mc Nemar) ได้พัฒนาวิธีการคิดคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มให้ดีขึ้น วิธีการคำนวณใช้สูตร ดังนี้

$$LG = \bar{G} + b_{Gx \cdot Y} (X - \bar{X}) + b_{Gy \cdot X} (Y - \bar{Y})$$

เมื่อ LG แทนค่าคะแนนเพิ่ม, $\bar{G}$ แทนค่าคะแนนเพิ่มเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
 X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก, Y แทนคะแนนการวัดครั้งหลัง,
 $\bar{X}$ แทนค่าคะแนนเฉลี่ยการวัดครั้งแรก, $\bar{Y}$ แทนค่าคะแนนเฉลี่ยการ
 วัดครั้งหลัง $b_{x.y}$ และ $b_{y.x}$ แทนสัมประสิทธิ์การถดถอยแบบพาร์เซียล
 (partial regression coefficient) (Marks and Martin .

1973 : 184)

ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการนำคะแนนการวัดครั้งแรก คะแนนการวัดครั้ง
 หลัง และคะแนนเพิ่มที่เป็นคะแนนดิบมาใช้ในการคำนวณแต่มีข้อบกพร่อง คือการคำนวณยุ่ง
 ยากซับซ้อน เพราะจะต้องคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยแบบพาร์เซียล ถึง
 สองครั้ง และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยทั้งสองค่า ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนของ
 การวัดปะปนอยู่ เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีค่าแปรผันไปตามขนาด
 ของตัวอย่าง

4. วิธีของคิริชย์ เป็นวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ที่ใช้ในการวิจัย
 ของคิริชย์ กาญจนวาลี วิธีนี้เป็นวิธีที่คำนึงถึงศักยภาพ (potential) ของผู้เข้า
 สอบแต่ละคนว่ามีความสามารถ ที่จะทำคะแนนเพิ่มได้เป็นอัตราส่วนเท่าใดของช่วง
 คะแนนติดเพดาน (ceiling) ในการวัดครั้งแรก ช่วงคะแนนติดเพดาน หมายถึง
 ค่าของคะแนนที่ผู้เข้าสอบแต่ละคนมีโอกาสทำเพิ่มถึงจุดสูงสุด วิธีการคำนวณคิดจาก
 ผลต่างระหว่างคะแนนเต็มกับคะแนนการวัดครั้งแรก วิธีการคำนวณของคิริชย์ใช้สูตร
 ดังนี้

$$SDG = \frac{\text{คะแนนการวัดครั้งแรก} - \text{คะแนนการวัดครั้งหลัง}}{\text{คะแนนเต็ม} - \text{คะแนนการวัดครั้งแรก}} \times 100$$

เมื่อ SDG แทนคะแนนเพิ่ม วิธีของศิริชัย (Sirichai Kanjanawasee. 1985 : 50)

ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการใช้ช่วงคะแนนติดเพดานของผู้เข้าสอบแต่ละคน มาคิดด้วย ซึ่งจะทำให้คะแนนเพิ่มที่ได้ของผู้เข้าสอบแต่ละคนแตกต่างกันไปตามศักยภาพของผู้เข้าสอบแต่ละคนจะพึงมี และจะช่วยในการจัดอิทธิพลของคะแนนติดเพดานของผู้เข้าสอบแต่ละคนออกไป นอกจากนี้สเกลในการวัดก็ยังคงอยู่ในสเกลเต็ม 100

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะประยุกต์วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือและวิธีของลอร์ด เข้ากับวิธีของศิริชัย โดยการนำคะแนนเพิ่มจากวิธีทั้งสามมาเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบตามวิธีของศิริชัย ดังนั้น การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มของวิธีศิริชัยในที่นี้จะแยกเป็น 3 แบบ คือ

- 4.1 คะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ
- 4.2 คะแนนเพิ่มวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ
- 4.3 คะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ

5. วิธีเทียบส่วนร้อย เป็นวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ที่คำนึงถึงฐานคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคน โดยเทียบอัตราส่วนของคะแนนเพิ่มที่ได้กับคะแนนที่เป็นฐานของแต่ละคน คะแนนที่เป็นฐานได้แก่คะแนนการวัดครั้งแรก ดังนั้นการคิดคะแนนเพิ่มตามวิธีเทียบส่วนร้อย จึงเป็นการนำเอาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มทั้งสามวิธี มาเปรียบเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกที่เป็นฐาน จะได้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ทั้งหมด 3 วิธี คือ

- 5.1 วิธีเทียบส่วนร้อยของคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม กับคะแนนการวัดครั้งแรก

5.2 วิธีเทียบส่วนร้อยของคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือ กับคะแนนการวัด
ครั้งแรก

5.3 วิธีเทียบส่วนร้อยของคะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ด กับคะแนนการวัด
ครั้งแรก

หลักการของวิธีเทียบส่วนร้อยคล้ายกับวิธีของคิริชย์ คือ การเทียบอัตรา
ส่วนของคะแนนเพิ่มกับคะแนนที่เป็นฐาน แต่สิ่งที่ปัญหาของวิธีการคำนวณหาค่า
คะแนนเพิ่ม โดยใช้วิธีนี้คือยังไม่ทราบว่า คะแนนเพิ่มวิธีใดจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการ
เทียบกับฐานคะแนนการวัดครั้งแรก

จากการที่มีวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี ดังกล่าวมาแล้วนั้น ปัญหา
ที่ต้องการตรวจสอบ คือ ประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณ ว่าวิธีใดจะให้ค่าประมาณ
ของคะแนนเพิ่มได้ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์มากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี
คือ วิธีดั้งเดิม วิธีพิเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีของคิริชย์ และ วิธีเทียบส่วนร้อย
ว่าวิธีการคำนวณวิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด ตามสถานการณ์ที่กำหนดดังนี้

1. ลักษณะการแจกแจงคะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนการวัด
ครั้งแรก มีรูปแบบการแจกแจง 4 รูปแบบ คือ เบ้ขวา-เบ้ซ้าย เบ้ขวา-ปกติ
ปกติ-เบ้ซ้าย และปกติ-ปกติ

2. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนเพิ่ม
มีค่าสหสัมพันธ์ (ρ) เป็น 0.4 , 0.6 และ 0.8

3. ความเบ้ของข้อมูล มีค่าเท่ากับ 0.4 , 0.7

4. ความโด่งของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 2 และ 3

5. จำนวนตัวอย่าง (n) ในการสอบวัดแต่ละครั้งเป็น 10 , 30 และ 50
6. ค่าคะแนนเพิ่มจะมีขนาดคะแนนเฉลี่ยเป็น 0.2 ๘ , 0.5 ๘ และ 0.8 ๘ ตามลำดับ
7. ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการวัดครั้งแรกเท่ากับ 0.8

ขอบเขตของการวิจัย

1. ในการตรวจสอบประสิทธิภาพ ของวิธีการคำนวณหา ค่าคะแนนเพิ่ม โดยใช้คุณสมบัติของการประมาณค่าพารามิเตอร์นั้น วิธีการที่ถูกต้องสมบูรณ์ควรจะ ต้องมีการตรวจสอบค่าประมาณที่ได้กับคะแนนเพิ่มคิดจากคะแนนการวัดครั้งแรก และ คะแนนการวัดครั้งหลังจากประชากรที่มีการแจกแจงครบทุกรูปแบบ แต่ในการวิจัย ครั้งนี้ จะใช้สถานการณ์จำลองข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการ วัดครั้งหลังของประชากร ซึ่งมีลักษณะการแจกแจงจำนวน 117 รูปแบบเป็นตัวแทน การกำหนดสภาวะการณ์การทดลอง

2. ตามหลักการของการปรับแก้ ค่าความคลาดเคลื่อนของสัมประสิทธิ์การ ถดถอย ด้วยค่าความ เชื่อมั่นของแบบสอบวัดจะทำให้ผลการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มมีค่า ความถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Cochran. 1968 : 637) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะไม่ ใช้วิธีการปรับแก้ดังกล่าวมาใช้ เนื่องจากการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณ คะแนนเพิ่ม ที่มีการปรับแก้ด้วยค่าความ เชื่อมั่น การแจกแจงค่าคะแนนเพิ่มจะมี ความซับซ้อนยุ่งยากต่อการตรวจสอบประสิทธิภาพวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม

3. งานวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะด้านประสิทธิภาพ (efficiency) ของ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแต่เพียงอย่างเดียว

4. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการจำลองสถานการณ์การทดลองในเครื่อง

คอมพิวเตอร์โดยอาศัยเทคนิคมอนติคาร์โลชีวมูลชั้น(Monte Carlo simulation) จะทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และ เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ในวิชาสถิติและวิจัยโดยเฉพาะเรื่องการออกแบบการทดลองและในวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา
2. เป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติสำหรับครูผู้สอน หรือนักวิจัยจะสามารถ เลือกวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่มีประสิทธิภาพไปใช้ประโยชน์ ได้ตามความต้องการและตามความเหมาะสมของสถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ที่สอดคล้องในแต่ละแบบของวิธีการแต่ละวิธี

นิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม หมายถึง วิธีการหาค่าคะแนนเพิ่มที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีวิธีการคำนวณที่ให้ค่าคะแนนเพิ่ม ที่เป็นค่าประมาณของค่าพารามิเตอร์ ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดวัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าความเฉลี่ยของตัวอย่าง กับค่าเฉลี่ยของประชากร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อจะนำไปสู่แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาเป็น 4 หัวข้อตามจุดมุ่งหมายในแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้ (ก) หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอถึงทฤษฎีการวัดและการประเมินผลการศึกษา การพัฒนาการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม (ข) วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ได้ทราบถึง วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนแต่ละวิธีที่มีการคำนวณในปัจจุบัน ตลอดจนข้อดีและข้อบกพร่องของวิธีการคำนวณแต่ละวิธี (ค) เกณฑ์ในการศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อพิจารณาคูว่า มีเกณฑ์ อะไรบ้างที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม และ (ง) การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เห็นรูปแบบของวิธีการจำลองปัญหา ในการวิจัยที่อาศัยการสร้างข้อมูลจากตัวเลขสุ่มด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการกำหนดสถานการณ์ในการจำลองปัญหา

หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา

การวัดและการประเมินผลการศึกษา เมื่อใช้กับระบบการศึกษาทั้งระบบ เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาว่า สิ่งที่อยู่ในระบบการศึกษา เช่นครู นักเรียน ผู้บริหาร และ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษานั้นมีจุดดี หรือจุดบกพร่องใดที่ต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ส่วนการวัดและการประเมินผลการศึกษา เมื่อใช้ในการเรียนการสอน เป็นการประเมินผลการเรียนของนักเรียนเพื่อจะทราบผลการพัฒนาการเรียนทั้งหมดในรายวิชาที่เรียนว่า นักเรียนได้พัฒนาระดับความสามารถของตนเองไปอยู่ระดับใด วิธีการที่นิยมใช้ในการประเมินผลการเรียนของ

นักเรียน คือ การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มของนักเรียนแต่ละคนว่ามีความก้าวหน้า
 ในทางการเรียนไปขนาดใด หรือคำนวณหาค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง (post test)
 เพิ่มมากกว่าคะแนนการวัดครั้งแรก (pre test) ซึ่งวัดก่อนที่จะดำเนินการเรียน
 การสอนมากน้อยเพียงใด

การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ต้องใช้ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (classical
 test theory) เป็นพื้นฐานทฤษฎีใช้กันแพร่หลายทั้งในอดีต และปัจจุบันและเป็น
 ทฤษฎีที่มีลักษณะง่ายต่อการใช้ประโยชน์ แนวคิดของทฤษฎีนี้ กำหนดคะแนนการวัด
 ครั้งแรกในรูปแบบโมเดลเชิงบวก (additive model) ของคะแนนจริง (true
 score) กับคะแนนความคลาดเคลื่อน (error score) แสดงได้ด้วยสมการทาง
 คณิตศาสตร์

$$X = X_u + E_u$$

เมื่อ X แทนค่าคะแนนที่สังเกตซึ่งเป็นคะแนนการวัดครั้งแรก X_u แทนคะแนนจริง
 ซึ่งเป็นคะแนนการวัดครั้งแรก E_u แทนค่าความคลาดเคลื่อน และมีข้อตกลงเบื้องต้น
 ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนจะมีลักษณะการเกิดแบบสุ่มมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความ
 แปรปรวนเป็น σ_u^2 (วิรัช วรรณรัตน์. 2533 : 2) ส่วนคะแนนที่ได้จากการวัด
 ครั้งหลังเป็นโมเดลเชิงบวกของคะแนน 3 ส่วน คือ คะแนนจริง คะแนนเพิ่มที่
 เป็นจริง และคะแนนความคลาดเคลื่อน แสดงได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์

$$Y = X_u + G_u + E_y$$

เมื่อ Y แทนค่าคะแนนที่สังเกตซึ่งเป็นคะแนนการวัดครั้งหลัง X_u แทนคะแนนจริง
 ซึ่งเป็นคะแนนการวัดครั้งแรก G_u แทนคะแนนเพิ่มที่เป็นคะแนนเพิ่มจริง

E_y แทนค่าความคลาดเคลื่อน และมีข้อตกลงเบื้องต้น ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสองค่าว่ามีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ ความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสองเท่ากัน และค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าว จะไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนจริง โดยที่ทั้งค่าความคลาดเคลื่อนทั้งสองค่าเป็นอิสระต่อกัน (Marks and Martin. 1973 : 181)

การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม นอกจากจะเป็นประโยชน์ในด้าน การศึกษาแล้วยังเป็นประโยชน์ในด้านอื่นด้วย เช่น ประโยชน์ในการวิจัยเชิงทดลองในสาขาต่าง ๆ ที่อาศัยรูปแบบการทดลองที่มีการวัดครั้งแรกและการวัดครั้งหลัง เป้าหมายที่สำคัญของการวิจัยเชิงทดลอง อยู่ที่การศึกษาอิทธิพลของสิ่งทดลองที่มีผลต่อตัวแปรตาม ซึ่งวัดในรูปคะแนนเพิ่มของคะแนนการวัดครั้งหลังที่เพิ่มขึ้นจากการวัดครั้งแรก การคำนวณหาคะแนนเพิ่มทำได้หลายวิธี วิธีที่ใช้กันมากคือวิธีของเฟอร์กูสัน (Ferguson. 1976 : 167) ซึ่งเสนอสูตรในการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม จากผลต่างของคะแนนการวัดครั้งหลังกับคะแนนการวัดครั้งแรก ดังนี้

$$RG = Y - X$$

เมื่อ RG แทนคะแนนเพิ่ม Y แทนคะแนนการวัดครั้งหลัง X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก

ในงานวิจัยเชิงทดลองที่อาศัยรูปแบบแผนการทดลองที่มีการวัดครั้งแรกและการวัดครั้งหลังจะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลในรูปคะแนนเพิ่มที่เป็นคะแนนดิบ และบางสถานการณ์ที่กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มมีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางใดทางหนึ่ง เช่น คะแนนผลการวัดสองครั้งจากบุคคลคนเดียวกัน คะแนนสองชุดที่ได้มาจากคู่แฝดหรือคะแนนสองชุดได้มาจากคนสองกลุ่มที่จับคู่กันด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เป็นต้น กรณีดังกล่าว

เมื่อทำการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม สามารถหาได้จากสมการ คะแนนเพิ่ม เท่ากับ คะแนนการวัดครั้งหลัง ลบด้วย คะแนนการวัดครั้งแรก แล้วนำคะแนนเหล่านี้มาทดสอบต่อไป

นอกจากนี้ แคมเบลและสแตนเลย์ (Campbell and Stanley) ได้กล่าวถึงการออกแบบงานวิจัยการทดลองที่มีการวัดครั้งแรกและการวัดครั้งหลังว่า กรณีที่มีการทดลองกลุ่มเดียว จะใช้คะแนนเพิ่มซึ่งได้จากผลต่างของคะแนนการวัดครั้งหลังกับคะแนนการวัดครั้งแรกมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แต่วิธีนี้มีจุดอ่อนที่ เหตุการณ์ดั้งเดิม วัฏภาวะ ผลการทดสอบ เครื่องมือวัด ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ตามที่กล่าวมา จะมีส่วนทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง ส่วนกรณีที่มีการทดลองใช้กลุ่มทดลองสองกลุ่ม คือมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะทำให้ลดค่าความคลาดเคลื่อนในการทดลอง เช่น เหตุการณ์ดั้งเดิม วัฏภาวะ ผลการทดสอบ เครื่องมือวัด เป็นต้น แต่จะมีข้อบกพร่องที่ผู้วิจัยบางคนใช้สถิติ-ที มาทดสอบสองครั้ง ทั้งในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแทนที่จะทดสอบผลต่างของคะแนนเพิ่มระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หรือตัวอย่างของกลุ่มทดลองไม่ได้เลือกมาแบบสุ่ม (Campbell and Stanley. 1964 : 7-23)

สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ancova) มีโมเดลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$Y_{ij} = \bar{Y} + b_w (X_{ij} - \bar{X}) + \alpha_i + E$$

เมื่อ Y_{ij} แทนคะแนนสังเกตของตัวแปรตาม X_{ij} แทนคะแนนตัวแปรร่วม b_w แทนสัมประสิทธิ์การถดถอย $\bar{Y}$ แทนคะแนนเฉลี่ยรวมของตัวแปรตาม $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ยรวมของตัวแปรร่วม E แทนความคลาดเคลื่อน ซึ่งเมื่อนำมาจัดรูป

โมเดลคณิตศาสตร์ใหม่ จะได้

$$(Y_{ij} - \bar{Y}) - b_{w_{ij}} (X_{ij} - \bar{X}) = \alpha_{ij} + E$$

จากการจัดรูปโมเดลคณิตศาสตร์ใหม่ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบนี้ ได้มีนักวิจัยการศึกษาหลายคน เช่น แมนนิงและดิวบอยส์ (Manning and Dubois, 1962) กับ เวสเตอร์และเบเรย์เตอร์ (Webster and Bereiter, 1963) ได้ใช้สมการ $(Y_{ij} - \bar{Y}) - b_{w_{ij}} (X_{ij} - \bar{X})$ เป็นตัวปรับแก้การหาค่าคะแนนเพิ่ม ซึ่งนักวิจัยเหล่านี้เรียกการหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยรูปแบบสมการดังกล่าวว่า การหาค่าคะแนนเพิ่ม วิธีพิเศษเหลือ

นอกจากนี้ การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มยังมีประโยชน์ต่อสาขาวิชาอื่น เช่น วิชาเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเศรษฐศาสตร์ทางการศึกษา นักเศรษฐศาสตร์ได้นำเอาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ไปใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการศึกษา โดยใช้ฟังก์ชันการผลิตทางการศึกษา ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณค่าที่เพิ่มขึ้นของกระบวนการผลิตในระบบการศึกษา ดังเช่นงานวิจัยของนงลักษณ์ วิรัชชัย ที่กล่าวถึงฟังก์ชันการผลิตทางการศึกษา โดยมีโมเดลว่า

$$A = f(H, P, S, O, U)$$

เมื่อ A แทนผลผลิตทางการศึกษาที่เพิ่มขึ้น H แทนปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม P แทนคุณลักษณะของนักเรียน S แทนปัจจัยของโรงเรียน O แทนอิทธิพลปัจจัยภายนอก U แทนความคลาดเคลื่อน (Nonglak Wiratchai, 1980 : 30) ตามโมเดลทางเศรษฐศาสตร์การศึกษาข้างต้นนี้ เน้นความสำคัญของการวัดผลผลิต

ทางการศึกษา เป็นคุณค่าที่เพิ่มขึ้น (value added)

สำหรับการวัดตัวแปรตามที่เป็นคุณค่าที่เพิ่มขึ้น ของฟังก์ชันการผลิตทางการศึกษา จะวัดคุณค่าที่เพิ่มขึ้นด้วยการวัดค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เพิ่มขึ้น จากการสอบวัดครั้งแรกว่ามีขนาดเพิ่มขึ้นเท่าใด และเกี่ยวเนื่องมาจากตัวแปรอะไรบ้าง ซึ่งงานวิจัยที่ใช้การวัดคุณค่าเพิ่มขึ้นทางเศรษฐศาสตร์การศึกษา มีงานวิจัยของนงราม เศรษฐพานิช ที่ได้วิจัยสภาวะทางเศรษฐกิจสังคม และโรงเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน (Nongram Setapanich. 1982) หรือวัชร วิลาสเดชานท์ ที่ได้ทำการวิจัยหาอัตราผลตอบแทนการลงทุน การศึกษาระดับอาชีวศึกษา (วัชร วิลาสเดชานท์. 2522) เป็นต้น

วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม เท่าที่มีการพัฒนาจากอดีตมาจนถึงปัจจุบันนี้ จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง มีห้าวิธี แต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อบกพร่องดังจะกล่าวต่อไปนี้

1. วิธีดั้งเดิม เป็นการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่อยู่ในรูปคะแนนดิบ (raw gain) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$RG = Y - X$$

เมื่อ RG แทนคะแนนเพิ่ม Y แทนคะแนนการวัดครั้งแรกหลัง X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก ข้อดีของวิธีนี้ คือ ง่าย และสะดวกในการคำนวณ แต่ข้อบกพร่องของวิธีนี้ คือ คะแนนเพิ่มของผู้เข้าสอบที่มีค่าคะแนนเพิ่มเท่ากัน จะมีความหมายของค่าคะแนนเพิ่มไม่เท่ากัน เช่น นาย ก เข้าสอบครั้งแรกได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 คะแนน ต่อมาในการสอบครั้งหลัง เขาสอบได้ 40 คะแนน แต่

ขณะที่นาย ข เข้าสอบครั้งแรกได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 60 คะแนน สอบครั้งหลังเขาสอบได้ 70 คะแนนจะเห็นได้ว่า ผู้เข้าสอบทั้ง 2 คน มีค่าคะแนนเพิ่มที่เท่ากันคือ 10 คะแนน ทั้ง ๆ ที่ระดับค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนาย ข ที่เพิ่มขึ้น น่าจะมีค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มากกว่า นาย ก

นอกจากนี้ การคิดคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้ไม่ได้คำนึงถึงฐาน ของค่าคะแนนเพิ่มของแต่ละคน ซึ่งมีช่วงห่างการทำคะแนนเพิ่ม และความ ยากง่ายในการทำคะแนนเพิ่มไม่เท่ากัน (Nongram Setapanich. 1982 : 41) ทำให้เกิดปัญหาอิทธิพลของคะแนนติดเพดาน (ceiling) เพราะผู้เข้าสอบแต่ละ คนต่างก็มีโอกาสในการทำคะแนนเพิ่มได้สูงสุดไม่เท่ากันอีกด้วย (Sirichai Kanjanawasee. 1989 : 5) ตัวอย่างเช่น ถ้าคะแนนเต็มในการสอบเท่ากับ 100 คะแนน นาย ก ทำคะแนน การวัดครั้งแรกได้ 70 คะแนน จากคะแนน เต็ม 100 คะแนน นาย ข ทำคะแนนการวัดครั้งแรกได้ 30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 จะเห็นว่า ศักยภาพในการทำคะแนนได้สูงสุดในการวัดครั้งแรก ของนาย ก มีค่าเท่ากับ $100 - 70 = 30$ คะแนน และนาย ข จะมี ศักยภาพในการทำคะแนนได้สูงสุดในการวัดครั้งแรกเท่ากับ $100 - 30 = 70$ คะแนน จะเห็นได้ว่าศักยภาพในการทำคะแนนการสอบในการวัดครั้งแรกมีค่าไม่เท่ากัน และความยากง่ายในการทำคะแนนเพิ่มก็จะแตกต่างกันไปด้วย ข้อบกพร่องอีกประการหนึ่งของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีนี้ คือค่าคะแนนเพิ่มที่คำนวณได้ จะมีค่าความ คลาดเคลื่อนของการวัดของตัวแปรลุ่มปะปนอยู่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนเพิ่มมี ค่าต่ำ (Nongram Setapanich. 1982 : 42 ; Cronbach and Furby. 1970 : 68)

2 วิธีเศษเหลือ เป็นวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ในรูปคะแนนเพิ่ม เศษเหลือ (residual gain) โดยมีวิธีการพัฒนามาจากการวิเคราะห์ความ

แปรปรวนร่วม ด้วยหลักการที่ว่า โมเดลทางคณิตศาสตร์ของรูปแบบการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมคือ

$$Y_{i,j} = \bar{Y} + b_w (X_{i,j} - \bar{X}) + \alpha_i + E$$

เมื่อ $Y_{i,j}$ แทนค่าคะแนนของหน่วยทดลองที่ i ภายใต้อะไรก็ตามที่ j
 $\bar{Y}$ แทนค่าคะแนนเฉลี่ยรวมของตัวแปรตาม α_i แทนอิทธิพลของสิ่งทดลอง i
 b_w แทนสัมประสิทธิ์ของการถดถอย $X_{i,j}$ แทนค่าคะแนนของตัวแปรร่วมสำหรับ
 หน่วยทดลองที่ i ภายใต้อะไรก็ตามที่ j $\bar{X}$ แทนค่าคะแนนเฉลี่ยของตัวแปรร่วม
 E แทนค่าความคลาดเคลื่อน หากจัดรูปโมเดลทางคณิตศาสตร์ใหม่ จะได้

$$(Y_{i,j} - \bar{Y}) - b_w (X_{i,j} - \bar{X}) = \alpha_i + E$$

ซึ่งครอนแบคและเฟอร์บี้ (Cronbach and Furby. 1970 : 74) ได้นำแนวคิด
 นี้ไปกำหนดวิธีการหาค่าคะแนนเพิ่มเศษเหลือ ตามสมการต่อไปนี้

$$DG = Y' - b_w X'$$

เมื่อ $Y' = Y_{i,j} - \bar{Y}$ และ $X' = X_{i,j} - \bar{X}$

จากแนวคิดของครอนแบคและเฟอร์บี้ เมื่อไม่ใช่คะแนนเบี่ยงเบน วิธีการ
 คัดคะแนนเพิ่มจะเขียนได้ในรูปสมการ

$$DG = Y - b_w X$$

เมื่อ DG แทนคะแนนเพิ่มเศษเหลือ X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก b_w แทนสัมประสิทธิ์การถดถอย จะพบว่า วิธีการคิดคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือแบบใช้คะแนนดิบและคะแนนเบี่ยงเบนนี้ต่างกันที่ว่า แนวคิดของครอนแบคและเฟอร์บินันได้ตัดค่าคงที่ $\bar{X}$, $\bar{Y}$ ทิ้งไปจะเหลือเป็นสมการตั้งข้างต้น แต่วิธีเดิมนั้นมีการวัดค่าคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งที่เบี่ยงเบนไปจากคะแนนเฉลี่ยของคะแนนการวัดแต่ละครั้งมาพิจารณาร่วมกันด้วย แต่หลักการเป็นแบบเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบวิธีเศษเหลือกับวิธีดั้งเดิม จะเห็นว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพาร์เซียลมีค่าเท่ากับหนึ่ง การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มตามวิธีเศษเหลือจะมีค่าตรงกันกับวิธีดั้งเดิมนั้นเอง ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการนำเอาฐานคะแนนเดิมมาพิจารณาในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม เช่น นาย ก ได้คะแนนจากการวัดครั้งแรก 70 คะแนน คะแนนการวัดครั้งที่หลัง 80 คะแนน นาย ข ได้คะแนน จากการวัดครั้งแรก 30 คะแนน คะแนนการวัดครั้งที่หลัง 40 คะแนน หากว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยหรือ $b_w = .90$ จะเห็นได้ว่า นาย ก จะได้คะแนนเพิ่มเท่ากับ $80 - (.90)(70) = 80 - 63 = 17$ คะแนน ในขณะที่นาย ข ได้คะแนนเพิ่มเท่ากับ $40 - (.90)(30) = 40 - 27 = 13$ ซึ่งคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคนทั้งสอง ก็จะมีค่าที่ต่างกันตามฐานของคะแนนที่แต่ละคนสอบได้แต่ข้อบกพร่องของวิธีการนี้ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (b_w) ตัวนี้ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคือ

$$b_w = r \frac{S_x}{S_y}$$

เมื่อ r แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนการวัดครั้งที่หลัง

S_x แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการวัดครั้งแรก S_y แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการวัดครั้งหลัง จะพบว่าค่า r ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดแต่ละครั้ง จะมีความผันแปรไปตามขนาดของตัวอย่าง ซึ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

นอกจากนั้น อิทธิพลของคะแนนติดเพดานก็ยังไม่ได้แก้ไขหรือจัดออกไป เช่น นาย ก ได้คะแนนการวัดครั้งแรก 70 คะแนน คะแนนการวัดครั้งหลัง 80 คะแนน จะเห็นว่านาย ก มีเพดานของคะแนนที่จะทำคะแนนเพิ่มในการสอบวัดครั้งหลัง เพียง 30 คะแนน เท่านั้น ถ้าหากว่า $b_{yy} = .7$ จะได้ว่า ค่าคะแนนเพิ่มตามวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือเท่ากับ $80 - (.7)(70) = 80 - 49 = 31$ คะแนน ซึ่งจะสูงกว่าคะแนนเพดานที่นาย ก จะทำได้

3. วิธีของลอร์ด (Lord) เป็นแนวทางที่นักวัดผลทางการศึกษาได้คิดขึ้น และมีการพัฒนาความคิดนี้ โดยแมค เนมาร์ (Mc. Nemar) การพัฒนาความคิดนี้ ใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอย ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว หรือที่เรียกว่า การวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ (multiple regression analysis) กำหนดค่าคะแนนเพิ่มเป็นฟังก์ชันของตัวแปรอิสระสองตัวคือ คะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนการวัดครั้งหลัง เขียนในรูปสมการคณิตศาสตร์

$$D = \beta_1 X + \beta_2 Y + C$$

เมื่อ D แทนคะแนนเพิ่ม X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก Y แทนคะแนนการวัดครั้งหลัง C แทนค่าคงที่ β_1 และ β_2 แทนค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Cronbach and Furby. 1970 : 63 ; citing Lord. 1968)

ต่อมา ได้มีการปรับปรุงสมการคณิตศาสตร์ดังกล่าว ให้ง่ายต่อการคำนวณ
หาค่าคะแนนเพิ่ม เป็นสมการคณิตศาสตร์ ดังนี้

$$LG = \bar{G} + b_{G \cdot X \cdot Y} (X - \bar{X}) + b_{G \cdot Y \cdot X} (Y - \bar{Y})$$

เมื่อ $\bar{G} = \bar{Y} - \bar{X}$

$$b_{G \cdot X \cdot Y} = \frac{r_{XG} - r_{XY} r_{XY}}{1 - r_{XY}^2} \times \frac{S_G}{S_X}$$

$$b_{G \cdot Y \cdot X} = \frac{r_{YG} - r_{XG} r_{XY}}{1 - r_{XY}^2} \times \frac{S_G}{S_Y}$$

และ LG แทนคะแนนเพิ่มตามวิธีของลอร์ด r_{XG} และ r_{YG} แทนค่าสหสัมพันธ์
ระหว่างคะแนนเพิ่มกับคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลังตามลำดับ
 r_{XY} แทนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรก กับคะแนนการวัดครั้งหลัง
และ S_G , S_X , S_Y แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเพิ่ม คะแนนการ
วัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลังตามลำดับ (O'Connor, 1972 : 83-84 ;
Marks and Martin, 1973 : 184)

จากสมการการคิดคำนวณคะแนนเพิ่มตามวิธีการของลอร์ด คะแนนเพิ่มมี
องค์ประกอบ 3 ส่วนคือ คะแนนการวัดครั้งแรก คะแนนการวัดครั้งหลัง ซึ่ง
อยู่ในรูปของคะแนนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของคะแนน การวัดครั้งแรกและการวัด
ครั้งหลังตามลำดับ และถ่วงน้ำหนักด้วยสัมประสิทธิ์การถดถอยพาร์เซิล กับคะแนน

ส่วนที่สามคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนเพิ่มการนำส่วนประกอบของคะแนนทั้งสามส่วนมาคิดคำนวณคะแนนเพิ่ม ซึ่งเป็นข้อดีของวิธีการนี้ แต่มีผลเสียทำให้วิธีการคำนวณยุ่งยากและซับซ้อน ยิ่งไปกว่านั้น วิธีการของลอร์ดยังมีข้อบกพร่องเช่นเดียวกับวิธีพิเศษเหลือคือยังมีปัญหาเนื่องจากอิทธิพลของคะแนนติดเพดาน และปัญหาความคลาดเคลื่อนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ความยุ่งยากในการคำนวณ ทำให้วิธีนี้มีใช้อยู่เฉพาะในทางสาขาวัดผลทางการศึกษามากกว่าในการวิจัยสาขาอื่น ๆ

4. วิธีเทียบส่วนร้อย เป็นวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อแก้จุดอ่อนของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีที่ 1 , 2 , 3 โดยใช้หลักการเทียบอัตราส่วน เนื่องจากวิธีการคำนวณทั้งสามวิธี มีจุดอ่อนอยู่ที่อิทธิพลของช่วงคะแนนติดเพดาน ดังนั้นในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มเพื่อแก้จุดอ่อน ผู้วิจัยได้พิจารณาหาคะแนนที่เป็นฐานในการเปรียบเทียบใหม่ แต่เนื่องจากว่า คะแนนที่เป็นฐานในการเปรียบเทียบ สำหรับวิธีเทียบส่วนร้อย จะคำนึงถึงคะแนนของผู้สอบแต่ละคน เพื่อที่จะให้ได้ความหมายของคะแนนเพิ่มได้ชัดเจนยิ่งขึ้น คะแนนที่ใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบได้ มีหลายแบบ เช่น คะแนนการวัดครั้งแรก คะแนนการวัดครั้งหลัง คะแนนผลบวกของคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนการวัดครั้งหลัง คะแนนเต็ม คะแนนศักยภาพคำนวณจากผลต่างระหว่างคะแนนเต็มกับคะแนนการวัดครั้งแรกผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่า ในการประเมินคุณภาพการศึกษาหรือผลการเรียนของนักเรียน เมื่อมีการให้สิ่งทดลองกับกลุ่มทดลองแล้วผลการทดลองที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใดจากการวัดครั้งแรกก็ต่อเมื่อได้ทำการเปรียบเทียบกับฐานคะแนนเดิมคือคะแนนการวัดครั้งแรก แต่ถ้าใช้ฐานการเปรียบเทียบเป็นคะแนนการวัดครั้งหลังก็พบว่าคะแนนการวัดครั้งหลังจะมีอิทธิพลจากคะแนนเพิ่มรวมอยู่ด้วย ทำให้ขาดความเหมาะสมในการเปรียบเทียบ

ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้วิธีการคำนวณหาคะแนนเพิ่ม วิธีดั้งเดิม วิธีพิเศษเหลือ วิธีของลอร์ด โดยการนำคะแนนเพิ่มจากวิธีทั้งสามวิธีมาเทียบกันคะแนนการวัดครั้งแรกของผู้เข้าสอบจะได้เป็นวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มตามวิธีเทียบส่วนร้อยเป็น 3 วิธี คือ

4.1 คะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$PRG = \frac{Y - X}{X} \times 100$$

เมื่อ PRG แทนคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมปรับตัววิธีเทียบส่วนร้อย Y แทนคะแนนการวัดครั้งหลัง X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก

4.2 คะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$PDG = \frac{DG}{X} \times 100$$

เมื่อ PDG แทนคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือปรับตัววิธีเทียบส่วนร้อย DG แทนคะแนนเพิ่มพิเศษเหลือ X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก

4.3 คะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$PLG = \frac{LG}{X} \times 100$$

เมื่อ PLG แทนคะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ดปรับตัววิธีเทียบส่วนร้อย LG แทนคะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ด X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก

5. วิธีของคิริชย์ เป็นผลจากการพัฒนาวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม โดยปรับปรุงวิธีดั้งเดิมให้ดีขึ้น เนื่องจากวิธีดั้งเดิมยังมีจุดอ่อนในเรื่องการเปรียบเทียบคะแนนเพิ่มของผู้เข้าสอบได้ผลไม่ตรงตามที่ควรจะเป็น กล่าวคือ ผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนเพิ่มเท่ากัน แต่ศักยภาพในการทำคะแนนเพิ่มไม่เท่ากัน เช่น นาย ก ทำคะแนนการวัดครั้งแรกได้ 60 คะแนน ทำคะแนนการวัดครั้งที่หลังได้ 75 คะแนน จากคะแนนเต็มของการสอบสองครั้งเท่ากับ 100 คะแนน ขณะที่นาย ข ทำคะแนนการวัดครั้งแรกได้ 40 คะแนน ทำคะแนนการวัดครั้งที่หลังได้ 55 คะแนน จะเห็นได้ว่า คะแนนเพิ่มทั้งสองคนมีค่าเท่ากัน แต่ศักยภาพสูงสุดในการทำคะแนนเข้าสอบครั้งที่หลังไม่เท่ากัน / เพราะว่าศักยภาพสูงสุดของนาย ก ในการทำคะแนนครั้งที่หลังเท่ากับ $100 - 60 = 40$ คะแนน ขณะที่ศักยภาพสูงสุดของนาย ข มีค่าเท่ากับ $100 - 40 = 60$ คะแนน นั่นคือ ศักยภาพที่คนทั้งสองคน จะทำคะแนนได้สูงสุดในการวัดครั้งที่หลังมีค่าต่างกัน ดังนั้น การคิดคำนวณค่าคะแนนเพิ่มของทั้งสองคนก็ควรจะต่างกันด้วย ซึ่ง คิริชย์ ได้เสนอแนวทางในการปรับแก้โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$SG = \frac{Y - X}{F - X} \times 100$$

เมื่อ SG แทนคะแนนเพิ่มตามวิธีของคิริชย์ Y แทนคะแนนการวัดครั้งที่หลัง X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก F แทนคะแนนเต็มของการสอบในครั้งนั้น ๆ

โดยที่คะแนนเต็มลบด้วยคะแนนการวัดครั้งแรก จะแทนความหมายของคำว่าศักยภาพของผู้เข้าสอบแต่ละคนจะมีโอกาสทำคะแนนในการสอบ จะเห็นได้ว่า คะแนนเพิ่มของนาย ก ตามวิธีของศิริชัย จะเท่ากับร้อยละ 37.50 ของศักยภาพ ก.กล่าวคือ

$$\frac{55 - 40}{100 - 60} \times 100 = \frac{15}{40} \times 100 = \frac{75}{2} = 37.5$$

คะแนนเพิ่มของนาย ข จะเท่ากับร้อยละ 25 ของศักยภาพ นาย ข
กล่าวคือ

$$\frac{55 - 40}{100 - 40} \times 100 = \frac{15}{60} \times 100 = \frac{50}{2} = 25$$

ถ้าหากคิดคะแนนเพิ่มตามวิธีของศิริชัยคะแนนเพิ่มของคนทั้งสอง จะมีค่าต่างกันดังกล่าว แต่ถ้าใช้การคิดคะแนนเพิ่มตามวิธีดั้งเดิม ผลที่ได้รับของคนทั้งสองจะเท่ากัน (Sirichai Kanjanawasee, 1989 : 49-51) ข้อดีของวิธีการนี้ คือ มีการใช้ช่วงคะแนนติดเพดาน หรือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบแต่ละคน มาคิดเป็นฐานว่าคะแนนที่เพิ่มคิดเป็นร้อยละเท่าไร ของศักยภาพ จะทำให้คะแนนเพิ่มที่ได้ของผู้เข้าสอบแต่ละคน มีความแตกต่างไปตามศักยภาพของผู้เข้าสอบแต่ละคน และช่วยขจัดอิทธิพลของคะแนนติดเพดานของแต่ละคนออกไปด้วย

จากข้อดีตามวิธีการของ ศิริชัย ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดมาประยุกต์ใช้กับคะแนนเพิ่มที่คำนวณตามวิธีของลอร์ด และวิธีเศษเหลือด้วย ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ การคำนวณค่าคะแนนเพิ่มตามวิธีของศิริชัย จะใช้วิธีการคำนวณหาค่าคำนวณหาค่าคะแนน

เพิ่ม 3 วิธีแรก คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด มาปรับปรุง โดยการนำคะแนนเพิ่ม จากวิธีทั้งสามวิธี มาเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ ตามวิธีของคิริชัย จะได้เป็นวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มเป็น 3 วิธี คือ

5.1 คะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$SRG = \frac{Y - X}{(F - X)} \times 100$$

เมื่อ SRG คะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมปรับตัวด้วยวิธีของคิริชัย Y แทนคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิมปรับตัวด้วยวิธีของคิริชัย Y แทนคะแนนการวัดครั้งหลัง X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก F แทนคะแนนเต็มของการสอบในครั้งนั้น ๆ

5.2 คะแนนเพิ่มวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$SDG = \frac{DG}{(F - X)} \times 100$$

เมื่อ SDG แทนคะแนนเพิ่มวิธีเศษเหลือปรับตัวด้วยวิธีของคิริชัย DG แทนคะแนนเพิ่มเศษเหลือ X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก F แทนคะแนนเต็มของการสอบในครั้งนั้น ๆ

5.3 คะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$SLG = \frac{LG}{(F - X)} \times 100$$

เมื่อ SLG แทนคะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ดปรับตัววิธีของคิริชัย LG แทนคะแนนเพิ่มวิธีของลอร์ด X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก F แทนคะแนนเต็มของการสอบในครั้งนั้น ๆ

โดยปกติแล้วในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม จะใช้วิธีดั้งเดิมแต่คะแนนเพิ่มที่ได้ก็จะมีค่าความเชื่อมั่นต่ำเพราะว่าคะแนนการวัดจากทั้งสองครั้งจะมีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อน (Cronbach and Furby. 1970 : 68 ; Nongram Setapanich. 1982 : 41) วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีพิเศษเหลือโดยวิธีของลอร์ด เป็นวิธีใหม่ที่พัฒนามาเพื่อคำนวณค่าคะแนนเพิ่มที่จะลดค่าความคลาดเคลื่อน แต่วิธีการคำนวณดังกล่าวก็จะมีปัญหาอีก คือ อิทธิพลของช่วงคะแนนติดเพดาน หรือศักยภาพของผู้เข้าสอบจะมีผลต่อการทำคะแนนทดสอบในครั้งหลังและฐานของคะแนนการวัดแต่ละครั้ง จะมีผลกระทบต่อค่าคะแนนเพิ่มด้วย จะทำให้ความหมายของคะแนนเพิ่มแต่ละคน มีความหมายที่แตกต่างกันไปตามฐานคะแนนของผู้เข้าสอบ จึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาตามวิธีของคิริชัย และวิธีเทียบส่วนร้อย อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการเปรียบเทียบความเหมาะสม ความถูกต้องของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มทั้งห้าวิธี ว่าวิธีใดดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุดในสถานการณ์ใด

จากการศึกษาเอกสาร และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มอยู่ 5 เรื่อง คือ งานวิจัยของมาร์คซิมเมอร์แมน และวิลเลียม (Zimmerman and Williams. 1982) โลคาสซิโอ และคอร์ดเรย์ (Locascio and Cordray. 1983) วิลเลียม และคณะ (Williams and others. 1984) มีสาระ ดังนี้

งานวิจัยของมาร์ค และมาร์ตินเป็นการศึกษาวิเคราะห์ความแปรปรวนของวิธีการคิดคะแนนเพิ่มด้วยวิธีของลอร์ด ว่าหากแหล่งความแปรปรวนซึ่งได้แก่ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเพิ่มกับคะแนนการวัดครั้งแรก ระดับความเชื่อมั่นของ

คะแนนการวัดครั้งแรก ขนาดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างตลอดจนปฏิสัมพันธ์ของแหล่งความแปรปรวนดังกล่าวต่างระดับกัน พบว่า ระดับความแตกต่างของแหล่งความแปรปรวนดังกล่าว จะส่งผลทำให้การคำนวณค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีของลอร์ดแตกต่างกัน แต่งานวิจัยนี้ก็ไม่ได้มีการเปรียบเทียบวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มทั้ง 5 วิธีว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุด

งานวิจัยของริชาร์ด เป็นการศึกษาเปรียบเทียบสถานการณ์จำลองกับสถานการณ์จริงในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ พบว่าการหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิมที่วัดได้ จากสถานการณ์จริงและสถานการณ์จำลองมีค่าใกล้เคียงกันกับการหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือ

งานวิจัยของซิมเบอร์แมนและวิลเลียม เป็นการศึกษาเปรียบเทียบขนาดค่าความคลาดเคลื่อน ของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 3 วิธี มีวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของทักเคอร์ (Tucker) ซึ่งมีการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยด้วยค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการวัดครั้งแรก ใช้การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์พบว่า ขนาดของความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธี ขึ้นอยู่กับค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการวัดครั้งแรก ความเชื่อมั่นของคะแนนการวัดครั้งแรก ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการวัดครั้งแรก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการวัดครั้งแรก แต่ไม่ได้สรุปว่าวิธีใดมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

งานวิจัยของวิลเลียมและคณะ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดค่าความคลาดเคลื่อนกับวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 3 วิธี เช่นเดียวกับงานวิจัยของซิมเบอร์แมนและวิลเลียม แต่เป็นการศึกษาด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดจากผลงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมิได้นำเอาวิธีปรับแก้ตามวิธีของทักเคอร์มาใช้ในการวิจัยนี้ เนื่องจากวิธีของทักเคอร์มีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีเศษเหลือ

งานวิจัยของโลคาสซิโอและคอร์ดเรย์ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่าความแตกต่างของผลการทดลองของวิเคราะห์ทั้งสองวิธี จะให้ค่าสอดคล้องกันเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าเท่ากับ 1 แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีค่าไม่เท่ากับ 1 จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ขัดแย้งกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ก็ไม่ได้เปรียบเทียบวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธีว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุด

โดยสรุปแล้ว งานวิจัยทั้งหมดนี้เป็นความพยายามเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแต่ละวิธีว่า วิธีใดเหมาะสม วิธีใดบ้างที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แต่ยังไม่มีย่อสรุปที่ชี้ชัดเจนว่าวิธีใดดีที่สุด ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มทั้ง 5 วิธี คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีของคิริชย์ และวิธีเทียบส่วนร้อยละ มีประสิทธิภาพต่างกันหรือไม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน

เกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

หลักเกณฑ์ในการเลือกค่าสถิติ เพื่อสรุปการอ้างอิงค่าพารามิเตอร์ของประชากร จากการศึกษาด้วยกลุ่มตัวอย่างนั้น ตัวประมาณค่าที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังนี้ (Yamane, 1973 : 189-193)

1. ความไม่ลำเอียง (unbiasedness) ตัวประมาณค่าจะเป็นค่าไม่ลำเอียง เมื่อค่าเฉลี่ยของตัวประมาณค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเท่ากับค่าพารามิเตอร์

2. ความคงเส้นคงวา (consistency) ตัวประมาณค่าจะมีความคงเส้นคงวา เมื่อขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มจำนวนมากขึ้น จะทำให้ค่าสถิติที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์

3. ความมีประสิทธิภาพ (efficiency) ตัวประมาณค่าที่มีประสิทธิภาพ เมื่อค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (mean square of error) ต่ำสุด เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณค่าอื่น ๆ

4. ความพอเพียง (sufficiency) ตัวประมาณค่าจะมีลักษณะความพอสำหรับตัวพารามิเตอร์ ที่ต้องการประมาณค่า เมื่อตัวประมาณค่านั้นให้ข้อมูลสารสนเทศเพียงพอต่อตัวพารามิเตอร์ดังกล่าว

ในงานวิจัยครั้งนี้ จะพิจารณาจากคุณสมบัติ ตัวประมาณค่าด้านความมีประสิทธิภาพเป็นหลักในการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการคิดคะแนนเพิ่มเท่านั้น

การตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ในการตรวจสอบประสิทธิภาพ ของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ในการวิจัยนี้จะทำ 3 แนวทางดังนี้

แนวทางที่ 1 เป็นแนวทางพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแต่ละวิธี วิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มบางวิธีไม่อยู่ในรูปเชิงฟังก์ชันเชิงเส้น จึงทำให้การคำนวณต้องใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงซึ่งยุ่งยากและซับซ้อนมาก

แนวทางที่ 2 เป็นแนวทางที่ พิจารณาจากประชากรทั้งหมดของ เรื่องที่ต้องการศึกษา ความเป็นไปได้ของการศึกษาแนวทางนี้มีน้อยมาก เพราะว่าจะต้องใช้ทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายมาก

แนวทางที่ 3 เป็นแนวทางที่ใช้วิธีการมอนติคาร์โล มาศึกษาโดยการจำลองสถานการณ์การทดลอง ในการวิจัยให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงของข้อมูลได้มากที่สุด และตรงตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด วิธีนี้ให้ข้อสรุปผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีการต่าง ๆ ที่สามารถกล่าวอ้างถึงระดับความเชื่อมั่นในการสรุปผลวิจัยได้อย่างตรงประเด็นที่ต้องการมากที่สุด เมื่อ

เปรียบเทียบกับวิธีที่ 2 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการมอนติคาร์โลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล

การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยที่ใช้การจำลองสถานการณ์ สำหรับแก้ปัญหาในด้านฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ และสถิติ สำหรับทางด้านสถิตินั้น การจำลองปัญหาด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเทคนิคนี้ช่วยให้การขยายความรู้ทางทฤษฎีสถิติเป็นไปอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้นเช่น การนำเอาเทคนิคมอนติคาร์โล มาศึกษาหาความคลาดเคลื่อนของค่าสถิติ หรือศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการทดสอบทางสถิติวิธีการต่าง ๆ (สมชัย ยืนนาน. 2528 : 29)

เทคนิคมอนติคาร์โล เป็นเทคนิคการสร้างข้อมูลด้วยการใช้ตัวเลขแบบสุ่มและความน่าจะเป็นสะสม โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างตัวเลขสุ่ม เนื่องจากการใช้เลขสุ่ม เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อระเบียบวิธีการมอนติคาร์โล เพราะว่า หลักการของวิธีการมอนติคาร์โลอาศัยตัวเลขสุ่มที่มีลักษณะการกระจายแบบสม่ำเสมอ (uniform) ในช่วงตัวเลข (0,1) มาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา สำหรับการวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสร้างตัวเลขสุ่ม 3 วิธี คือ วิธีใช้เศษเหลือจากการบวก (additive congruential method) วิธีใช้เศษเหลือจากการคูณ (multiplicative congruential method) วิธีใช้เศษเหลือแบบผสมระหว่างผลคูณกับผลบวก (mixed congruential method) ในบรรดา 3 วิธีที่กล่าวมานี้ วิธีที่มีผู้นิยมใช้กันมากที่สุด คือ วิธีใช้เศษเหลือจากผลคูณ เพราะสามารถใช้เวลาน้อยกว่า และรวดเร็วในการสร้างตัวเลขสุ่ม ตลอดจนมีโปรแกรมย่อยของการสร้างตัวเลขสุ่มในเครื่องคอมพิวเตอร์บาง

รุ่นแล้ว (Shannon. 1975 : 355)

2. แปลงตัวเลขลุ่มให้เป็นตัวแปรลุ่มที่มีรูปแบบการแจกแจง ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความเบ้ ความโด่ง ตามที่กำหนดในการศึกษา
3. ประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวแปรลุ่ม
4. ทดลองกระทำ เมื่อประยุกต์ปัญหาที่ต้องการศึกษามาใช้กับตัวเลขลุ่มแล้วจะใช้กระบวนการของการลุ่มมากระทำในลักษณะซ้ำ ๆ กัน เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2529 : 87-90)

งานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ในประเทศไทยที่มีการใช้เทคนิคมอนติคาร์โลสร้างคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลังเท่าที่ทราบและค้นคว้ามาได้มี 3 เรื่อง คือ

เรื่องที่หนึ่ง ณัฐภา สรพศรี (2531 : 59-70) ได้ทำการศึกษาการแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอน โดยการสร้างคะแนนการวัดครั้งแรกและครั้งหลัง ผู้วิจัยกำหนดลักษณะการแจกแจงของคะแนนผู้เรียนมีความเบ้เท่ากับ 1.5 สำหรับคะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนการวัดครั้งหลังมีความเบ้เท่ากับ -1.5 ความโด่งของคะแนนการวัดสองครั้งเท่ากับ 6 ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 10 , 20 , 25 , 30 , 35 , 40 และ 50 คน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนการวัดครั้งหลัง กำหนดเป็น .6 , .7 , .9 จากค่าดังกล่าว ผู้วิจัยได้สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดสองครั้งด้วยสมการที่พัฒนาโดย โกวิท ประวาลพุกษ์ ดังนี้

$$Y = \rho X + R \sqrt{1 - \rho^2}$$

เมื่อ X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก R แทนตัวแปรลุ่มที่ได้จากการลุ่ม ρ แทน

ค่าสหสัมพันธ์ Y แทนคะแนนการวัดครั้งที่สัมพันธ์กับ X จากนั้นก็นำค่าเหล่านี้มาจัดคอมบินเนชัน (combination) ได้ชุดของค่าพารามิเตอร์ขึ้นมาจำนวนหนึ่ง แต่ผู้วิจัยจะศึกษาเพียงบางชุดโดยใช้หลักจากแบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน (partially incomplete randomize block design) มากำหนดชุดที่จะศึกษาได้ตามตารางข้างล่าง ต่อไปนี้

$N \backslash \rho$	.6	.7	.9
10		x	
20	x	x	x
25	x	x	x
30	x	x	x
35		x	
40		x	
50		x	

เมื่อ N แทนขนาดตัวอย่าง ρ แทนค่าสหสัมพันธ์

เรื่องที่สอง กานดา ทองวัฒนะ (2532 : 42-44) ได้ทำการศึกษาวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติสามวิธี ในการวิจัยแบบแผนการทดลองที่มีการวัดสองครั้ง โดยสร้างคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง ผู้วิจัยกำหนดลักษณะการแจกแจงคะแนนมีการกระจายสองลักษณะ คือ แบบปกติ และแบบเบ้ ความเบ้ของการกระจายมีค่าเท่ากับ -1.25 , $-.75$, $-.25$ ส่วนความโด่งของคะแนนการวัดสองครั้งเท่ากับ 1.5 , 2.5 , 3.5 ตามลำดับ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 3 ขนาด คือ 10 , 15 , 20 คน ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด จำนวนหนึ่ง พร้อมกับกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกและการวัดครั้งหลัง มีค่าเป็น $.4$, $.6$ และ $.8$ จากค่าสหสัมพันธ์เหล่านี้ ผู้วิจัยได้สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดสองครั้งดังนี้

$$Z = \rho X + b \sqrt{1 - \rho^2}$$

เมื่อ X แทนคะแนนการวัดครั้งแรก b แทนตัวแปรสุ่มที่สุ่มมาเป็นตัวที่ 2 ρ แทนค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด Z แทนการวัดครั้งหลังที่มีค่าสหสัมพันธ์กับ X จากนั้นผู้วิจัย ได้นำค่าเหล่านี้มาจัดคอมบินเชั่นของสถานการณ์ที่กำหนดแล้วได้ชุดของค่าพารามิเตอร์จำนวนหนึ่ง แต่ผู้วิจัยจะศึกษาเพียงบางชุดโดยอาศัยหลักจากแบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน (partially incomplete randomize block design) บางสถานการณ์มาศึกษา ตามตารางข้างล่างต่อไปนี้

ρ	ขนาดของโด่งที่ศึกษา		
	10 %	20 %	30 %
.4		x	
.6	x	x	x
.8		x	

เรื่องที่สาม เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม (2532 : 94-96) ได้ทำการศึกษาความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการทดสอบในแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มภายในบล็อกที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งทดลองกับบล็อก โดยศึกษาประชากรที่มีลักษณะการกระจาย 3 ลักษณะ คือ การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ การแจกแจงแบบเบ้ ความเบ้ของการกระจายมีค่าเท่ากับ .4 , .7 และ 1 ส่วนความโด่งของการกระจายมีค่าเป็น 4 , 5 , 6 พร้อมทั้งกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบล็อกกับตัวแปรตามเป็น .5 , .7 , .9 และผู้วิจัยได้สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบล็อกกับตัวแปรตามเหมือนกับ ณัฐภา และ กานดา

จากนั้นก็นำค่าเหล่านี้มาจัดคอมพิวเตอร์ขึ้นของสถานการณ์การทดลองได้ชุดค่าพารามิเตอร์จำนวนหนึ่ง แต่ผู้วิจัยจะศึกษาเพียงบางชุด โดยอาศัยแบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน ดังตารางข้างล่างต่อไปนี้

ความเบ้		.4			.7			1		
ความโค้ง		4	5	6	4	5	6	4	5	6
ρ	.5					x				
	.7		x		x	x	x		x	
	.9					x				

จากงานวิจัยของ ญัฐภา สรรพศรี กานดา ทองวัฒนะ และเลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ที่ได้กล่าวมาแล้ว ได้กำหนดสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวที่ศึกษาด้วยสมการเดียวกัน และกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะศึกษาโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน เหมือนกันทั้งสามคน นอกจากนั้นการใช้ขนาดตัวอย่างยังอยู่ในช่วง 10 - 50 คน ส่วนค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปร

ทั้งสองตัว ได้กำหนดค่าสหสัมพันธ์เป็นช่วงสูง กลาง ต่ำ มีแต่เพียงงานวิจัยของณัฐภา
เท่านั้นที่กำหนดค่าสหสัมพันธ์อยู่ในช่วงสูง กับ กลาง

ดังนั้นจากข้อสรุปข้างต้นนี้ ผู้วิจัยจะสร้างสถานการณ์จำลองตามวิธีมอนติ
คาร์โล สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ด้วยขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 10 , 30 และ 50 คน
ความสัมพันธ์ของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนเพิ่มเป็น .4 , .6 และ .8
พร้อมทั้งสถานการณ์การทดลองก็จะใช้หลักการทดลองที่เรียกว่า แบบแผนการทดลอง
แบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน และค่าคะแนนเพิ่มที่จะศึกษาก็เป็นค่าคะแนน
เพิ่มที่อยู่ในช่วงคะแนนเพิ่มที่เพิ่มขึ้น จากคะแนนการวัดครั้งแรกแบบสูง กลาง ต่ำ
ด้วยหลักการกำหนดค่าคะแนนเพิ่มจากการศึกษาเรื่องขนาดอิทธิพล (effect size)
ของโคเฮน (Cohen. 1977 : 25-27) ที่กำหนดค่าขนาดอิทธิพลการทดลอง
เท่ากับ 0.8 ๘ , 0.5 ๘ และ 0.2 ๘ ตามลำดับ ซึ่งค่าขนาดอิทธิพลของการ
ทดลองที่เรียกว่า สูงมีค่าเท่ากับ 0.8 ๘ กลางมีค่าเท่ากับ 0.5 ๘ ต่ำมีค่า
เท่ากับ 0.2 ๘ ค่าเหล่านี้จะถูกกำหนดลงในแบบแผนการทดลองที่มีการวัดสองครั้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณคะแนนเพิ่ม โดยวิธีการจำลองสถานการณ์การทดลองด้วยการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล เมื่อใช้วิธีการคิดคำนวณคะแนนเพิ่ม 5 วิธี คือวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีเทียบส่วนร้อย และ วิธีของคิริชย์ ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวางแผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลอง ด้วยการกำหนดสถานการณ์ต่างๆ ที่จะทำการศึกษาค้างนี้ ดังนี้

1. การกระจายของประชากร ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะประชากรที่มีลักษณะของการแจกแจงของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งที่มีการกระจายใน 4 ลักษณะ คือ เบ้ขวา-เบ้ซ้าย เบ้ขวา-ปกติ ปกติ-เบ้ซ้ายและปกติ-ปกติ ส่วนการกระจายแบบเบ้ขึ้นกำหนดที่จะศึกษาประชากรที่มีความเบ้ของการกระจายเป็น 2 ขนาด คือ 0.4 , 0.7 ซึ่งความเบ้ที่อยู่ระหว่าง 0-0.5 ถือว่าในความเบ้น้อย และค่าความเบ้ระหว่าง 0.5-1 ถือว่าเป็นความเบ้ปานกลาง ส่วนความโด่งนั้นจะศึกษาประชากรที่มีความโด่ง 2 ขนาด คือ 2 กับ 3 เหตุผลที่เลือกศึกษาขนาดความเบ้และความโด่งตามลักษณะที่กล่าวมาข้างต้น ได้อาศัยข้อมูลจากรายงานการตรวจสอบคุณภาพการศึกษา รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา และ มัธยมศึกษาในปีการศึกษา 2533 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กล่าวคือ ระดับประถมศึกษามีความเบ้ ความโด่ง เท่ากับ 0.39 , 2.22

และมัธยมศึกษามีความเข้ม ความโค้ง เท่ากับ 0.58 , 2.98 ตามลำดับ ดังนั้น การศึกษาความเข้มและความโค้งครั้งนี้จึงพยายามให้ครอบคลุมช่วงกว้างของความเข้ม และความโค้งของกลุ่มดังกล่าวให้มากที่สุด

2. ค่าพารามิเตอร์ของประชากร กำหนดค่าเฉลี่ยของประชากรเท่ากับ 50 และความแปรปรวนของประชากรเท่ากับ 100

3. ค่าคะแนนเพิ่มของประชากร กำหนดให้คะแนนเพิ่มมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจาก คะแนนการวัดครั้งแรกเป็น 0.8 , 0.5 และ 0.2 ตามลำดับ เหตุผล ในการเลือกศึกษาค่าคะแนนเพิ่มที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มจากคะแนนการวัดครั้งแรก เพราะว่า ได้กำหนดค่าคะแนนเพิ่มที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มให้อยู่ในเกณฑ์ที่คะแนนเพิ่มมีค่าเพิ่มขึ้น ระดับ สูง กลาง ต่ำ เพื่อศึกษาแนวโน้มของการทดลอง และอาศัยหลักเกณฑ์การกำหนด ค่าคะแนนเพิ่มตามช่วงระดับค่าเหล่านี้ จากข้อเสนอของโคเฮน ในการศึกษาขนาด อิทธิพลของการทดลองที่คะแนนผลการทดลองมีการวัดสองครั้ง

4. ขนาดตัวอย่างของประชากร กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 10 , 30 และ 50 หน่วย เพราะขนาดช่วงของตัวอย่างดังกล่าว สามารถแทนขนาดของ กลุ่มตัวอย่างของนักเรียนแต่ละห้องเรียนที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็นขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ และช่วงขนาดกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว จะสามารถครอบคลุมช่วงกว้างของจำนวน นักเรียนแต่ละห้องเรียนได้หมด ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

5. สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนเพิ่ม กำหนดค่า สหสัมพันธ์เป็น 0.4 , 0.6 และ 0.8 เหตุผลที่กำหนดศึกษาเฉพาะค่าดังกล่าว ก็เพื่อให้ครอบคลุมช่วงค่าสหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0 ถึง 1 และค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนดนี้ จะอยู่ในช่วงต่ำ กลาง สูงด้วย

6. กำหนดค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการสอบวัดครั้งแรกเท่ากับ 0.8 โดยปกติในการทดสอบวัดผลการเรียน ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการทดสอบที่ใช้

จะอยู่ในช่วง 0.6 ถึง 1.00 และค่าความเชื่อมั่น 0.8 จะเป็นค่ากึ่งกลางของช่วงความเชื่อมั่นดังกล่าว นอกจากนั้นข้อสอบที่เป็นข้อสอบมาตรฐานจะมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.8 ขึ้นไป ผู้วิจัยจึงเลือกค่านี้มาใช้ในการวิจัย

การศึกษารั้งนี้ จะศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มแต่ละวิธี ตามสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ทั้ง 6 ข้อ ข้างต้น สถานการณ์ที่ศึกษาทั้งหมดแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้ (หน้าถัดไป)

ตาราง 1 (ต่อ)

		ลักษณะของข้อมูลการวัดครั้งแรก และการวัดครั้งหลัง											
		เข้า-เข้า				เข้า-ออก				ออก-เข้า			
ความถี่		2		3		2		3		2		3	
ความถี่		.4	.7	.4	.7	.4	.7	.4	.7	.4	.7	.4	.7
ρ	n												
	10												
	30												
	50		x		x		x		x		x		x

สถานการณ์ที่จะเลือกมาเป็นตัวแทนในการศึกษานี้ จะอาศัยหลักจาก
แบบแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกไม่สมบูรณ์บางส่วน และสถานการณ์เหล่านี้
จะศึกษาการวิเคราะห์ค่าคะแนนเพิ่มอยู่ ในช่วงคะแนนที่มีค่า สูง กลาง ต่ำ

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ที่สำคัญมีดังนี้

1. สร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะของพารามิเตอร์ที่กำหนด และถือว่าตัวแปรสุ่มนี้ แทนค่าคะแนนจริงของคะแนนการวัดครั้งแรกของประชากรชุดนั้นๆ จำนวนหนึ่ง
2. สร้างตัวแปรสุ่มให้เป็นคะแนนอีกชุดหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนชุดเดิม ตามค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด และมีค่าเฉลี่ยเพิ่มจากคะแนนเฉลี่ยชุดเดิมอีก 0.8σ 0.5σ และ 0.2σ ตามลำดับ และถือว่าคะแนนชุดนี้เป็นคะแนนเพิ่มจำนวนหนึ่ง
3. สร้างตัวแปรสุ่ม ให้เป็นคะแนนความคลาดเคลื่อน ที่มีการแจกแจงแบบปกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 จำนวนหนึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนการวัดครั้งแรก อีกจำนวนเป็นค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่วัดครั้งหลัง
4. นำตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 1 รวมกับตัวแปรสุ่มที่ได้จากข้อ 3 และถือว่าคะแนนชุดนี้เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก
5. เปลี่ยนคะแนนที่สร้างจากข้อ 1 , 2 , 3 ให้เป็นคะแนนอีกชุดหนึ่งที่เป็นผลรวมของคะแนนทั้งสามชุด และถือว่าคะแนนชุดนี้เป็นคะแนนการวัดครั้งหลัง
6. สุ่มตัวอย่างจากประชากรที่สร้างขึ้นมาจำนวน 10 , 30 และ 50 ตัวอย่าง นำค่าคะแนนการวัดครั้งแรกและการวัดครั้งหลัง มาคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มของแต่ละวิธีทั้ง 5 วิธี คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีคิริชย์ และวิธีเทียบส่วนร้อย
7. คำนวณหาค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรในแต่ละวิธี ผลที่ได้ คือค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนแต่ละวิธีของการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม (MSE) พร้อมทั้งบันทึกค่าสถิติ

ที่เป็นค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน แต่ละวิธี

8. จากนั้นก็ย้อนกลับไปทำข้อ 6 สุ่มตัวอย่างชุดใหม่จนกระทั่งครบ 1,000 ครั้ง จึงจะทำการคำนวณ ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน โดยเฉลี่ยว่า วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแบบใด จะให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนต่ำสุด (MSE)

รายละเอียดของการสร้างตัวแปรสุ่ม

ในการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะพารามิเตอร์ที่กำหนด มีลำดับดังนี้

1. สร้างตัวเลขสุ่มโดยใช้วิธีเศษเหลือ (congruential generation method) ตามแบบของเชนอน (Shannon. 1975 : 352-353) ด้วยโปรแกรมคำสั่ง CALL RANDOM (IX , IY , RN) และตัวเลขสุ่มที่ได้จะมีการจัดแจงแบบสม่ำเสมอ และค่าตัวเลขสุ่มจะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1

2. สร้างตัวแปรสุ่ม โดยการแปลงตัวเลขสุ่มให้มีการแจกแจงค่าเฉลี่ยความแปรปรวนตามที่กำหนด ในการศึกษาครั้งนี้ จะสร้างตัวแปรสุ่มให้มีลักษณะของการแจกแจง 2 ลักษณะ คือ การแจกแจงแบบปกติ และการแจกแจงแบบเบ้

2.1 สร้างตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ โดยใช้โปรแกรมย่อย (subroutin) ของเชนอน (Shannon. 1975 : 361-362) ที่เรียกว่า โปรแกรม NORMAL ด้วยคำสั่งทำงาน CALL NORMAL (EX , STD , X , Y) เมื่อ EX แทนคะแนนเฉลี่ยของประชากร STD แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร X และ Y เป็นตัวแปรที่แทนคะแนนการวัดแต่ละครั้ง

2.2 สร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบเบ้ โดยใช้วิธีการของ ฟลิชแมน (Fleishman. 1978 : 522) ซึ่งเป็นการแปลงค่าตัวแปรสุ่มจากสมการโพลิโนเมียล กล่าวคือ

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3$$

เมื่อ Y แทนตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงความเบ้ X แทนตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ a แทนค่าเฉลี่ย b แทนค่าความแปรปรวน c แทนค่าความเบ้ d แทนค่าความโด่ง

ตัวแปรสุ่มที่ได้จากการแปลงโดยสูตรนี้จะมีการแจกแจงความเบ้ โดยมีค่าความเบ้และความโด่งตามที่กำหนด ถ้าต้องการให้การแจกแจงดังกล่าวนี้มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนตามที่กำหนด จะต้องแปลงตัวแปรนี้ก่อน กล่าวคือ

$$Y = EX + (STD) X$$

เมื่อ EX แทนค่าเฉลี่ยที่กำหนด $(STD)^2$ แทนค่าความแปรปรวนที่กำหนด X แทนตัวแปรสุ่มที่ต้องการแปลงค่าและ Y แทนตัวแปรสุ่มที่ต้องการหา

3. การสร้างตัวแปรสุ่มที่มีค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนตามที่กำหนด ผลที่ได้จะแทนคะแนนการวัดครั้งแรก

4. สร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าสหสัมพันธ์ตามที่กำหนด เพื่อให้สอดคล้องกับคะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนเพิ่มมีความสัมพันธ์กัน การศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดค่าสหสัมพันธ์ไว้ 3 ค่า คือ .4 , .6 และ .8 ซึ่งการสร้างตัวแปรนี้จะสร้างตามวิธีของ โกวิท ประวาลพุกษ์ (Pravalpruk. 1974 : 44) กล่าวคือ

$$X = a$$

$$Z = \rho a + b \sqrt{1 - \rho^2}$$

เมื่อ x แทนตัวแปรสุ่มที่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก b แทนตัวแปรสุ่มที่เป็นคะแนนเพิ่ม
 μ แทนค่าสหสัมพันธ์ที่กำหนด z แทนตัวแปรสุ่มใหม่ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรสุ่มเดิม
 ตามที่กำหนด ซึ่งจะแทนเป็นคะแนนเพิ่มตัวใหม่

5. สร้างตัวแปรสุ่มให้มีค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนการวัดแต่ละครั้ง
 ในการวัดที่คำนวณจากค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดตามกำหนด โดยการสร้างจะ
 ใช้โปรแกรมย่อยของการสร้างตัวแปรสุ่มให้มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0
 และความแปรปรวนเท่ากับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน σ_u^2
 ซึ่งค่าความแปรปรวนของคะแนนวัด σ_z^2 หาได้จาก

$$r_{xx} = \frac{\sigma_z^2}{\sigma_u^2}$$

เมื่อ r_{xx}	แทน ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด (เท่ากับ 0.8)
σ_z^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนจริง (เท่ากับ 100)
σ_u^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการวัด

ดังนั้นสูตร

$$0.8 = \frac{100}{\sigma_u^2}$$

$$\sigma_u^2 = \frac{100}{0.8} = 125$$

จากนั้นหาค่า σ_o^2 จาก

$$\sigma_o^2 = \sigma_u^2 + \sigma_e^2$$

เมื่อ σ^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน

$$\text{ดังนั้น } 125 = 100 + \sigma_e^2$$

$$\sigma_e^2 = 25$$

$$\sigma_e = 5$$

6. สร้างคะแนนการวัดครั้งที่หลัง โดยใช้คะแนนการวัดครั้งแรก รวมกับคะแนนเพิ่มที่ได้จากข้อ 4 และคะแนนความคลาดเคลื่อน

7. ตรวจสอบตัวแปรสุ่มที่สร้างขึ้นตามพารามิเตอร์ที่กำหนด โดยตรวจสอบขั้นตอนของการสร้างตัวแปรสุ่มนั้น ๆ ว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยการเขียนโปรแกรมย่อยมาทดสอบ ได้แก่ โปรแกรมย่อยสำหรับการทดสอบตัวเลขสุ่ม ทดสอบการแจกแจงของตัวแปรสุ่ม และทดสอบค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่ม เป็นต้น

การสรุปผลวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

การสรุปผลของการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแต่ละวิธี จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร โดยพิจารณาว่า วิธีใดจะให้ผลความคลาดเคลื่อนดังกล่าว น้อยที่สุด วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีนั้นจะให้ผลดีที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีเทียบส่วนร้อย และวิธีของคิริชย์ ตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้ โดยการสรุปผลจากการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่วัดค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรว่า ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดได้นี้ ของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีใดมีค่าน้อยที่สุด วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีนั้นก็จะได้ผลดีที่สุด

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ จะนำเสนอค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร ของแต่ละวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ในแต่ละสถานการณ์ของการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธี การนำเสนอจะมีลำดับ ดังนี้

1. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง กับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าคะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ

2. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรก มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ

3. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรก มีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการ แจกแจงแบบเบ้ซ้าย

4. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรก มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมี การแจกแจงแบบเบ้ซ้าย

5. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตาม ระดับความล้มพันธ์

6. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตาม ขนาดตัวอย่าง

7. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตาม ระดับความเบ้

8. เสนอผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของ คะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตาม ระดับความโด่ง

จากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร กับวิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเพิ่มแต่ละวิธี พบว่าวิธีดั้งเดิมกับวิธีของลอร์ด มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

และค่อนข้างจะเท่ากันในทุกสถานการณ์ของการทดลอง- ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มของสองวิธีให้ผลค่าความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้ใกล้เคียงกัน ซึ่งปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าคะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ

ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้ มีรายละเอียด

ดังตาราง 2 ถึง ตาราง 4

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มในระดับน้อย ปานกลาง มาก ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	4.730	4.730	4.730
วิธีเศษเหลือ (DG)	1247.901	1247.901	1247.901
วิธีของลอร์ด (LG)	4.730	4.730	4.730
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.746	34.106	71.716
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.558	27.965	61.621

ตาราง 2 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.733	34.076	71.667
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.656	33.902	71.388
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	11.033	26.842	59.891
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.672	33.934	71.437

จากตาราง 2 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.684	1.684	1.684
วิธีเศษเหลือ (DG)	1300.850	1300.850	1300.850
วิธีของลอร์ด (LG)	1.684	1.684	1.684
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.110	27.154	64.443
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.841	20.671	53.746

ตาราง 3 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.083	27.087	64.335
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.971	26.802	63.878
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.418	19.532	51.891
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	6.999	26.871	63.988

จากตาราง 3 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.032	1.032	1.032
วิธีเศษเหลือ (DG)	1345.680	1345.680	1345.681
วิธีของลอร์ด (LG)	1.032	1.032	1.032
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.796	28.830	63.108
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.491	19.221	52.196

ตาราง 4 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.763	25.743	62.969
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.586	25.296	62.250
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	3.048	17.938	50.071
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.622	25.386	62.395

จากตาราง 4 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

2. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ
ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง
มีการแจกแจงแบบปกติ

ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์ มีรายละเอียด
ดังตาราง 5 ถึงตาราง 12

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม มีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	4.931	4.931	4.931
วิธีเศษเหลือ (DG)	1305.830	1305.830	1305.829
วิธีของลอร์ด (LG)	4.931	4.931	4.931
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.736	34.086	71.684
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.458	27.779	61.348

ตาราง 5 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.735	34.066	71.644
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.653	33.901	71.391
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	10.944	26.669	59.636
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.675	33.942	71.450

จากตาราง 5 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	5.033	5.033	5.033
วิธีเศษเหลือ (DG)	1363.583	1363.583	1363.583
วิธีของลอร์ด (LG)	5.033	5.033	5.033
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.856	34.573	72.539
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.413	27.956	61.749

ตาราง 6 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.814	34.468	72.372
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.748	34.685	73.272
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	59.171	81.546	121.571
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	14.252	35.624	74.646

จากตาราง 6 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.783	1.783	1.783
วิธีเศษเหลือ (DG)	1285.265	1285.265	1285.265
วิธีของลอร์ด (LG)	1.783	1.783	1.783
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.019	26.926	64.073
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.771	20.518	53.505

ตาราง 7 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	6.998	26.896	64.033
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.955	26.797	63.887
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.468	19.693	52.167
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	6.973	26.836	63.977

จากตาราง 7 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.813	1.813	1.813
วิธีเศษเหลือ (DG)	1293.934	1293.934	1293.934
วิธีของลอว์ด์ (LG)	1.813	1.813	1.813
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.045	26.950	64.086
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.799	20.535	53.501

ตาราง 8 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.013	26.897	64.012
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.954	26.792	63.876
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.456	19.645	52.081
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	6.972	26.831	63.936

จากตาราง 8 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม มีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.758	1.758	1.778
วิธีเศษเหลือ (DG)	1329.021	1329.022	1407.772
วิธีของลอร์ด (LG)	1.758	1.758	1.778
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	35.334	60.965	64.623
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	33.256	54.663	53.494

ตาราง 9 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.667	28.669	64.382
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.969	26.804	63.892
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.382	19.469	51.579
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	7.000	26.874	64.020

จากตาราง 9 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 10 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.095	1.195	1.095
วิธีเศษเหลือ (DG)	1276.728	1276.728	1276.728
วิธีของลอร์ด (LG)	1.095	1.095	1.095
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.642	25.488	62.574
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.426	19.105	52.022

ตาราง 10 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.619	25.447	62.514
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.587	25.337	62.380
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	5.406	21.104	54.093
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.626	25.502	62.670

จากตาราง 10 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 11 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเข้มเท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.087	1.087	1.087
วิธีเศษเหลือ (DG)	1369.754	1369.754	1369.754
วิธีของลอร์ด (LG)	1.087	1.087	1.087
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.799	25.828	63.095
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.446	19.144	52.019

ตาราง 11 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.768	25.752	62.974
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.594	25.321	62.298
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	3.031	17.952	50.122
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.629	25.408	62.435

จากตาราง 11 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.104	1.104	1.104
วิธีเศษเหลือ (DG)	1375.911	1375.911	1375.911
วิธีของลอร์ด (LG)	1.104	1.104	1.104
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.803	25.834	63.092
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.445	19.138	52.056

ตาราง 12 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.804	25.796	63.014
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.691	25.564	62.751
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	11.187	27.267	60.660
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.904	25.913	63.235

จากตาราง 12 เมื่อค่าคะแนนเพิ่มมีการเพิ่มของคะแนนในระดับมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรกก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบ มาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

3. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ
ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง
มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย

ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้ มีรายละเอียด

ดังตาราง 13 ถึง ตาราง 20

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	4.893	4.893	4.893
วิธีเศษเหลือ (DG)	1226.411	1226.411	1229.410
วิธีของลอร์ด (LG)	4.893	4.893	4.893
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.915	34.170	71.673
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.626	28.018	61.660

ตาราง 13 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.894	34.139	71.634
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.784	33.921	71.299
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	11.036	26.819	59.841
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.829	33.993	71.396

จากตาราง 13 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	4.976	4.976	4.976
วิธีเศษเหลือ (DG)	1250.359	1250.359	1250.359
วิธีของลอร์ด (LG)	4.976	4.976	4.976
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	14.102	34.738	72.623
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.706	28.430	62.402

ตาราง 14 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	14.072	34.683	72.543
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.862	34.258	71.894
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	10.878	26.850	60.063
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.932	34.371	72.051

จากตาราง 14 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.764	1.764	1.764
วิธีเศษเหลือ (DG)	1242.588	1242.588	1242.589
วิธีของลอว์รีด (LG)	1.764	1.764	1.764
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.044	26.971	64.144
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.770	20.603	53.680

ตาราง 15 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.030	26.971	64.117
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.967	26.802	63.881
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.423	19.668	52.157
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	6.998	26.863	63.973

จากตาราง 15 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.788	1.788	1.788
วิธีเศษเหลือ (DG)	1235.462	1235.462	1235.462
วิธีของลอร์ด (LG)	1.788	1.788	1.788
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.039	26.957	64.120
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.777	20.616	53.701

ตาราง 16 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.026	26.936	64.091
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.964	26.788	63.857
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.434	19.686	52.182
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	6.993	26.847	63.945

จากตาราง 16 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.745	1.754	1.745
วิธีเศษเหลือ (DG)	1287.824	1287.824	1287.824
วิธีของลอร์ด (LG)	1.745	1.745	1.745
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.138	27.216	64.538
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.823	20.719	53.860

ตาราง 17 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.113	27.158	64.449
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	6.981	26.844	63.951
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.376	19.550	51.969
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	7.138	27.216	64.538

จากตาราง 17 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกับ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.089	1.089	1.089
วิธีเศษเหลือ (DG)	1238.297	1238.297	1238.297
วิธีของลอร์ด (LG)	1.089	1.089	1.089
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.629	25.473	64.561
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.421	19.157	52.138

ตาราง 18 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.618	25.447	62.522
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.563	25.314	62.310
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	3.126	18.273	62.389
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.586	25.365	62.389

จากตาราง 18 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 19 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.081	1.081	1.081
วิธีเศษเหลือ (DG)	1343.788	1343.788	1343.788
วิธีของลอร์ด (LG)	1.081	1.081	1.081
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.820	25.897	63.219
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.461	19.246	52.277

ตาราง 19 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.792	25.835	62.123
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.587	25.343	62.343
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	2.986	17.927	50.113
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.643	25.468	62.537

จากตาราง 19 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.096	1.096	1.096
วิธีเศษเหลือ (DG)	1337.419	1337.420	1337.419
วิธีของลอร์ด (LG)	1.096	1.096	1.096
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.822	25.925	63.273
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.463	19.286	52.355

ตาราง 20 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.795	25.861	63.171
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.589	25.368	62.391
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	2.989	17.967	50.189
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.645	25.492	62.583

จากตาราง 20 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

4. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ
ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง
มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย

ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้ มีรายละเอียด
ดังตาราง 21 ถึง ตาราง 28

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย 	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	5.806	5.806	5.806
วิธีเศษเหลือ (DG)	1303.342	1303.342	1303.342
วิธีของลอร์ด (LG)	5.806	5.806	5.806
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.736	33.901	72.461
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	11.211	27.260	61.919

ตาราง 21 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.733	33.843	72.496
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	13.663	33.472	72.330
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	10.796	25.876	60.575
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.697	33.587	72.411

จากตาราง 21 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบมปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 22 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 10 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	5.752	5.752	5.752
วิธีเศษเหลือ (DG)	1329.691	1329.690	1329.690
วิธีของลอร์ด (LG)	5.752	5.752	5.752
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	13.215	33.901	71.847
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	10.670	27.260	61.111

ตาราง 22 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	13.181	33.843	71.767
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	12.975	33.472	71.215
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	9.957	25.876	59.042
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	13.040	33.587	71.381

จากตาราง 22 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาคะแนนเพิ่ม

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	2.080	2.080	2.080
วิธีเศษเหลือ (DG)	1276.054	1276.054	1276.053
วิธีของลอร์ด (LG)	2.080	2.080	2.080
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.243	27.654	65.296
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.790	21.079	54.598

ตาราง 23 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.233	27.677	65.352
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	7.184	27.583	65.230
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.463	20.284	53.353
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	7.212	27.630	65.298

จากตาราง 23 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	2.027	2.027	2.027
วิธีเศษเหลือ (DG)	1272.494	1272.494	1272.495
วิธีของลอร์ด (LG)	2.027	2.027	2.027
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.262	27.751	65.499
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.809	21.183	54.815

ตาราง 24 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.225	27.668	65.369
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	7.165	27.543	65.170
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.463	20.272	53.330
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	7.197	27.601	65.254

จากตาราง 24 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 30 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .6 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.916	1.916	1.916
วิธีเศษเหลือ (DG)	1309.762	1309.762	1309.762
วิธีของลอร์ด (LG)	1.916	1.916	1.916
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	7.230	27.694	65.396
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	4.766	21.029	54.529

ตาราง 25 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	7.193	27.627	65.299
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	7.060	27.317	64.821
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	4.330	19.908	52.734
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	7.105	27.408	64.958

จากตาราง 25 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบมปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 26 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .4 ความเบ้เท่ากับ .4 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.037	1.037	1.037
วิธีเศษเหลือ (DG)	1245.772	1245.772	1245.772
วิธีของลอร์ด (LG)	1.037	1.037	1.037
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	6.010	26.265	63.757
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.695	19.847	53.236

ตาราง 26 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.991	26.250	63.747
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.919	26.094	63.507
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	3.370	18.873	51.615
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.959	26.188	63.656

จากตาราง 26 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 27 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 2 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.147	1.147	1.147
วิธีเศษเหลือ (DG)	1369.737	1369.737	1369.736
วิธีของลอร์ด (LG)	1.147	1.147	1.147
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.866	26.239	63.833
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.394	19.457	52.740

ตาราง 27 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.865	26.241	63.838
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.658	25.770	63.131
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	2.965	18.285	50.854
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.705	25.873	63.290

จากตาราง 27 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 28 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่าง 50 คน ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าเป็น .8 ความเบ้เท่ากับ .7 และความโด่งเท่ากับ 3 จำแนกตามระดับค่าคะแนนเพิ่ม

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.115	1.115	1.115
วิธีเศษเหลือ (DG)	1362.980	1362.981	1362.981
วิธีของลอร์ด (LG)	1.115	1.115	1.115
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PRG)	5.862	26.232	63.840
วิธีเศษเหลือเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	3.400	19.468	52.776

ตาราง 28 (ต่อ)

วิธีการคำนวณหาค่า คะแนนเฉลี่ย	ระดับค่าคะแนนเพิ่ม		
	น้อย	ปานกลาง	มาก
วิธีของลอร์ดเทียบกับ คะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	5.843	26.187	63.770
วิธีดั้งเดิมเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SRG)	5.667	25.780	63.142
วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SDG)	3.035	18.389	50.992
วิธีของลอร์ดเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ (SLG)	5.685	25.780	63.241

จากตาราง 28 เมื่อคะแนนเพิ่มมีระดับค่าคะแนนเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด มีค่าคงเดิม เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิม และวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบ คือศักยภาพของผู้เข้าสอบปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการเทียบครั้งแรกก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

5. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยประชากร จำแนกตามระดับความ
สัมพันธ์

ผลต่างค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้มีรายละเอียด

ดังตาราง 29 ถึงตาราง 32

ตาราง 29 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเข้มมีค่าคงที่ ค่าความโค้งมีค่าคงที่
จำแนกตามระดับความสัมพันธ์

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.684	1.684	1.684
วิธีเศษเหลือ (DG)	1251.350	1300.85	1345.31
วิธีของลอร์ด (LG)	1.684	1.684	1.684
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	26.947	27.154	27.395
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	20.620	20.671	20.768
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	26.910	27.087	27.312

ตาราง 29 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.789	26.802	26.849
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.711	19.532	19.399
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.827	26.871	26.936

จากตาราง 29 เมื่อค่าระดับความสัมพันธระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่ามากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมกับวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม แต่วิธีเศษเหลือมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยน

ฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 30 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่
จำแนกตามระดับความสัมพันธ์

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.813	1.813	1.813
วิธีเศษเหลือ (DG)	1293.934	1342.895	1387.045
วิธีของลอร์ด (LG)	1.813	1.813	1.813
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	26.950	27.132	27.398
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	20.535	20.541	20.642
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	26.897	27.091	27.363

ตาราง 30 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความล้มพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.792	26.809	26.862
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.645	19.458	19.318
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.831	26.878	26.949

จากตาราง 30 เมื่อค่าระดับความล้มพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่ามากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมกับวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม แต่วิธีเศษเหลือมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยน

ฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับ
คะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐาน
คะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ
มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการ
คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 31 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่
จำแนกตามระดับความสัมพันธ์

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิม (RG)	2.027	2.027	2.027
วิธีเศษเหลือ (DG)	1272.494	1317.686	1362.258
วิธีของลอร์ด (LG)	2.027	2.027	2.027
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	27.751	27.670	27.565
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	21.183	20.974	20.756
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	27.668	27.602	27.523

ตาราง 31 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความล้มพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	27.543	27.307	27.032
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	20.272	19.881	19.461
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	27.601	27.401	27.153

จากตาราง 31 เมื่อค่าระดับความล้มพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่ามากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมกับวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม แต่วิธีเศษเหลือมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยน

ฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับ
คะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐาน
คะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ
มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการ
คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 32 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโค้งมีค่าคงที่
จำแนกตามระดับความสัมพันธ์

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.788	1.788	1.788
วิธีเศษเหลือ (DG)	1235.462	1282.382	1327.045
วิธีของลอร์ด (LG)	1.788	1.788	1.788
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	26.957	27.236	27.543
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	20.616	20.733	20.884
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	26.936	27.186	27.478

ตาราง 32 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความสัมพันธ์		
	.4	.6	.8
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.788	26.864	26.963
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.686	19.559	19.461
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.847	26.961	27.089

จากตาราง 32 เมื่อค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่ามากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ และวิธีของลอร์ด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมกับวิธีของลอร์ดมีค่าคงเดิม แต่วิธีเศษเหลือมีค่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า

วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

6. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตามขนาด
ตัวอย่าง

ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้ มีรายละเอียด

ตั้งตาราง 33 ถึงตาราง 36

ตาราง 33 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งที่สองมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิม (RG)	4.730	1.684	1.032
วิธีเศษเหลือ (DG)	1289.168	1300.85	1300.286
วิธีของลอร์ด (LG)	4.730	1.684	1.032
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	34.524	27.154	25.637
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	28.137	27.154	19.163
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	34.465	20.671	25.568

ตาราง 33 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	34.105	26.802	25.295
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	26.651	19.532	18.085
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	34.170	26.871	25.367

จากตาราง 33 เมื่อระดับขนาดตัวอย่างมีขนาดเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือมีค่าลดลง ยกเว้นวิธีของลอร์ดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน

การวัดครั้งแรกมีค่าน้อยที่สุด ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่างมีขนาดปานกลางที่วิธีของลอร์ด
 เทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการ
 ใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนนจะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้า
 สอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้ วิธี
 การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 34 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งแรกหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามขนาดตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิม (RG)	5.071	1.813	1.104
วิธีเศษเหลือ (DG)	1372.064	1342.895	1330.776
วิธีของลอร์ด (LG)	5.071	1.813	1.104
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	34.573	27.132	25.611
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	27.906	20.541	19.064
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	34.453	27.091	25.578

ตาราง 34 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	34.109	26.809	25.328
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	26.395	19.458	24.990
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	34.186	26.878	25.607

จากตาราง 34 เมื่อระดับขนาดตัวอย่างมีขนาดเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือมีค่าลดลง ยกเว้นวิธีของลอร์ดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาคะแนนเพิ่ม พบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน

การวัดครั้งแรกมีค่าน้อยที่สุด ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่างมีขนาดปานกลางที่วิธีของลอร์ด
เทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการ
ใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนนจะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้า
สอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้ วิธี
การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 35 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดของตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดของตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิม (RG)	6.129	2.027	1.115
วิธีเศษเหลือ (DG)	1337.748	1317.686	1313.446
วิธีของลอร์ด (LG)	6.129	2.027	1.115
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	33.876	27.670	26.111
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	27.162	20.974	19.495
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	33.870	27.602	26.071

ตาราง 35 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดของตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	33.543	27.307	25.842
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	25.931	19.881	18.601
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	33.642	27.401	25.884

จากตาราง 35 เมื่อระดับขนาดตัวอย่างมีขนาดเพิ่มมากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือมีค่าลดลง ยกเว้นวิธีของลอร์ดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 วิธีข้างต้นมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน

การวัดครั้งแรกมีค่าน้อยที่สุด ยกเว้นกรณีขนาดตัวอย่างมีขนาดปานกลางที่วิธีของลอร์ด
 เทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการ
 ใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนนจะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้า
 สอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้ วิธี
 การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 36 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ

ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ ค่าความโด่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับขนาดของตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.684	1.684	1.684
วิธีเศษเหลือ (DG)	1251.350	1300.85	1345.31
วิธีของลอร์ด (LG)	1.684	1.684	1.684
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	26.947	27.154	27.395
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	20.620	20.671	20.768
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	26.910	27.087	27.312

ตาราง 36 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับขนาดตัวอย่าง		
	10	30	50
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.789	26.802	26.849
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.711	19.532	19.399
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.827	26.871	26.936

จากตาราง 36 เมื่อขนาดตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรด้วยวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือมีค่าลดลง ยกเว้น วิธีของลอร์ดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 วิธีข้างต้น มาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือ ศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม พบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่าวิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน

เทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนนจะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

7. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรจำแนกตามความแท้
ผลของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์มีรายละเอียดดังตาราง .

37 ถึงตาราง 39

ตาราง 37 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเข้าขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความโค้งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความเบ้

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเบ้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.897	1.813	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1308.234	1342.895	
วิธีของลอร์ด (LG)	1.897	1.813	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	27.661	27.132	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	21.016	20.541	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	27.577	27.091	

ตาราง 37 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเบ้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	27.165	26.809	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.718	19.458	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	27.332	26.878	

จากตาราง 37 เมื่อค่าระดับความเบ้ของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม มีค่าลดลง ยกเว้นวิธีเศษเหลือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการเทียบครั้งแรกมีค่าความ

คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน
จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
ของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 38 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรก
กับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความโค้งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความเบ้

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเบ้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.897	2.027	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1308.234	1317.686	
วิธีของลอร์ด (LG)	1.897	2.027	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	27.661	27.670	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	21.016	20.974	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	27.577	27.602	

ตาราง 38 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเป้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	27.165	27.307	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.718	19.881	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	27.332	27.401	

จากตาราง 38 เมื่อค่าระดับความเป้ของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม มีค่าลดลง ยกเว้นวิธีเศษเหลือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการเทียบครั้งแรกมีค่าความ

คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน
จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
ของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ตาราง 39 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งที่หลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความโต่งมีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความเบ้

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเบ้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.778	1.778	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1279.328	1282.382	
วิธีของลอร์ด (LG)	1.778	1.778	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	27.218	27.236	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	20.746	20.733	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	27.161	27.186	

ตาราง 39 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความเบ้		
	.4	.7	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.849	26.864	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.584	19.559	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.938	26.961	

จากตาราง 39 เมื่อค่าระดับความเบ้ของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม มีค่าลดลง ยกเว้นวิธีเศษเหลือมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการวัดใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการเทียบครั้งแรกมีค่าความ

คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุกฐานคะแนน
จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
ของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

8. ผลต่างของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน
เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร จำแนกตามความโด่ง
ผลต่างของค่าความคลาดเคลื่อนของสถานการณ์นี้ มีรายละเอียดดังนี้
ดังตารางที่ 40 ถึง 42

ตาราง 40 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบปกติ
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้ง
แรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโด่ง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโด่ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.783	1.813	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1334.137	1342.895	
วิธีของลอร์ด (LG)	1.783	1.813	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	27.142	27.132	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	20.563	20.541	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	27.081	27.091	

ตาราง 40 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโค้ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.819	26.809	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.513	19.458	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.887	26.878	

จากตาราง 40 เมื่อค่าระดับความโค้งของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือวิธีของลอร์ด มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมี

ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุก
ฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาด
เคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่า
คะแนนเพิ่ม

ตาราง 41 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับ
ค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัด
ครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย
ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรก
กับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโค้ง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโค้ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิม (RG)	2.080	2.027	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1321.876	1317.686	
วิธีของลอร์ด (LG)	2.080	2.027	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการ วัดครั้งแรก (PRG)	27.630	27.670	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PDG)	20.924	20.974	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนน การวัดครั้งแรก (PLG)	27.637	27.602	

ตาราง 41 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโต่ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	27.368	27.307	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.915	19.881	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	27.449	27.401	

จากตาราง 41 เมื่อค่าระดับความโต่งของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือวิธีของลอร์ด มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมี

ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุก
ฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาด
เคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่า
คะแนนเพิ่ม

ตาราง 42 ค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อกำหนดสถานการณ์ของค่าคะแนน คือ คะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ คะแนนการวัดครั้งหลังมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ขนาดตัวอย่างคงที่ คะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มมีค่าคงที่ ค่าความเบ้มีค่าคงที่ จำแนกตามระดับความโด่ง

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโด่ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิม (RG)	1.764	1.788	
วิธีเศษเหลือ (DG)	1291.373	1282.382	
วิธีของลอร์ด (LG)	1.764	1.788	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PRG)	27.236	27.236	
วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PDG)	20.706	20.733	
วิธีของลอร์ดเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรก (PLG)	27.187	27.186	

ตาราง 42 (ต่อ)

วิธีการคำนวณ ค่าคะแนนเพิ่ม	ระดับความโด่ง		
	2	3	
วิธีดั้งเดิมเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SRG)	26.864	26.864	
วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SDG)	19.527	19.559	
วิธีของลอร์ดเทียบกับศักยภาพ ของผู้เข้าสอบ (SLG)	26.963	26.961	

จากตาราง 42 เมื่อค่าระดับความโด่งของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากรของวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือวิธีของลอร์ด มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อนำค่าความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน ถ้าใช้ฐานคะแนนการเทียบคือศักยภาพของผู้เข้าสอบมาปรับแก้การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และเปลี่ยนฐานคะแนนการเทียบใหม่เป็นคะแนนการวัดครั้งแรก ก็ยังพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับคะแนนการวัดครั้งแรกมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อพิจารณาการใช้ฐานคะแนนการเทียบทุก

ฐานคะแนน จะพบว่า วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดของทุกวิธีที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ผลการวิเคราะห์ที่เสนอไว้จากตาราง 2 ถึง ตาราง 42 นั้น ได้เสนอตัวอย่างภาพกราฟ แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการแจกแจงของข้อมูล ตามสถานการณ์ ดังนี้ คะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนการวัดครั้งหลัง ค่าความสัมพันธ์ของคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม ขนาดตัวอย่าง ค่าความเบ้ของข้อมูล ค่าความโด่งของข้อมูล ไว้ในภาคผนวก ค

สรุป และอภิปรายผลการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี คือ วิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีเทียบส่วนร้อย และวิธีของคิริชย์ ว่าวิธีการคำนวณวิธีใดมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการจำลองสถานการณ์ของการคะแนนการสอบ เพื่อเป็นข้อมูลของการศึกษา ในการศึกษาได้กำหนดสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ศึกษา คือ รูปแบบการแจกแจงคะแนนการวัดครั้งแรก และคะแนนการวัดครั้งหลัง ค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนเพิ่ม ความเบ้ของข้อมูล ความโด่งของข้อมูล ขนาดหน่วยตัวอย่าง ขนาดของค่าคะแนนเพิ่ม ค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการวัดครั้งแรก ซึ่งรวมสถานการณ์ที่กำหนดศึกษารวมทั้งสิ้น 27 กรณี และมีเกณฑ์การพิจารณา วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม แต่ละวิธีว่าวิธีใดจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยการพิจารณาว่าวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีใดที่จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เมื่อวัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร ซึ่งผลการวิจัย มีดังนี้

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการคำนวณของค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง มี

การแจกแจงแบบปกติ ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้นิพจน์การวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่า วิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

2. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบปกติ ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้นิพจน์การวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

3. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้นิพจน์การวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

4. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อสถานการณ์ของ ค่าคะแนนการวัดครั้งแรกมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา และค่าคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้นิพจน์การวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามระดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้ฐานคะแนนการวัดมาปรับแก้ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหนือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

6. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามขนาดตัวอย่างปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้ฐานคะแนนการวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหนือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

7. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามระดับความเข้มของข้อมูล ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้ฐานคะแนนการวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหนือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

8. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามระดับความโด่งของข้อมูล ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนกรณีที่ใช้ฐานคะแนนการวัดมาปรับแก้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่าวิธีพิเศษเหนือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งวัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร

ด้วยการใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม 5 วิธี คือวิธีดั้งเดิม วิธีเศษเหลือ วิธีของลอร์ด วิธีเทียบส่วนร้อย และวิธีของคิริชย์ สามารถสรุปได้ว่า

1. ลักษณะของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบปกติ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดจะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ผู้วิจัยควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณ ก็ใช้ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่คำนึงถึงช่วงเพดานของคะแนนการวัด วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

2. ลักษณะของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา กับแบบปกติตามลำดับ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม วิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด จะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยไม่คำนึงถึงช่วงเพดานของคะแนนการวัด วิธีเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

3. ลักษณะของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการแจกแจงแบบปกติกับแบบเบ้ซ้ายตามลำดับ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม วิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด จะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้

วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่คำนึงถึงช่วงเพดานของคะแนนการวัด วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการ คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

4. ลักษณะของคะแนนการวัดครั้งแรกและคะแนนการวัดครั้งหลัง มีการ แจกแจงแบบเบ้ขวา กับแบบเบ้ซ้ายตามลำดับ วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม วิธีดั้งเดิม หรือวิธีของลอร์ด จะทำให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึง ความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนน เพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่คำนึงถึงช่วงเพดานของคะแนนการวัด วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการ คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

5. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตาม ระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่ม ปรากฏผลว่า วิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึง ความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนน เพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อ ผู้วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่คำนึงถึงช่วงเพดานของคะแนนการวัด วิธีเศษเหลือเทียบกับ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการ คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

6. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามขนาดตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามขนาดตัวอย่างปรากฏผลว่าวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ได้ใช้ทั้งวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเกี่ยวกับฐานคะแนนการวัดได้ วิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

7. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามระดับความเข้มของข้อมูล ปรากฏผลว่าวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ได้ใช้ทั้งวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเกี่ยวกับฐานคะแนนการวัดได้ วิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

8. ผลของค่าความคลาดเคลื่อนที่วัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของคะแนน เบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับค่าเฉลี่ยของประชากร เมื่อจำแนกตามระดับความโด่งของข้อมูล ปรากฏผลว่าวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ดให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ถ้าผู้วิจัยพิจารณาถึงความยากง่ายในการคำนวณหาค่า

คะแนนเพิ่มแล้ว ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีดั้งเดิม เพราะมีการคำนวณสูตรไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยไม่คำนึงถึงความยากง่ายของการคำนวณก็ใช้ได้ทั้งวิธีดั้งเดิมและวิธีของลอร์ด ส่วนกรณีผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมเกี่ยวกับฐานคะแนนการวัดได้ วิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีนี้

จากกรณีดังกล่าว 8 กรณีข้างต้น สรุปได้ว่า การใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิมใช้ได้ดีในทุกกรณี ที่นักวิจัยสามารถจะควบคุมฐานของคะแนนการวัดหรือช่วงเพดานของคะแนนที่เกิดจากการทดสอบได้ แต่เมื่อไรก็ตามที่นักวิจัยไม่สามารถจะควบคุมฐานของคะแนนการวัดได้ นักวิจัยควรจะใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีพิเศษเหลือ เทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ เพราะว่าวิธีนี้จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าวิธีอื่น ซึ่งผู้วิจัยขอสรุปเป็นตารางดังต่อไปนี้

ตาราง 43 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม จำแนกตามสถานการณ์

วิธีการคำนวณค่า คะแนนเพิ่ม						
	ลักษณะการ แจกแจงข้อมูล	ค่าสหสัมพันธ์	ความเบ้	ความโด่ง	ขนาด ตัวอย่าง	ขนาดของ คะแนนเพิ่ม
วิธีดั้งเดิม (RG)	/	/	/	/	/	/
วิธีเศษเหลือ (DG)						
วิธีของลอร์ด (LG)	/	/	/	/	/	/
วิธีดั้งเดิมเทียบคะแนน การวัดครั้งแรก						
วิธีเศษเหลือเทียบ คะแนนการวัดครั้งแรก	/	/	/	/	/	/
วิธีของลอร์ดเทียบ คะแนนการวัดครั้งแรก						
วิธีดั้งเดิมเทียบ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ						
วิธีเศษเหลือเทียบ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ	/ 0	/ 0	/ 0	/ 0	/ 0	/ 0
วิธีของลอร์ดเทียบ ศักยภาพของผู้เข้าสอบ						

/ : วิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในแต่ละช่วง

0 : วิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อใช้ฐานปรับแก้วิธีการ
คำนวณหาค่าคะแนนเพิ่ม

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใคร่เสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ จะต้องคำนึงถึงเงื่อนไขของการทดสอบที่มีการวัดสองครั้ง และแบบทดสอบที่ใช้วัดทั้งสองครั้งจะต้องเป็นแบบสอบวัดคู่ขนานหรือเท่าเทียมกัน และการนำผลวิจัยไปใช้ก็เพื่อประเมินความก้าวหน้าของตัวผู้เรียนมากกว่าไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอบของครู ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะการนำไปใช้ดังนี้

1. ถ้าหากว่านักวิจัยสามารถที่จะควบคุมเกี่ยวกับช่วงเพดานคะแนนของการสอบหรือฐานคะแนนการวัดได้ การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิมเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพราะว่า วิธีนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สะดวกที่สุด การคำนวณไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2. ถ้าหากว่านักวิจัยคำนึงถึงช่วงเพดานคะแนนของการสอบ หรือฐานคะแนนการเทียบและความง่ายของการคำนวณ การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพราะว่า วิธีนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ในบรรดาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ใช้ฐานของคะแนนการเทียบมาเป็นตัวปรับแก้

3. ถึงแม้ว่านักวิจัยจะกำหนดขนาดความสัมพันธ์ของคะแนนการวัดครั้งแรกกับคะแนนเพิ่มให้แปรเปลี่ยนไป การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบก็ยังเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ในบรรดาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ใช้ฐานของคะแนนการวัดมาเป็นตัวปรับแก้ แต่ถ้าหากนักวิจัยสามารถควบคุมเกี่ยวกับฐานของคะแนนการวัดได้ ก็ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนด้วยวิธีดั้งเดิมหรือวิธีของลอร์ด

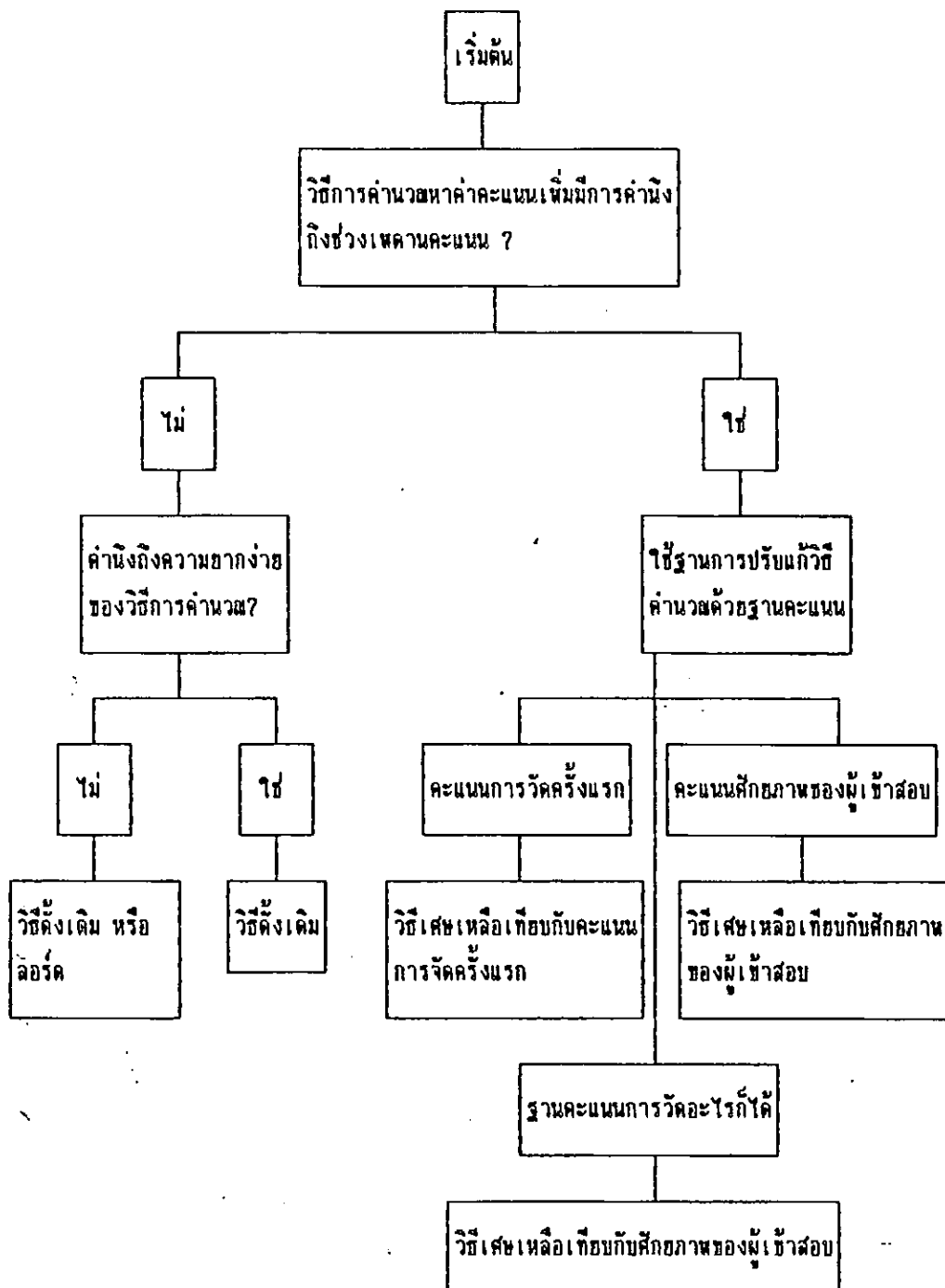
4. ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะกำหนดความเบ้ ความโด่ง ของข้อมูลการวัดแปรเปลี่ยนไป การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ

ก็ยังเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในบรรดาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาเป็นตัวปรับแก้ ยกเว้นกรณีที่ผู้วิจัยคำนึงถึงช่วงเพดานคะแนนของการสอบ หรือคะแนนการเทียบ ก็ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิม หรือวิธีของลอร์ด

5. ถ้าแม้ว่าผู้วิจัยจะกำหนดขนาดตัวอย่างของข้อมูลการวัดแปรเปลี่ยนไป การคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ ก็ยังเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในบรรดาวิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มที่ใช้ฐานคะแนนการเทียบมาเป็นตัวปรับแก้ ยกเว้นกรณีที่ผู้วิจัยคำนึงถึงช่วงเพดานคะแนนของการสอบ หรือคะแนนการเทียบ ก็ควรใช้วิธีการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีดั้งเดิม หรือวิธีของลอร์ด

6. สำหรับวิธีการคำนวณค่าคะแนนเพิ่มวิธีพิเศษเหลือเทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบนั้นผู้วิจัยได้เสนอตัวอย่างโปรแกรมในภาคผนวก

จากข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ ผู้วิจัยขอสรุปเป็นแผนผังการตัดสินใจดังต่อไปนี้



ผังการใช้วิธีการคำนวณหาคะแนนเพิ่ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กานดา ทองวัฒนะ การศึกษาวิธีการปรับแก้คะแนนการถดถอยทางสถิติสามวิธี.
ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2532. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐภา สรรพศรี การแจกแจงของค่าดัชนีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนการสอน.
ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. ถ่ายเอกสาร.
- เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม การศึกษาความคลาดเคลื่อนชนิดที่ 1 และอำนาจของการ
ทดสอบในแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มภายในบล็อกที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง
สิ่งทดลองกับบล็อก. ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. ถ่ายเอกสาร.
- วิรัช วรรณรัตน์ การเปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงความถี่ของความสามารถ
จริงที่ประมาณตามแบบดั้งเดิมกับแบบคุณลักษณะแฝง. วิทยานิพนธ์ ค.ด.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533. ถ่ายเอกสาร.
- สมชาย ยืนนาน การศึกษาโดยวิธีมอนติคาร์โล เปรียบเทียบอำนาจของการ
ทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนระหว่างประชากรสองกลุ่ม.
วิทยานิพนธ์ สด.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
อัดสำเนา.
- สมชัย วงษ์นายะ การเปรียบเทียบค่าประมาณพารามิเตอร์จากแบบแผนการ
สุ่มตัวอย่างต่างแบบ. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2534. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ การจำลองปัญหา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2532.

- Campbell, Donald J and Julian C. Stanley. Experimental and Quasi-experimental Designs for Research. Chicago : Rand Menally College Publishing Company, 1963.
- Cohen, Jacob. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. New York : Academic Press, 1977.
- Cronbach, Lee J. and Lita, Furby "How We should Measure Change-or Should WE?" Psychological Bulletin. 74(1) : 68-80; 1970.
- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. 5th ed. Auckland : Mc Graw-Hill International Book Col, 1981.
- Fleishman, Allen I. "A Method for Simulating Nonnormal Distributions," Psychometrika. 4:521-531; December, 1978.
- Glass, Gene V. and Jullan C. Stanley ,Statistical Methods in Education and Phychology. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1976.
- Jennings Earl. "Models for Pretest-Posttest Data Repeated Measures Anoua Revisited," Journal of Educational Statistics. 13(3):273-280; January, 1988.
- Kanjanawasee, Sirichai. Alternative Strategies for Policy Analysis : An Assessment of School Effects on Students' Cognitive and Affective Mathematics, Out Comes in Lower Secondary School in Thailand. Dissertation Los Angeles, University of California, 1989, Typed.
- Locascio, Josept J. and Cordray Davids. "A re-Analysis of "Lord's Paradox", Ecuational and Psychological Measurement. 43:115-126 : 1983.
- Marks, Edmond and Charles G. Martin "Further Comments Relating to the Measurement of Change," American Educational Research Journal, 10(3) : 179-191; 1973.
- O'Connor, Edward. "Extending Classical Test Theory to the Measurment of Change," Review of Educational Research. 42(1), 73-97 : 1972.
- Pedhazur, Elazar J. Multiple Regression in Behavioural. 2nd. Florida : Holt, Rine Hart and Winston, Inc., 1982.
- Pravalpruk, Kowit. Investigation of Two Proposed Solutions to the Multiple Fallible Covariable Problem for Quasi Experiments. Doctor's Thesis, Michigan State University, 1974.

- Richards, James M. "A Simulation Study of the Use of Change Measures to Compare Educational Programs," American Educational Research Journal. 12(3) : 299-311; 1975.
- Sax, Gibert. Foundation of Educational Research. New Jersey : Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1976.
- Setapanich, Nangram. Socio-Econonmic Status, School Resources and Achievement a Comparative Analysis among Regions and Types of School in Thailand. Dissertation Chicago : The University of Chiago, 1982. Typed.
- Shannon, Rdert E. Systems Simulation : The art and Science. New Jersey. Prentice-Hall, Inc., 1975.
- Williams, Richard H and others. "An Empirical Study of the Relative Error Magnitude in Three Measures of Change," Journal of Experimental Education. 53(1) : 55-57; 1987.
- Wiratchai, Nonglak. Variations in Academic Achievement Between within Schools. Dissertation Chicago, The University of Chicago, 1980. Typed.
- Yamane, Taro. Statistics : An Introductory Analysis. 3rd. ed. New York : Harper & Row, Inc., 1973.
- Zimmerman, Ronald W. and Richard H. Williams. "Gain Scores in Research Can Be Highly Reliable," Journal of Educational Measurement. 19(2) : 149-154; June, 1982.
- _____. "The Relative Error Magnitude in Three Measures of Change," Phychometrika. 47(2): 141-147; June, 1982.

ກາດພວກ

ภาคผนวก ก

โปรแกรมจำลองสถานการณ์ (simulation)

C***** NORMAL *****

DIMENSION Y(50),X(50),GT3(50)

COMMON IA

IA = 65535

AMS1 = 0.

AMS2 = 0.

AMS3 = 0.

AMS4 = 0.

AMS5 = 0.

AMS6 = 0.

AMS7 = 0.

AMS8 = 0.

AMS9 = 0.

EX = 0.

STD = 1.

WRITE(*,1)

1 FORMAT(//)

WRITE(*,2)' INPUT NUMBER OF SAMPLE : '

2 FORMAT(A\)

READ(*,*)N

WRITE(*,3)' INPUT NUMBER OF LOOP : '

3 FORMAT(A\)

READ(*,*)M

WRITE(*,4)' INPUT MEAN OF GT3 : '

4 FORMAT(A\)

READ(*,*)AMEAN

WRITE(*,5)' INPUT VALUE OF CORELLATION : '

5 FORMAT(A\)

C***** NORMAL *****

READ(*,*)RHO

DO 30 J=1,M

C***** INITIAL *****

SUMXX = 0.

SUMYY = 0.

SUMGG = 0.

SUMX = 0.

SUMY = 0.

SUMG = 0.

WRITE(*,12)J

12 FORMAT(3X,'LOOP #',I4)

DO 15 I = 1,N

C ***** CALL NORMAL *****

CALL NORMAL(EX,STD,XT1,RX)

CALL NORMAL(EX,STD,GT1,RY)

XT2 = 50.0+10.0*XT1

GT2 = RHO*XT1+GT1*SQRT(1.0-RHO**2)

GT3(I) = AMEAN+10.0*GT2

E1 = 5.0*RX

E2 = 5.0*RY

X(I) = XT2 + E1

Y(I) = XT2 + GT3(I) + E2

SUMXX = SUMXX + X(I)**2

SUMYY = SUMYY + Y(I)**2

SUMGG = SUMGG + GT3(I)**2

SUMX = SUMX + X(I)

SUMY = SUMY + Y(I)

C***** NORMAL *****

SUMG = SUMG + GT3(I)

15 CONTINUE

C***** COMPUTE MEAN X,Y,G *****

AMEANX = SUMX/N

AMEANY = SUMY/N

AMEANG = SUMG/N

C***** INITIAL *****

SUMXY = 0.

SUMGX = 0.

SUMGY = 0.

SX = 0.

SY = 0.

SG = 0.

DO 10 I=1,N

SX = SX + (X(I)-AMEANX)**2

SY = SY + (Y(I)-AMEANY)**2

SG = SG + (GT3(I)-AMEANG)**2

SUMXY = SUMXY + X(I)*Y(I)

SUMGX = SUMGX + GT3(I)*X(I)

SUMGY = SUMGY + GT3(I)*Y(I)

10 CONTINUE

C ***** COMPUTE 9-FORMULARS *****

SX = SX/(N-1.0)

SY = SY/(N-1.0)

SG = SG/(N-1.0)

RXY=(N*SUMXY-SUMX*SUMY)/SQRT((N*SUMXX-SUMX**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

RXG=(N*SUMGX-SUMG*SUMX)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMXX-SUMX**2))

C***** NORMAL *****

RYG=(N*SUMGY-SUMG*SUMY)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

BW = RXY*(SX/SY)

GBAR = AMEANY-AMEANX

X1 = 1.0-RXY**2

BGXY = ((RXG-RYG*RXY)/X1)*(SG/SX)

BGYX = ((RYG-RXG*RXY)/X1)*(SG/SY)

C ***** INITIAL *****

RG1 = 0.

DG1 = 0.

ALG1 = 0.

SRG1 = 0.

SDG1 = 0.

SLG1 = 0.

PRG1 = 0.

PDG1 = 0.

PLG1 = 0.

DO 20 I = 1,N

RG = Y(I)-X(I)

DG = Y(I) - BW*X(I)

ALG = GBAR + BGXY*(X(I)-AMEANX)+BGYX*(Y(I)-AMEANY)

SRG = RG/(100.0-X(I))

SDG = DG/(100.0-X(I))

SLG = ALG/(100.0-X(I))

PRG = RG/X(I)

PDG = DG/X(I)

PLG = ALG/X(I)

RG1 = RG1 + RG

***** NORMAL *****

DG1 = DG1 + DG

ALG1 = ALG1 + ALG

SRG1 = SRG1 + SRG

SDG1 = SDG1 + SDG

SLG1 = SLG1 + SLG

PRG1 = PRG1 + PRG

PDG1 = PDG1 + PDG

PLG1 = PLG1 + PLG

20 CONTINUE

AMSE1 = (RG1/N - AMEANG)**2

AMSE2 = (DG1/N - AMEANG)**2

AMSE3 = (ALG1/N - AMEANG)**2

AMSE4 = (SRG1/N - AMEANG)**2

AMSE5 = (SDG1/N - AMEANG)**2

AMSE6 = (SLG1/N - AMEANG)**2

AMSE7 = (PRG1/N - AMEANG)**2

AMSE8 = (PDG1/N - AMEANG)**2

AMSE9 = (PLG1/N - AMEANG)**2

AMS1 = AMS1 + AMSE1

AMS2 = AMS2 + AMSE2

AMS3 = AMS3 + AMSE3

AMS4 = AMS4 + AMSE4

AMS5 = AMS5 + AMSE5

AMS6 = AMS6 + AMSE6

AMS7 = AMS7 + AMSE7

AMS8 = AMS8 + AMSE8

AMS9 = AMS9 + AMSE9

C***** NORMAL *****

30 CONTINUE

RG = AMS1/M

DG = AMS2/M

ALG =AMS3/M

SRG =AMS4/M

SDG =AMS5/M

SLG =AMS6/M

PRG =AMS7/M

PDG =AMS8/M

PLG =AMS9/M

WRITE(*,31)N,AMEAN,RHO

31 FORMAT(/28X,'NORMAL CURVE'//10X,'SAMPLES = 'I2,' MEAN = ',F5.1
*,' CORELLATION = 'F3.1)

WRITE(*,40)RG,DG,ALG,SRG,SDG,SLG,PRG,PDG,PLG

40 FORMAT(/20X,'RG-FORMULAR = 'F15.7/20X,'DG-FORMULAR = 'F15.7
*/20X,'LG-FORMULAR = 'F15.7/20X,'SRG-FORMULAR = 'F15.7
*/20X,'SDG-FORMULAR = 'F15.7/20X,'SLG-FORMULAR = 'F15.7
*/20X,'PRG-FORMULAR = 'F15.7/20X,'PDG-FORMULAR = 'F15.7
*/20X,'PLG-FORMULAR = 'F15.7//)

STOP

END

C***** SUBROUTINE NORMAL *****

SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)

COMMON IA

1 CALL RANDOM(IA,IY,X)

RN = ABS(X)

V1 = 2.*RN-1.

C***** NORMAL *****

```

CALL RANDOM(IA,IY,RN)

RN = ABS(RN)

V2 = 2.*RN-1.

S = V1*V1+V2*V2

IF(S.GE.1.)GO TO 1

RNN1 = V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

RNN2 = V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

X = EX+RNN1*STD

Y = EX+RNN2*STD

RETURN

END

```

C***** RANDOM *****

```

SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)

COMMON IA

IY = IX*15625

IF(IY)3,4,4

3 IY = IY + 32768+1

4 RN = IY

RN = RN*0.4656613E-9

IX = IY

IA = IY

RETURN

END

```

C***** PRESKEW *****

DIMENSION Y(50),X(50),GT3(50)

COMMON IA

IA = 65535

AMS1 = 0.

AMS2 = 0.

AMS3 = 0.

AMS4 = 0.

AMS5 = 0.

AMS6 = 0.

AMS7 = 0.

AMS8 = 0.

AMS9 = 0.

EX = 0.

STD = 1.

WRITE(*,1)

1 FORMAT(//)

WRITE(*,2)' INPUT NUMBER OF SAMPLE : '

2 FORMAT(A\)

READ(*,*)N

WRITE(*,3)' INPUT NUMBER OF LOOP : '

3 FORMAT(A\)

READ(*,*)M

WRITE(*,4)' INPUT MEAN OF GT3 : '

4 FORMAT(A\)

READ(*,*)AMEAN

WRITE(*,5)' INPUT VALUE OF CORELLATION : '

5 FORMAT(A\)

C***** PRESKEW *****

READ(*,*)RHO

WRITE(*,6)' INPUT SKEWNESS A : '

6 FORMAT(A\)

READ(*,*)A

WRITE(*,7)' INPUT SKEWNESS B : '

7 FORMAT(A\)

READ(*,*)B

WRITE(*,8)' INPUT SKEWNESS C : '

8 FORMAT(A\)

READ(*,*)C

WRITE(*,9)' INPUT SKEWNESS D : '

9 FORMAT(A\)

READ(*,*)D

DO 30 J=1,M

C***** INITIAL *****

SUMXX = 0.

SUMYY = 0.

SUMGG = 0.

SUMX = 0.

SUMY = 0.

SUMG = 0.

WRITE(*,12)J

12 FORMAT(3X,'LOOP #',I4)

DO 15 I = 1,N

C ***** CALL NORMAL *****

CALL NORMAL(EX,STD,XT1,RX)

CALL NORMAL(EX,STD,GT1,RY)

C***** PRESKEW *****

XT2 = 50.0+10.0*XT1

XT3 = A+B*XT1+C*XT1**2+D*XT1**3

XT3 = 50.0+10.0*XT3

GT2 = RHO*XT1+GT1*SQRT(1.0-RHO**2)

GT3(I) = AMEAN+10.0*GT2

E1 = 5.0*RX

E2 = 5.0*RY

X(I) = XT3 + E1

Y(I) = XT2 + GT3(I) + E2

SUMXX = SUMXX + X(I)**2

SUMYY = SUMYY + Y(I)**2

SUMGG = SUMGG + GT3(I)**2

SUMX = SUMX + X(I)

SUMY = SUMY + Y(I)

SUMG = SUMG + GT3(I)

15 CONTINUE

C***** COMPUTE MEAN X,Y,G *****

AMEANX = SUMX/N

AMEANY = SUMY/N

AMEANG = SUMG/N

C***** INITIAL *****

SUMXY = 0.

SUMGX = 0.

SUMGY = 0.

SX = 0.

SY = 0.

SG = 0.

C***** PRESKEW *****

DO 10 I=1,N

SX = SX + (X(I)-AMEANX)**2

SY = SY + (Y(I)-AMEANY)**2

SG = SG + (GT3(I)-AMEANG)**2

SUMXY = SUMXY + X(I)*Y(I)

SUMGX = SUMGX + GT3(I)*X(I)

SUMGY = SUMGY + GT3(I)*Y(I)

10 CONTINUE

C ***** COMPUTE 9-FORMULARS *****

SX = SX/(N-1.0)

SY = SY/(N-1.0)

SG = SG/(N-1.0)

RXY=(N*SUMXY-SUMX*SUMY)/SQRT((N*SUMXX-SUMX**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

RXG=(N*SUMGX-SUMG*SUMX)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMXX-SUMX**2))

RYG=(N*SUMGY-SUMG*SUMY)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

BW = RXY*(SX/SY)

GBAR = AMEANY-AMEANX

X1 = 1.0-RXY**2

BGXY = ((RXG-RYG*RXY)/X1)*(SG/SX)

BGYX = ((RYG-RXG*RXY)/X1)*(SG/SY)

C ***** INITIAL *****

RG1 = 0.

DG1 = 0.

ALG1 = 0.

SRG1 = 0.

SDG1 = 0.

SLG1 = 0.

C***** PRESKEW *****

PRG1 = 0.

PDG1 = 0.

PLG1 = 0.

DO 20 I = 1,N

RG = Y(I)-X(I)

DG = Y(I) - BW*X(I)

ALG = GBAR + BGXY*(X(I)-AMEANX)+BGYX*(Y(I)-AMEANY)

SRG = RG/(100.0-X(I))

SDG = DG/(100.0-X(I))

SLG = ALG/(100.0-X(I))

PRG = RG/X(I)

PDG = DG/X(I)

PLG = ALG/X(I)

RG1 = RG1 + RG

DG1 = DG1 + DG

ALG1 = ALG1 + ALG

SRG1 = SRG1 + SRG

SDG1 = SDG1 + SDG

SLG1 = SLG1 + SLG

PRG1 = PRG1 + PRG

PDG1 = PDG1 + PDG

PLG1 = PLG1 + PLG

20 CONTINUE

AMSE1 = (RG1/N - AMEANG)**2

AMSE2 = (DG1/N - AMEANG)**2

AMSE3 = (ALG1/N - AMEANG)**2

AMSE4 = (SRG1/N - AMEANG)**2

C***** PRESKEW *****

AMSE5 = (SDG1/N - AMEANG)**2

AMSE6 = (SLG1/N - AMEANG)**2

AMSE7 = (PRG1/N - AMEANG)**2

AMSE8 = (PDG1/N - AMEANG)**2

AMSE9 = (PLG1/N - AMEANG)**2

AMS1 = AMS1 + AMSE1

AMS2 = AMS2 + AMSE2

AMS3 = AMS3 + AMSE3

AMS4 = AMS4 + AMSE4

AMS5 = AMS5 + AMSE5

AMS6 = AMS6 + AMSE6

AMS7 = AMS7 + AMSE7

AMS8 = AMS8 + AMSE8

AMS9 = AMS9 + AMSE9

30 CONTINUE

RG = AMS1/M

DG = AMS2/M

ALG = AMS3/M

SRG = AMS4/M

SDG = AMS5/M

SLG = AMS6/M

PRG = AMS7/M

PDG = AMS8/M

PLG = AMS9/M

WRITE(*,31)N,AMEAN,RHO,A,B,C,D

31 FORMAT(//18X,'PRE_RIGHT_SKEWNESS '//5X,'SAMPLES = '12,

*' MEAN = ',F5.1,' CORELLATION = 'F3.1,'//5X' A ='F6.4,

***** PRESKEW *****

*' B ='F6.4,' C ='F6.4,' D ='F6.4)

WRITE(*,40)RG,DG,ALG,SRG,SDG,SLG,PRG,PDG,PLG

40 FORMAT(/10X,'RG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'DG-FORMULAR = 'F15.7

*/10X,'LG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'SRG-FORMULAR = 'F15.7

*/10X,'SDG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'SLG-FORMULAR = 'F15.7

*/10X,'PRG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'PDG-FORMULAR = 'F15.7

*/10X,'PLG-FORMULAR = 'F15.7//)

STOP

END

***** SUBROUTINE NORMAL *****

SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)

COMMON IA

1 CALL RANDOM(IA,IY,X)

RN = ABS(X)

V1 = 2.*RN-1.

CALL RANDOM(IA,IY,RN)

RN = ABS(RN)

V2 = 2.*RN-1.

S = V1*V1+V2*V2

IF(S.GE.1.)GO TO 1

RNN1 = V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

RNN2 = V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

X = EX+RNN1*STD

Y = EX+RNN2*STD

RETURN

END

C***** PRESKEW *****

C***** RANDOM *****

SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)

COMMON IA

IY = IX*15625

IF(IY)3,4,4

3 IY = IY + 32768+1

4 RN = IY

RN = RN*0.4656613E-9

IX = IY

IA = IY

RETURN

END

C***** POSSKEW *****

DIMENSION Y(50),X(50),GT3(50)

COMMON IA

IA = 65535

AMS1 = 0.

AMS2 = 0.

AMS3 = 0.

AMS4 = 0.

AMS5 = 0.

AMS6 = 0.

AMS7 = 0.

AMS8 = 0.

AMS9 = 0.

EX = 0.

STD = 1.

WRITE(*,1)

1 FORMAT(//)

WRITE(*,2)' INPUT NUMBER OF SAMPLE : '

2 FORMAT(A\)

READ(*,*)N

WRITE(*,3)' INPUT NUMBER OF LOOP : '

3 FORMAT(A\)

READ(*,*)M

WRITE(*,4)' INPUT MEAN OF GT3 : '

4 FORMAT(A\)

READ(*,*)AMEAN

WRITE(*,5)' INPUT VALUE OF CORELLATION : '

C***** POSSKEW *****

```

5  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)RHO
   WRITE(*,16)' INPUT SKEWNESS A1 : '
16  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)A1
   WRITE(*,17)' INPUT SKEWNESS B1 : '
17  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)B1
   WRITE(*,18)' INPUT SKEWNESS C1 : '
18  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)C1
   WRITE(*,19)' INPUT SKEWNESS D1 : '
19  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)D1
   WRITE(*,26)' INPUT SKEWNESS A2 : '
26  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)A2
   WRITE(*,27)' INPUT SKEWNESS B2 : '
27  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)B2
   WRITE(*,28)' INPUT SKEWNESS C2 : '
28  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)C2
   WRITE(*,29)' INPUT SKEWNESS D2 : '
29  FORMAT(A\ )
   READ(*,*)D2
   DO 30 J=1,M

```

C***** POSSKEW *****

C***** INITIAL *****

SUMXX = 0.

SUMYY = 0.

SUMGG = 0.

SUMX = 0.

SUMY = 0.

SUMG = 0.

WRITE(*,12)J

12 FORMAT(3X,'LOOP #',I4)

DO 15 I = 1,N

C ***** CALL NORMAL *****

CALL NORMAL(EX,STD,XT1,RX)

CALL NORMAL(EX,STD,GT1,RY)

XT2 = 50.0+10.0*XT1

XT3 = A1+B1*XT1+C1*XT1**2+D1*XT1**3

XT3 = 50.0+10.0*XT3

GT2 = RHO*XT1+GT1*SQRT(1.0-RHO**2)

GT2 = A2+B2*GT2+C2*GT2**2+D2*GT2**3

GT3(I) = AMEAN+10.0*GT2

E1 = 5.0*RX

E2 = 5.0*RY

X(I) = XT2 + E1

Y(I) = XT3 + GT3(I) + E2

SUMXX = SUMXX + X(I)**2

SUMYY = SUMYY + Y(I)**2

SUMGG = SUMGG + GT3(I)**2

SUMX = SUMX + X(I)

***** POSSKEW *****

SUMY = SUMY + Y(I)

SUMG = SUMG + GT3(I)

15 CONTINUE

***** COMPUTE MEAN X,Y,G *****

AMEANX = SUMX/N

AMEANY = SUMY/N

AMEANG = SUMG/N

***** INITIAL *****

SUMXY = 0.

SUMGX = 0.

SUMGY = 0.

SX = 0.

SY = 0.

SG = 0.

DO 10 I=1,N

SX = SX + (X(I)-AMEANX)**2

SY = SY + (Y(I)-AMEANY)**2

SG = SG + (GT3(I)-AMEANG)**2

SUMXY = SUMXY + X(I)*Y(I)

SUMGX = SUMGX + GT3(I)*X(I)

SUMGY = SUMGY + GT3(I)*Y(I)

10 CONTINUE

C ***** COMPUTE 9-FORMULARS *****

SX = SX/(N-1.0)

SY = SY/(N-1.0)

SG = SG/(N-1.0)

RXY=(N*SUMXY-SUMX*SUMY)/SQRT((N*SUMXX-SUMX**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

C***** POSSKEW *****

$RXG = (N * SUMGX - SUMG * SUMX) / \sqrt{(N * SUMGG - SUMG ** 2) * (N * SUMXX - SUMX ** 2)}$

$RYG = (N * SUMGY - SUMG * SUMY) / \sqrt{(N * SUMGG - SUMG ** 2) * (N * SUMYY - SUMY ** 2)}$

$BW = RXY * (SX / SY)$

$GBAR = AMEANY - AMEANX$

$X1 = 1.0 - RXY ** 2$

$BGXY = ((RXG - RYG * RXY) / X1) * (SG / SX)$

$BGYX = ((RYG - RXG * RXY) / X1) * (SG / SY)$

C ***** INITIAL *****

$RG1 = 0.$

$DG1 = 0.$

$ALG1 = 0.$

$SRG1 = 0.$

$SDG1 = 0.$

$SLG1 = 0.$

$PRG1 = 0.$

$PDG1 = 0.$

$PLG1 = 0.$

DO 20 I = 1,N

$RG = Y(I) - X(I)$

$DG = Y(I) - BW * X(I)$

$ALG = GBAR + BGXY * (X(I) - AMEANX) + BGYX * (Y(I) - AMEANY)$

$SRG = RG / (100.0 - X(I))$

$SDG = DG / (100.0 - X(I))$

$SLG = ALG / (100.0 - X(I))$

$PRG = RG / X(I)$

$PDG = DG / X(I)$

$PLG = ALG / X(I)$

***** POSSKEW *****

RG1 = RG1 + RG

DG1 = DG1 + DG

ALG1 = ALG1 + ALG

SRG1 = SRG1 + SRG

SDG1 = SDG1 + SDG

SLG1 = SLG1 + SLG

PRG1 = PRG1 + PRG

PDG1 = PDG1 + PDG

PLG1 = PLG1 + PLG

20 CONTINUE

AMSE1 = (RG1/N - AMEANG)**2

AMSE2 = (DG1/N - AMEANG)**2

AMSE3 = (ALG1/N - AMEANG)**2

AMSE4 = (SRG1/N - AMEANG)**2

AMSE5 = (SDG1/N - AMEANG)**2

AMSE6 = (SLG1/N - AMEANG)**2

AMSE7 = (PRG1/N - AMEANG)**2

AMSE8 = (PDG1/N - AMEANG)**2

AMSE9 = (PLG1/N - AMEANG)**2

AMS1 = AMS1 + AMSE1

AMS2 = AMS2 + AMSE2

AMS3 = AMS3 + AMSE3

AMS4 = AMS4 + AMSE4

AMS5 = AMS5 + AMSE5

AMS6 = AMS6 + AMSE6

AMS7 = AMS7 + AMSE7

AMS8 = AMS8 + AMSE8

***** POSSKEW *****

AMS9 = AMS9 + AMSE9

30 CONTINUE

RG = AMS1/M

DG = AMS2/M

ALG = AMS3/M

SRG = AMS4/M

SDG = AMS5/M

SLG = AMS6/M

PRG = AMS7/M

PDG = AMS8/M

PLG = AMS9/M

WRITE(*,31)N,AMEAN,RHO,A1,B1,C1,D1,A2,B2,C2,D2

31 FORMAT(/18X,'POST_LEFT_SKEWNESS '//5X,'SAMPLES = '12,

*' MEAN = ',F5.1,' CORELLATION = 'F3.1,

*//5X' A1 ='F6.4,' B1 ='F6.4,' C1 ='F6.4,' D1 ='F6.4

*//5X' A2 ='F6.4,' B2 ='F6.4,' C2 ='F6.4,' D2 ='F6.4)

WRITE(*,40)RG,DG,ALG,SRG,SDG,SLG,PRG,PDG,PLG

40 FORMAT(/10X,'RG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'DG-FORMULAR = 'F15.7

*//10X,'LG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'SRG-FORMULAR = 'F15.7

*//10X,'SDG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'SLG-FORMULAR = 'F15.7

*//10X,'PRG-FORMULAR = 'F15.7/10X,'PDG-FORMULAR = 'F15.7

*//10X,'PLG-FORMULAR = 'F15.7//)

STOP

END

***** SUBROUTINE NORMAL *****

SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)

COMMON IA

***** POSSKEW *****

```

1  CALL RANDOM(IA,IY,X)

   RN = ABS(X)

   V1 = 2.*RN-1.

   CALL RANDOM(IA,IY,RN)

   RN = ABS(RN)

   V2 = 2.*RN-1.

   S = V1*V1+V2*V2

   IF(S.GE.1.)GO TO 1

   RNN1 = V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)
   RNN2 = V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

   X = EX+RNN1*STD
   Y = EX+RNN2*STD

   RETURN

   END

```

***** RANDOM *****

```

SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)

COMMON IA

IY = IX*15625

IF(IY)3,4,4

3  IY = IY + 32768+1

4  RN = IY

   RN = RN*0.4656613E-9

   IX = IY

   IA = IY

   RETURN

   END

```

DIMENSION Y(50),X(50),GT3(50)

COMMON IA

IA = 65539

AMS1 = 0.

AMS2 = 0.

AMS3 = 0.

AMS4 = 0.

AMS5 = 0.

AMS6 = 0.

AMS7 = 0.

AMS8 = 0.

AMS9 = 0.

EX = 0.

STD = 1.

WRITE(*,1)

1 FORMAT(//)

WRITE(*,2) ' INPUT NUMBER OF SAMPLE : '

2 FORMAT(A\)

READ(*,*)N

WRITE(*,3) ' INPUT NUMBER OF LOOP : '

3 FORMAT(A\)

READ(*,*)M

WRITE(*,4) ' INPUT MEAN OF GT3 : '

4 FORMAT(A\)

READ(*,*)AMEAN

WRITE(*,5) ' INPUT VALUE OF CORELLATION : '

5 FORMAT(A\)

READ(*,*)RHO

```
WRITE(*,6)' INPUT SKEWNESS A : '  
6  FORMAT(A\  
   READ(*,*)A  
   WRITE(*,7)' INPUT SKEWNESS B : '  
7  FORMAT(A\  
   READ(*,*)B  
   WRITE(*,8)' INPUT SKEWNESS C : '  
8  FORMAT(A\  
   READ(*,*)C  
   WRITE(*,9)' INPUT SKEWNESS D : '  
9  FORMAT(A\  
   READ(*,*)D  
   WRITE(*,16)' INPUT SKEWNESS A1 : '  
16 FORMAT(A\  
   READ(*,*)A1  
   WRITE(*,17)' INPUT SKEWNESS B1 : '  
17 FORMAT(A\  
   READ(*,*)B1  
   WRITE(*,18)' INPUT SKEWNESS C1 : '  
18 FORMAT(A\  
   READ(*,*)C1  
   WRITE(*,19)' INPUT SKEWNESS D1 : '  
19 FORMAT(A\  
   READ(*,*)D1  
   WRITE(*,26)' INPUT SKEWNESS A2 : '  
26 FORMAT(A\  
   READ(*,*)A2  
   WRITE(*,27)' INPUT SKEWNESS B2 : '
```

C***** BOTH SKEW*****

```
27  FORMAT(A\)  
    READ(*,*)B2  
    WRITE(*,28)' INPUT SKEWNESS C2 : '
```

```
28  FORMAT(A\)  
    READ(*,*)C2  
    WRITE(*,29)' INPUT SKEWNESS D2 : '
```

```
29  FORMAT(A\)  
    READ(*,*)D2  
    DO 30 J=1,M
```

C***** INITIAL *****

SUMXX = 0.

SUMYY = 0.

SUMGG = 0.

SUMX = 0.

SUMY = 0.

SUMG = 0.

WRITE(*,12)J

```
12  FORMAT(3X,'LOOP #',I4)
```

DO 15 I = 1,N

C ***** CALL NORMAL *****

CALL NORMAL(EX,STD,XT1,RX).

CALL NORMAL(EX,STD,GT1,RY)

XT2 = A+B*XT1+C*XT1**2+D*XT1**3

XT2 = 50.0+10.0*XT2

XT3 = A1+B1*XT1+C1*XT1**2+D1*XT1**3

XT3 = 50.0+10.0*XT3

GT2 = RHO*XT1+GT1*SQRT(1.0-RHO**2)

GT2 = A2+B2*GT2+C2*GT2**2+D2*GT2**3

C***** BOTHSKEW*****

GT3(I) = AMEAN+10.0*GT2

E1 = 5.0*RX

E2 = 5.0*RY

X(I) = XT2 + E1

Y(I) = XT3 + GT3(I) + E2

SUMXX = SUMXX + X(I)**2

SUMYY = SUMYY + Y(I)**2

SUMGG = SUMGG + GT3(I)**2

SUMX = SUMX + X(I)

SUMY = SUMY + Y(I)

SUMG = SUMG + GT3(I)

15 CONTINUE

C***** COMPUTE MEAN X,Y,G *****

AMEANX = SUMX/N

AMEANY = SUMY/N

AMEANG = SUMG/N

C***** INITIAL *****

SUMXY = 0.

SUMGX = 0.

SUMGY = 0.

SX = 0.

SY = 0.

SG = 0.

DO 10 I=1,N

SX = SX + (X(I)-AMEANX)**2

SY = SY + (Y(I)-AMEANY)**2

SG = SG + (GT3(I)-AMEANG)**2

SUMXY = SUMXY + X(I)*Y(I)

SUMGX = SUMGX + GT3(I)*X(I)

SUMGY = SUMGY + GT3(I)*Y(I)

10 CONTINUE

C ***** COMPUTE 9-FORMULARS *****

SX = SX/(N-1.0)

SY = SY/(N-1.0)

SG = SG/(N-1.0)

RXY=(N*SUMXY-SUMX*SUMY)/SQRT((N*SUMXX-SUMX**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

RXG=(N*SUMGX-SUMG*SUMX)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMXX-SUMX**2))

RYG=(N*SUMGY-SUMG*SUMY)/SQRT((N*SUMGG-SUMG**2)*(N*SUMYY-SUMY**2))

BW = RXY*(SX/SY)

GBAR = AMEANY-AMEANX

X1 = 1.0-RXY**2

BGXY = ((RXG-RYG*RXY)/X1)*(SG/SX)

BGYX = ((RYG-RXG*RXY)/X1)*(SG/SY)

C ***** INITIAL *****

RG1 = 0.

DG1 = 0.

ALG1 = 0.

SRG1 = 0.

SDG1 = 0.

SLG1 = 0.

PRG1 = 0.

PDG1 = 0.

PLG1 = 0.

DO 20 I = 1,N

C***** BOTH SKEW*****

RG = Y(I)-X(I)

DG = Y(I) - BW*X(I)

ALG = GBAR + BGXY*(X(I)-AMEANX)+BGYX*(Y(I)-AMEANY)

SRG = RG/(100.0-X(I))

SDG = DG/(100.0-X(I))

SLG = ALG/(100.0-X(I))

PRG = RG/X(I)

PDG = DG/X(I)

PLG = ALG/X(I)

RG1 = RG1 + RG

DG1 = DG1 + DG

ALG1 = ALG1 + ALG

SRG1 = SRG1 + SRG

SDG1 = SDG1 + SDG

SLG1 = SLG1 + SLG

PRG1 = PRG1 + PRG

PDG1 = PDG1 + PDG

PLG1 = PLG1 + PLG

20 CONTINUE

AMSE1 = (RG1/N - AMEANG)**2

AMSE2 = (DG1/N - AMEANG)**2

AMSE3 = (ALG1/N - AMEANG)**2

AMSE4 = (SRG1/N - AMEANG)**2

AMSE5 = (SDG1/N - AMEANG)**2

AMSE6 = (SLG1/N - AMEANG)**2

AMSE7 = (PRG1/N - AMEANG)**2

AMSE8 = (PDG1/N - AMEANG)**2

AMSE9 = (PLG1/N - AMEANG)**2

AMS1 = AMS1 + AMSE1

AMS2 = AMS2 + AMSE2

AMS3 = AMS3 + AMSE3

AMS4 = AMS4 + AMSE4

AMS5 = AMS5 + AMSE5

AMS6 = AMS6 + AMSE6

AMS7 = AMS7 + AMSE7

AMS8 = AMS8 + AMSE8

AMS9 = AMS9 + AMSE9

30 CONTINUE

RG = AMS1/M

DG = AMS2/M

ALG = AMS3/M

SRG = AMS4/M

SDG = AMS5/M

SLG = AMS6/M

PRG = AMS7/M

PDG = AMS8/M

PLG = AMS9/M

WRITE(*,31)N,AMEAN,RHO,A,B,C,D,A1,B1,C1,D1,A2,B2,C2,D2

31 FORMAT(/8X,'PRE_LEFT_SKEWNESS POST_RIGHT_SKEWNESS '

*//5X,'SAMPLES = 'I2,' MEAN = ',F4.1,' CORELLATION = 'F3.1,

*//5X' A = 'F6.4,' B = 'F6.4,' C = 'F6.4,' D = 'F6.4

*//5X' A1 = 'F6.4,' B1 = 'F6.4,' C1 = 'F6.4,' D1 = 'F6.4J

*//5X' A2 = 'F6.4,' B2 = 'F6.4,' C2 = 'F6.4,' D2 = 'F6.4)

WRITE(*,40)RG,DG,ALG,SRG,SDG,SLG,PRG,PDG,PLG


```

40  FORMAT(/10X,'RG-FORMULAR  = 'F15.7/10X,'DG-FORMULAR  = 'F15.7
    */10X,'LG-FORMULAR  = 'F15.7/10X,'SRG-FORMULAR  = 'F15.7
    */10X,'SDG-FORMULAR  = 'F15.7/10X,'SLG-FORMULAR  = 'F15.7
    */10X,'PRG-FORMULAR  = 'F15.7/10X,'PDG-FORMULAR  = 'F15.7
    */10X,'PLG-FORMULAR  = 'F15.7)

```

STOP

END

***** SUBROUTINE NORMAL *****

SUBROUTINE NORMAL(EX,STD,X,Y)

COMMON IA

1 CALL RANDOM(IA,IY,X)

RN = ABS(X)

V1 = 2.*RN-1.

CALL RANDOM(IA,IY,RN)

RN = ABS(RN)

V2 = 2.*RN-1.

S = V1*V1+V2*V2

IF(S.GE.1.)GO TO 1

RNN1 = V1*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

RNN2 = V2*SQRT((-2.*ALOG(S))/S)

X = EX+RNN1*STD

Y = EX+RNN2*STD

RETURN

END

***** random *****

SUBROUTINE RANDOM(IX,IY,RN)

COMMON IA

IY = IX*15625

IF(IY)3,4,4

3 IY = IY + 32768+1

4 RN = IY

RN = RN*0.4656613E-9

IX = IY

IA = IY

RETURN

END

ภาคผนวก ข

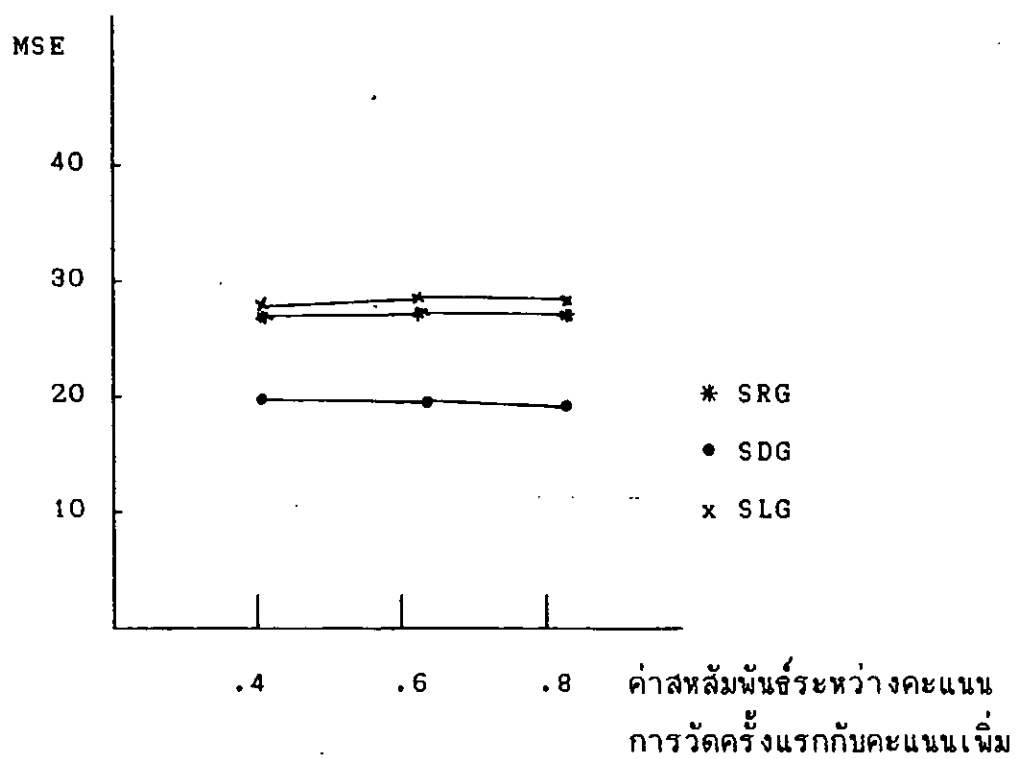
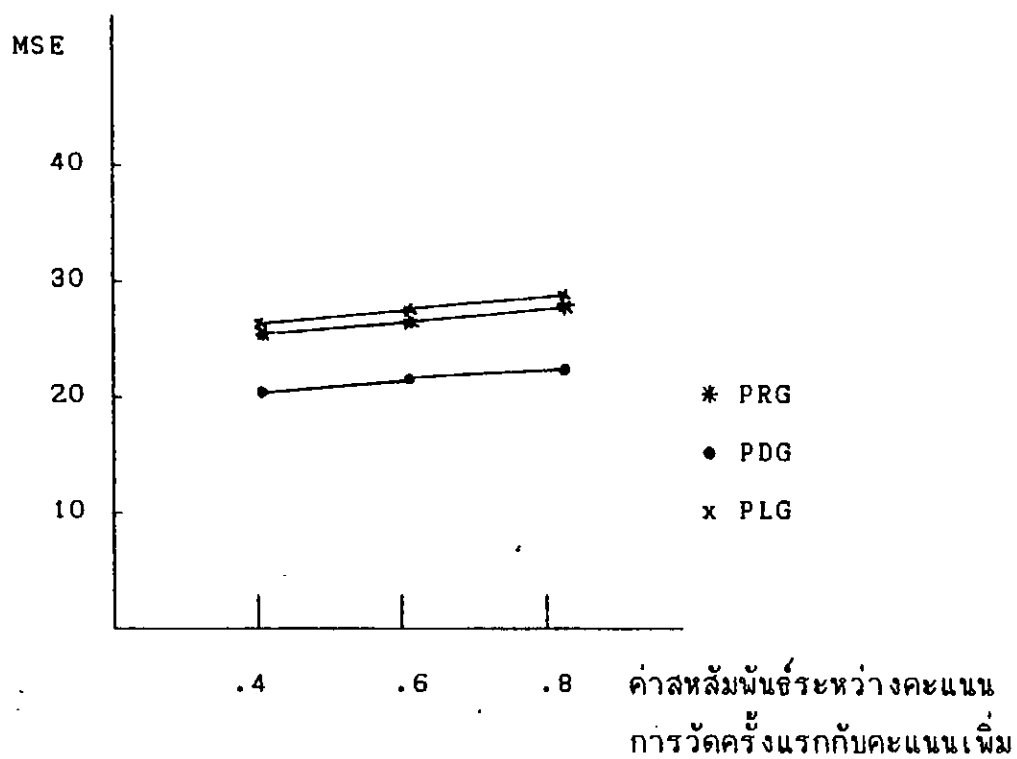
โปรแกรมการคำนวณหาค่าคะแนนเพิ่มด้วยวิธีเศษเหลือ

เทียบกับศักยภาพของผู้เข้าสอบ

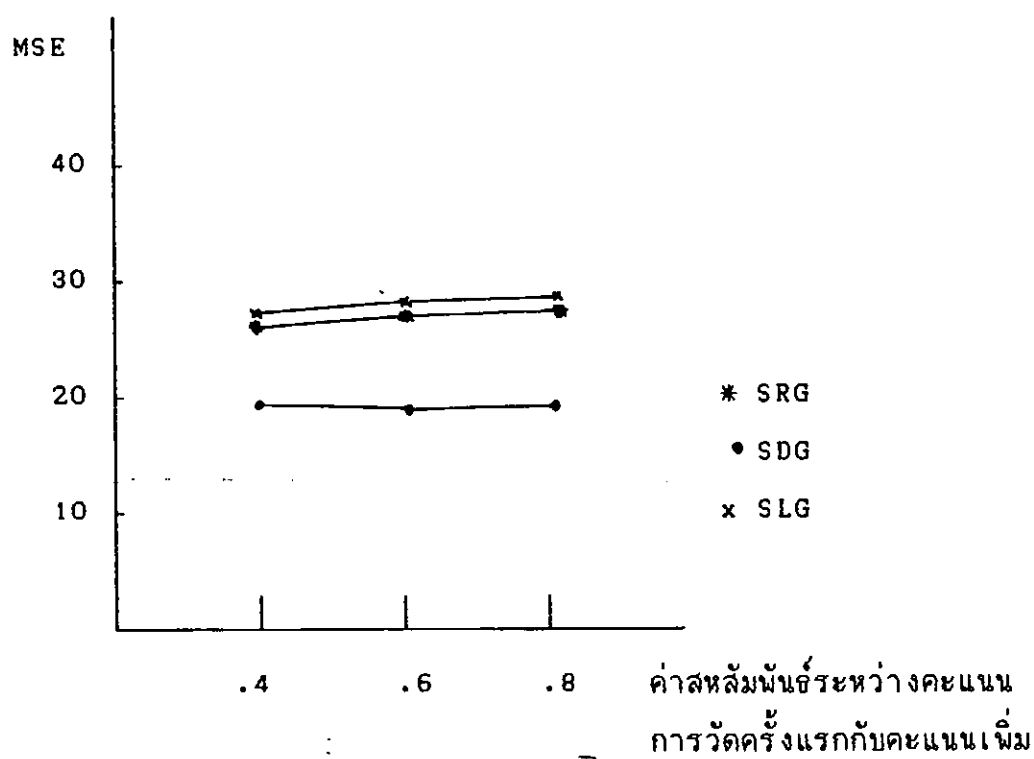
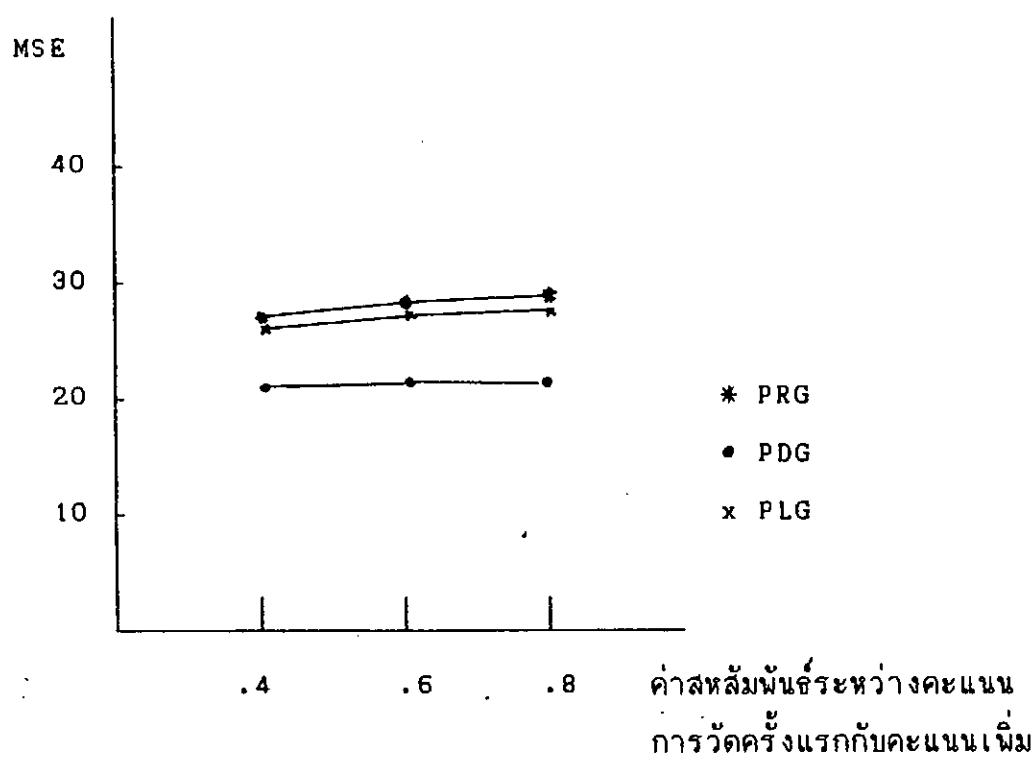
```
10  PRINT "COMPUTATION RESIDUAL GAIN"
20  INPUT "คะแนนเต็มของการสอบ =", F
30  INPUT "จำนวนนักเรียน N = ", N
40  DIMENSION PR(N), PO(N), G(N), F(1)
50  PRINT "ENTER PRE-TEST", "ENTER POST-TEST"
60  SX  = 0
70  SY  = 0
80  SXX = 0
90  SYY = 0
100  SXY = 0
110  S1  = 0
120  S2  = 0
130  S3  = 0
140  FOR I = 1 TO N
150    INPUT PR(I), PO(I)
160    SX  = SX + PR(I)
170    SY  = SY + PO(I)
180    SXX = SXX + PR(I) * PR(I)
190    SYY = SYY + PO(I) * PO(I)
200    SXY = SXY + PR(I) * PO(I)
210    F(1) = F - PR(I)
220  NEXT I
230  S1 = N * SXY - SX * SY
```

```
240  S2 = N * SXX - (SX ^ 2)
250  S3 = N * SY Y - (SY ^ 2)
260  S4 = SQR(S2 * S3)
270  r  = S1/S4
280  SS1 = SXX - (SX ^ 2)/N
290  SS2 = SY Y - (SY ^ 2)/N
300  SSX = SQR(SS1/(N-1))
310  SSY = SQR(SS2/(N-1))
320  bw = (r * SSX)/SSY
330  PRINT "NO", "PRE-TEST", "POST-TEST", "GAIN"
340  FOR   = 1 TO N
350  G(1) = (PO(1) - bw * PR(1))/(F - PO(1))
360  PRINT I, PR(1), PO(1), G(1)
370  NEXT I
380  STOP
```

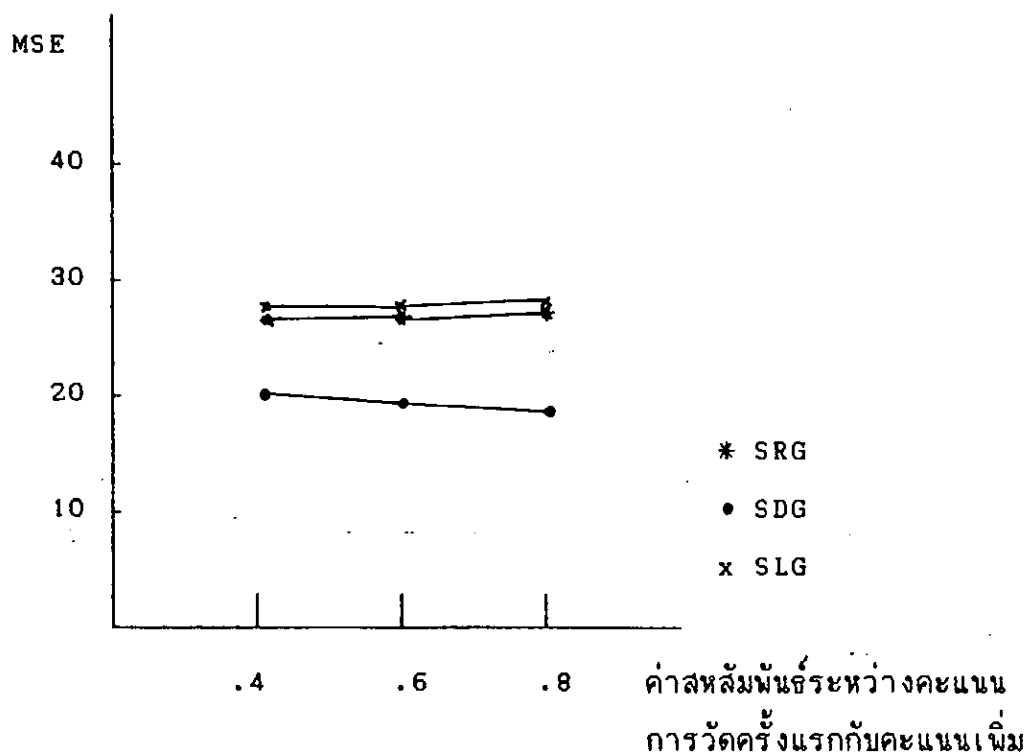
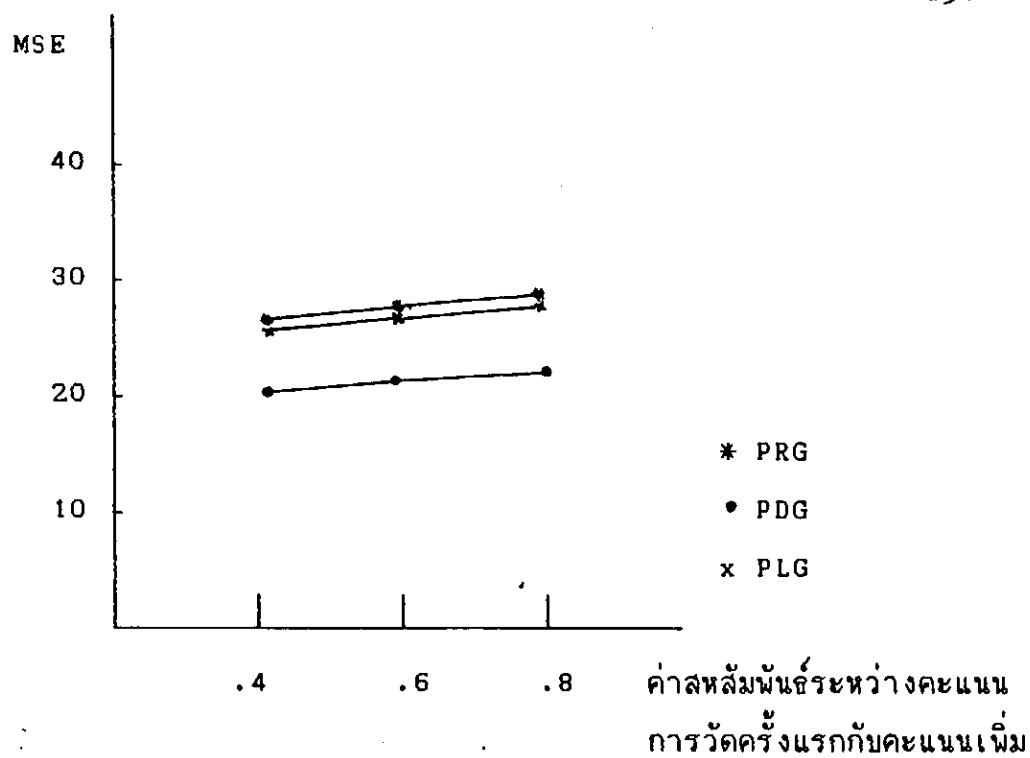
ภาคผนวก ค
ตัวอย่างกราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการ
แจกแจงข้อมูลตามสถานการณ์



ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ

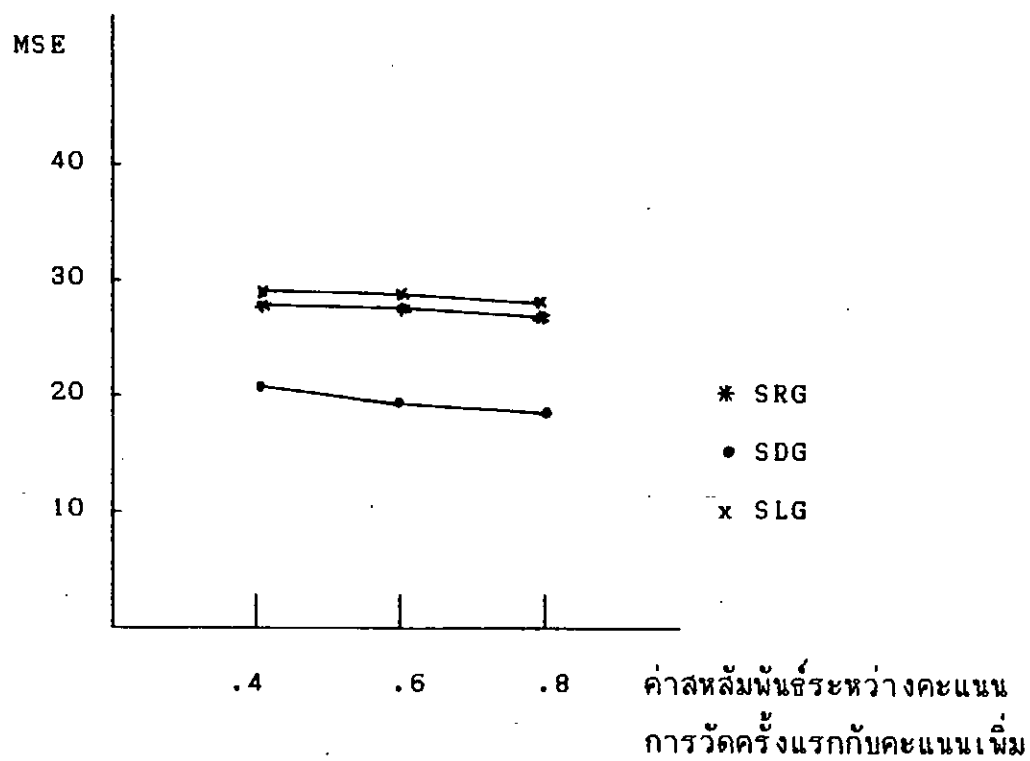
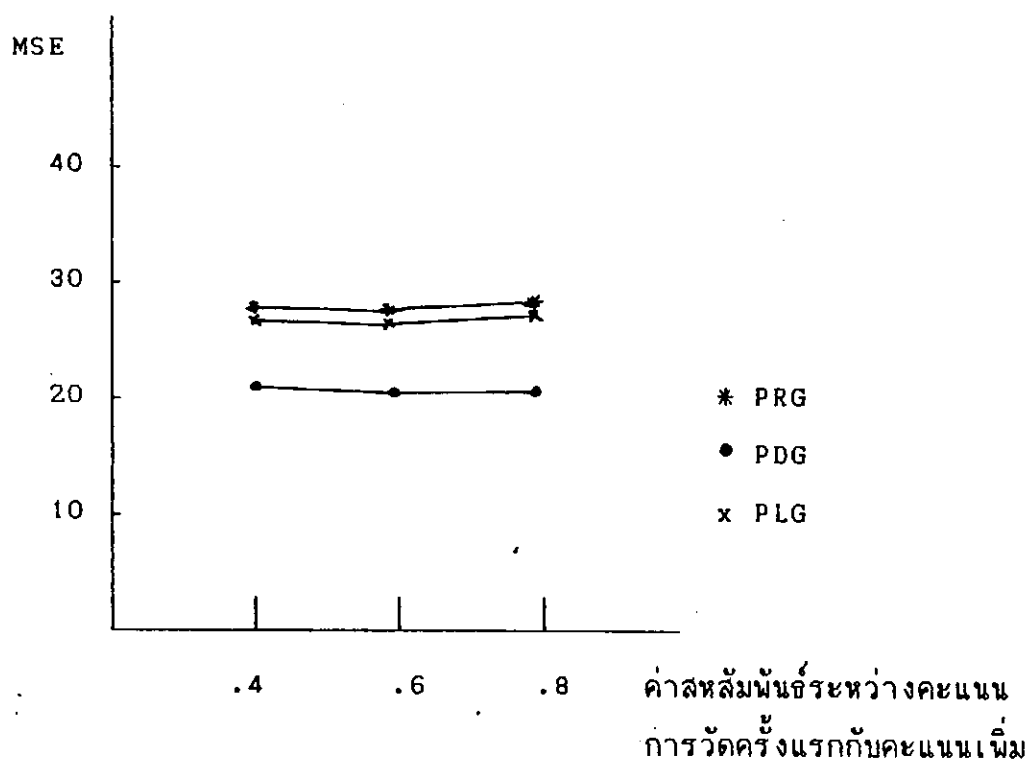


ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ

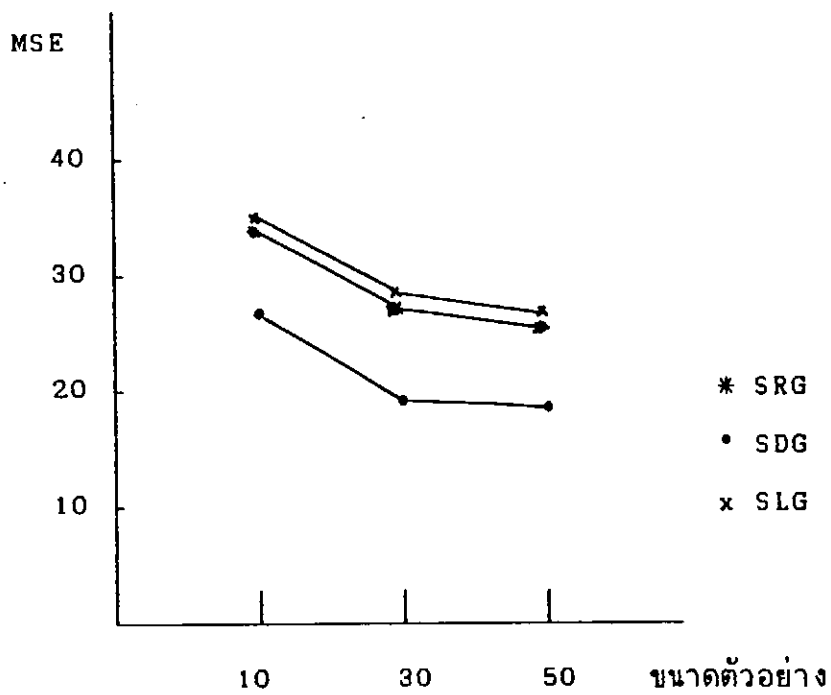
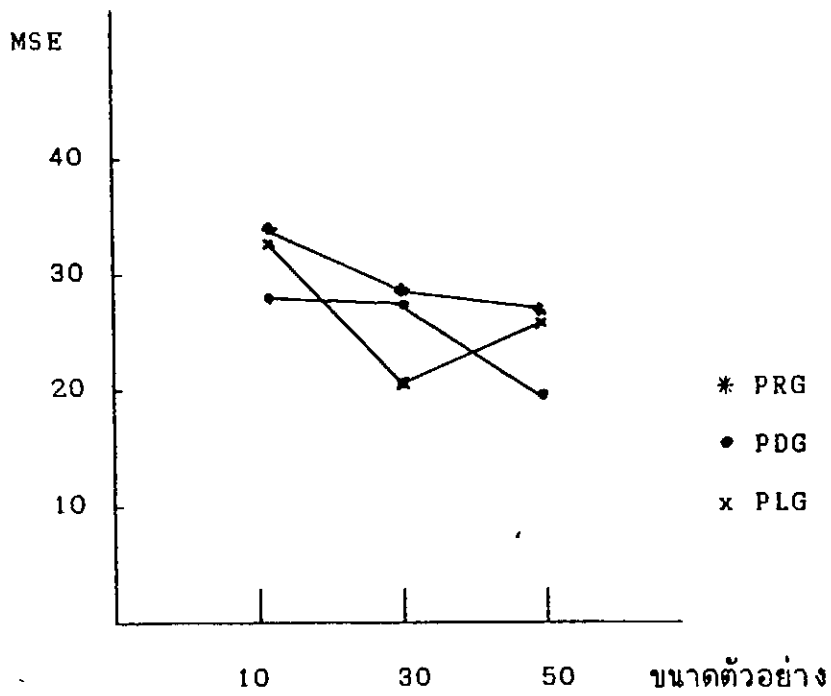


ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ

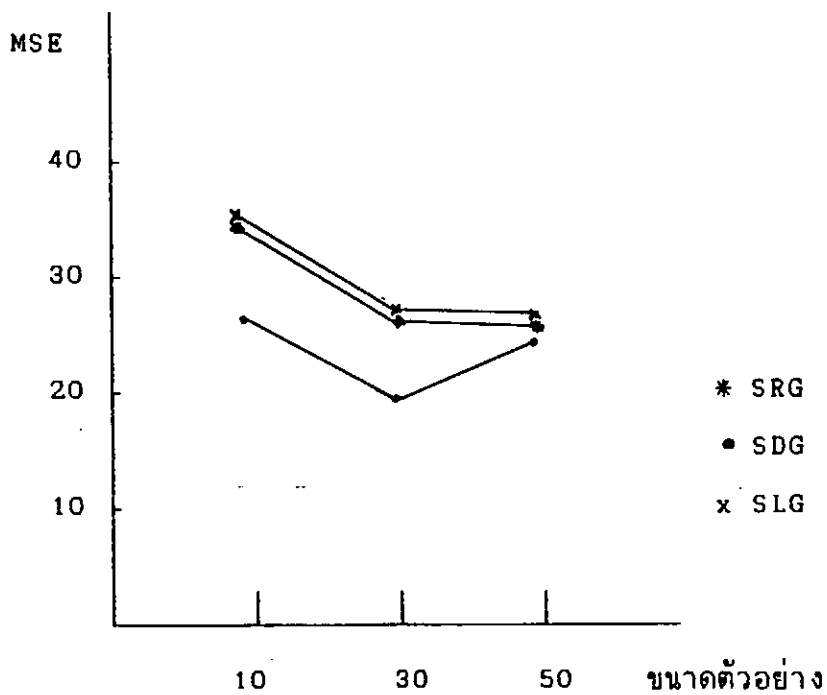
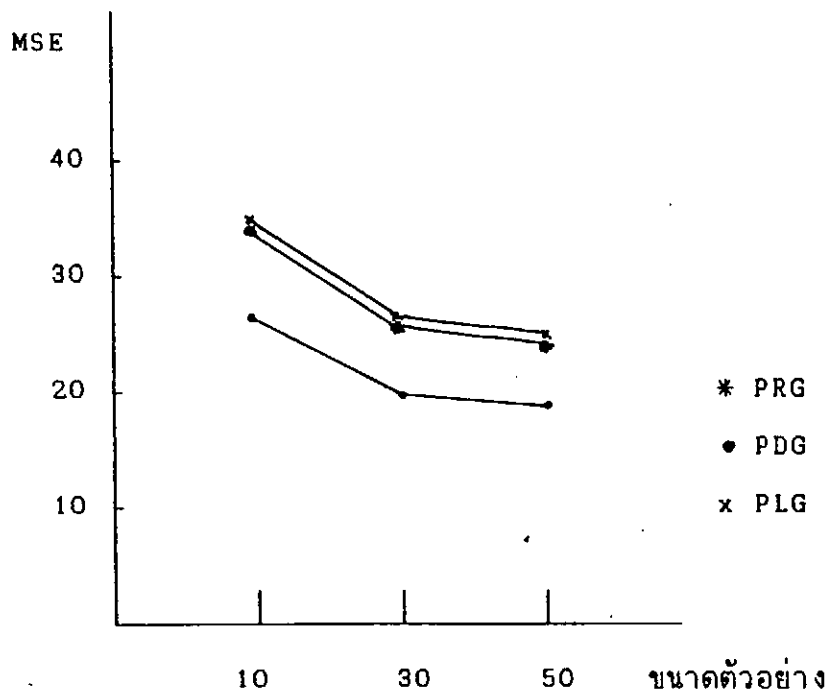
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



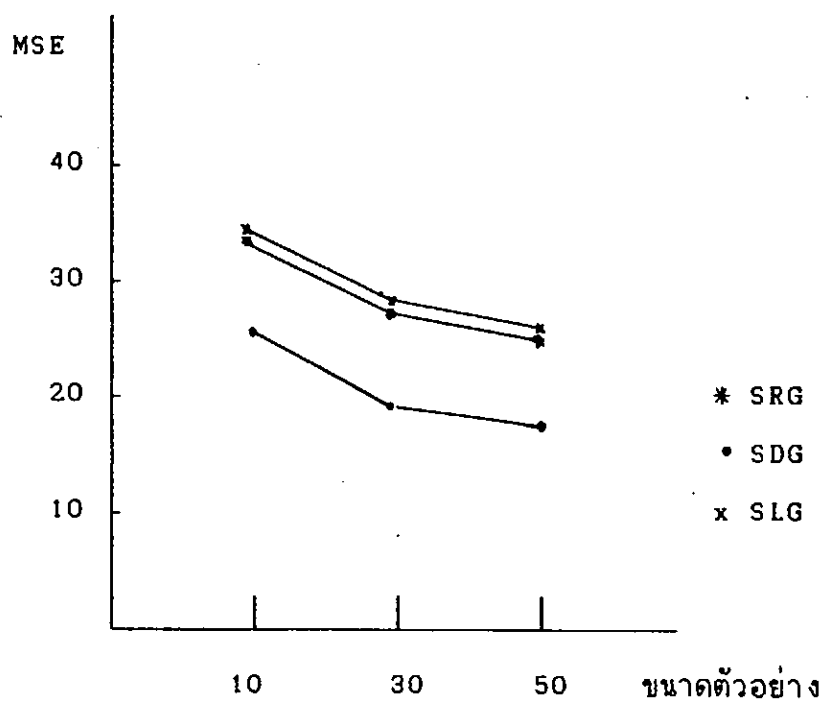
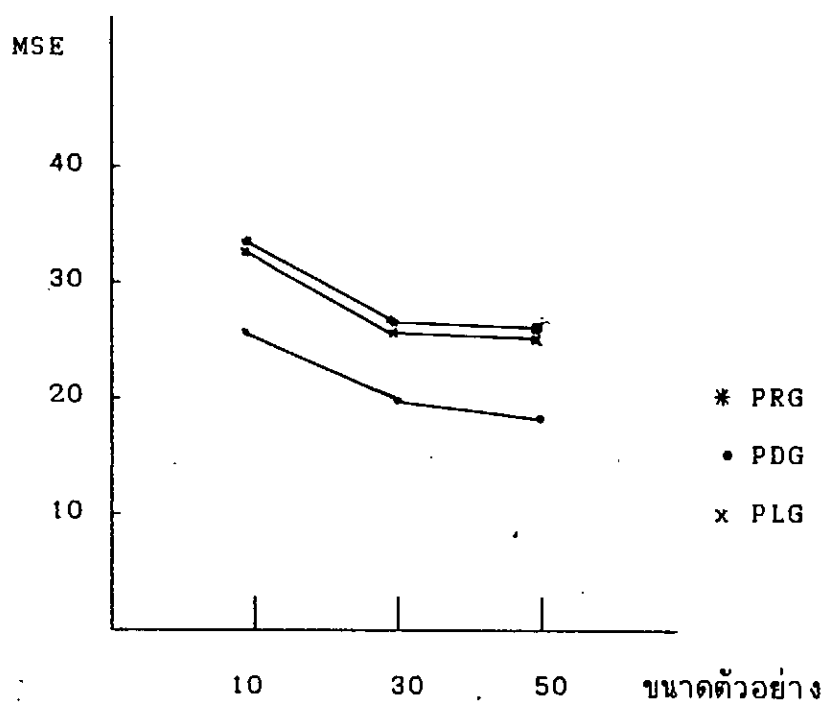
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



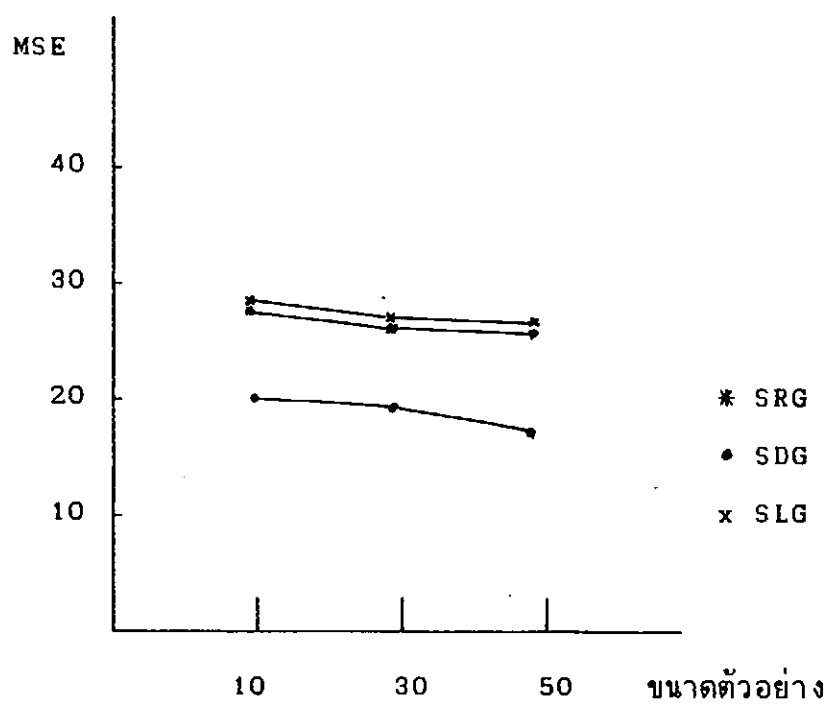
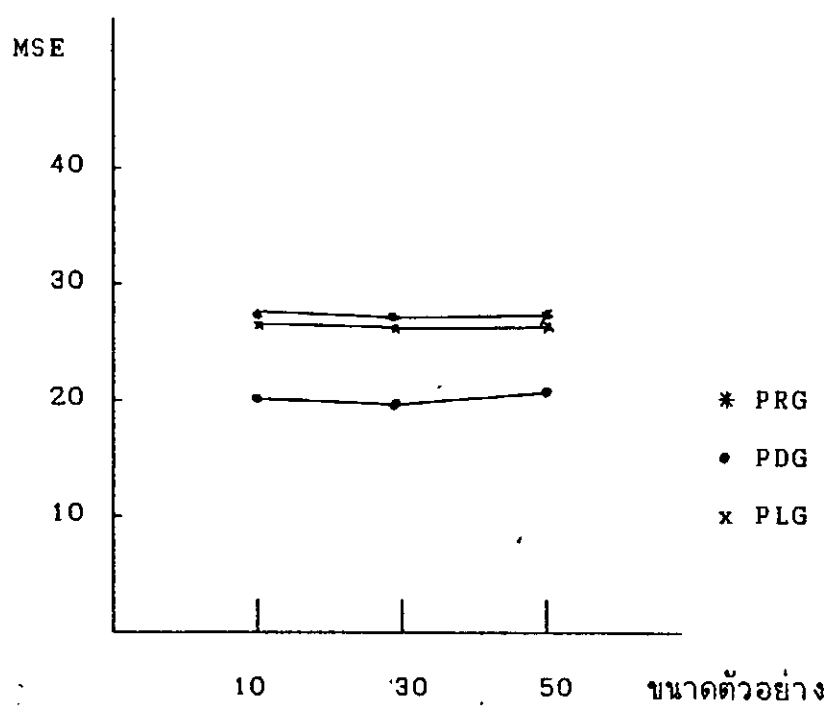
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ



ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ

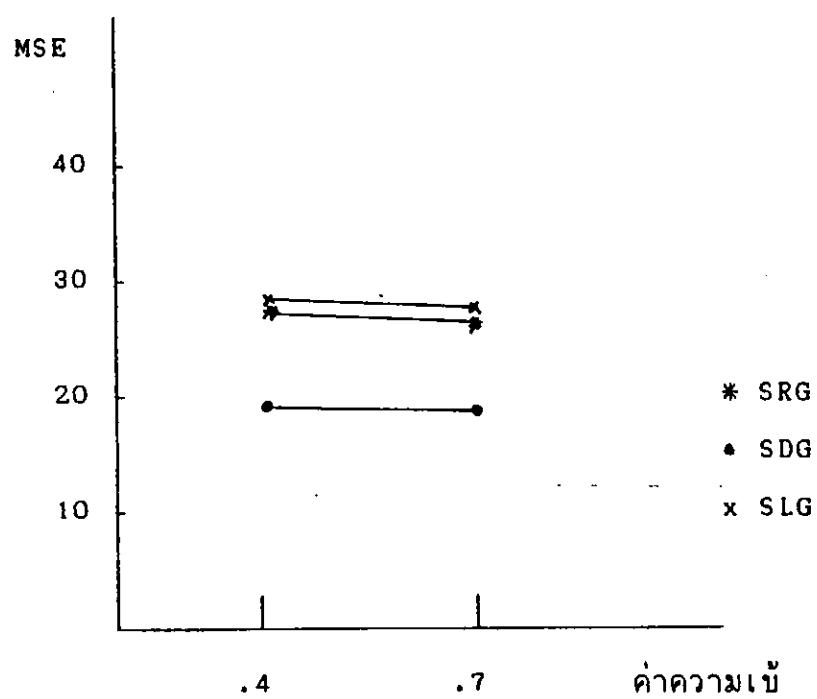
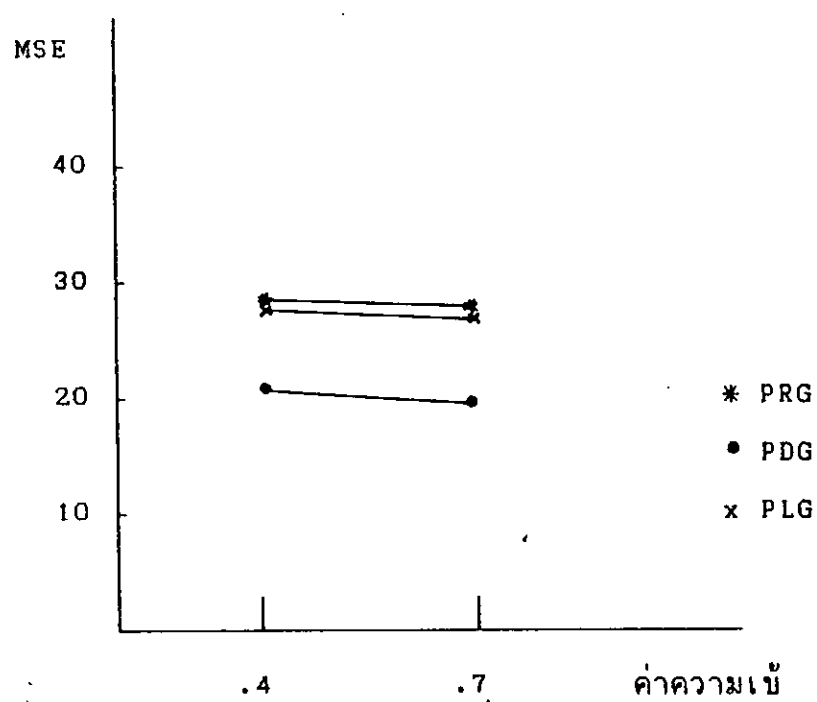


ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย

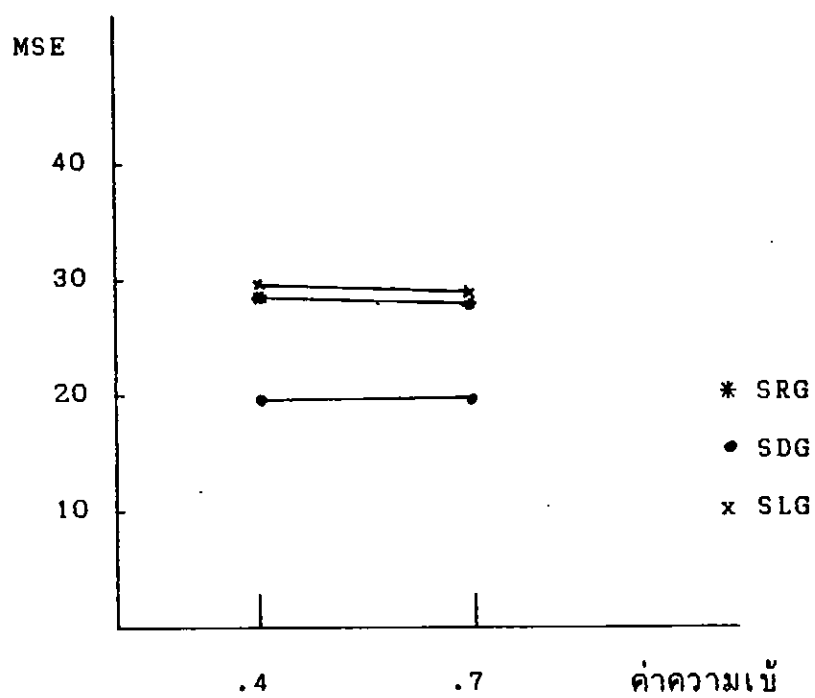
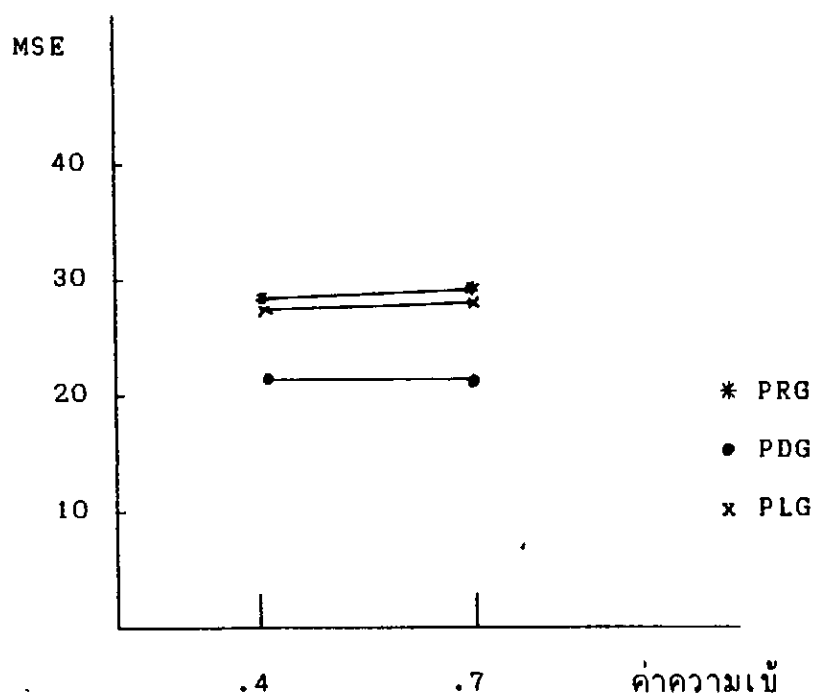


ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ

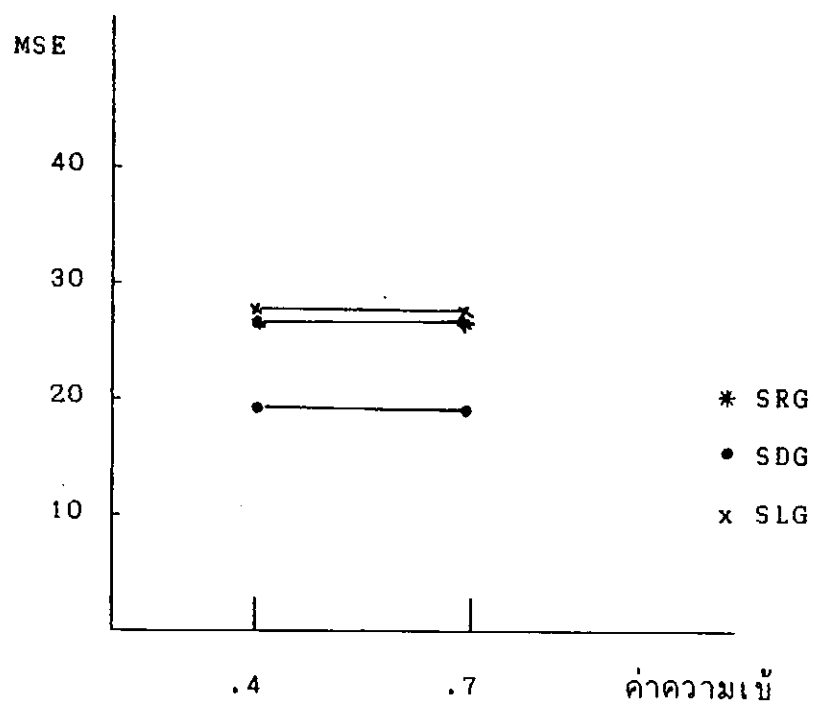
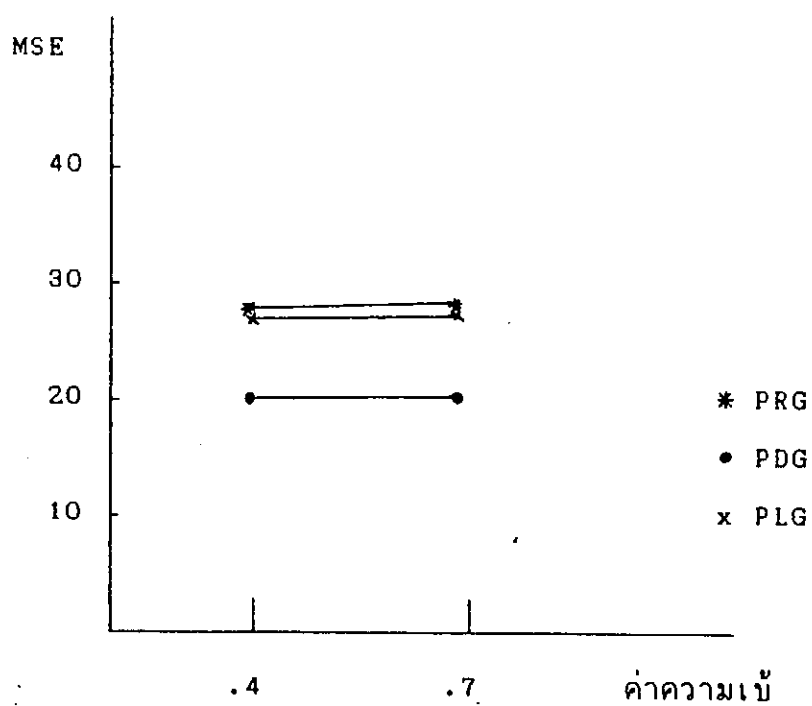
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



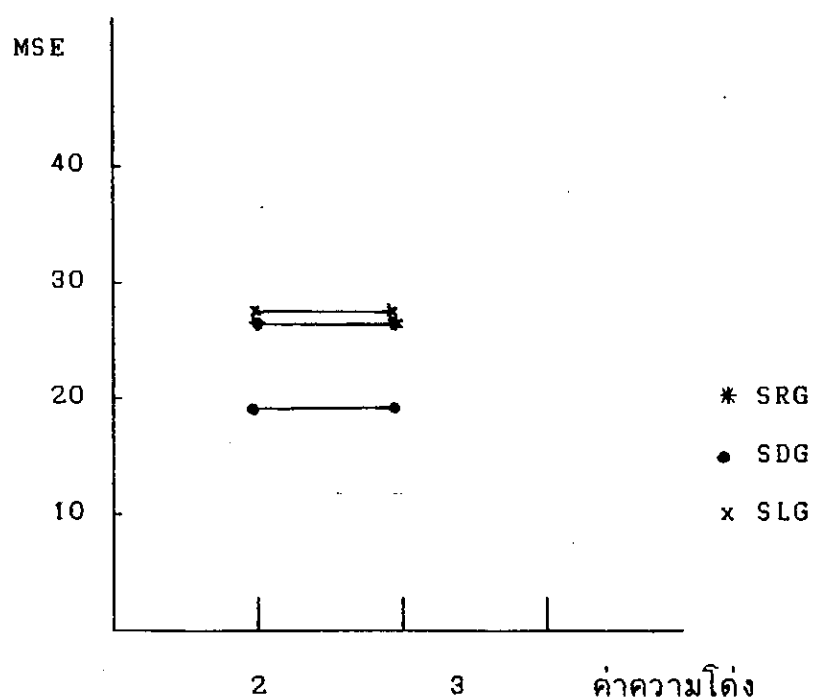
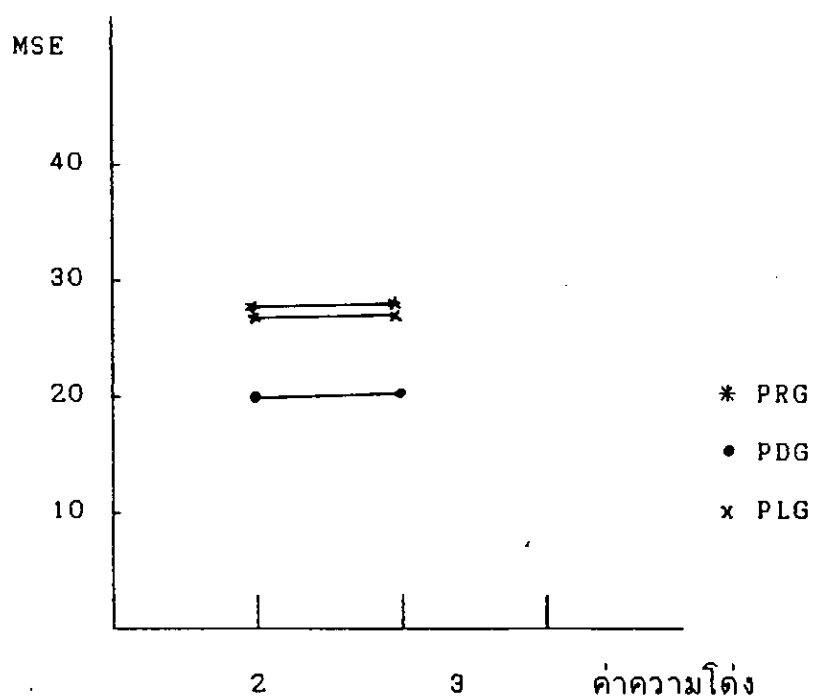
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ



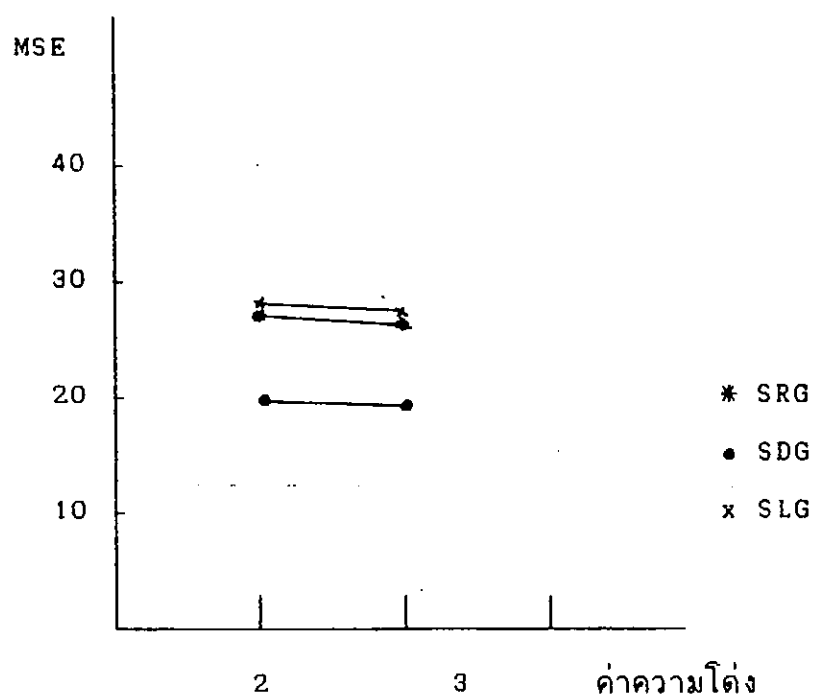
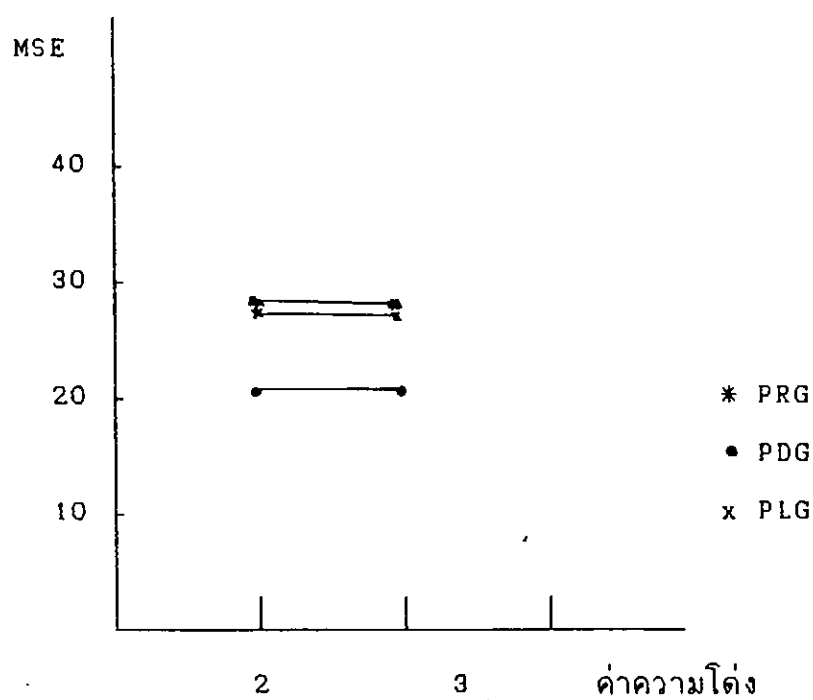
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



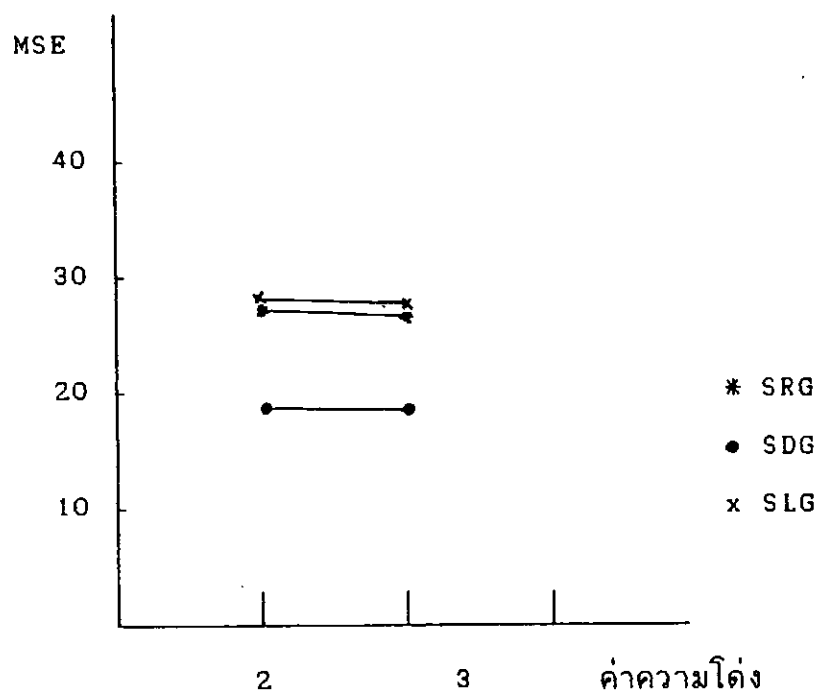
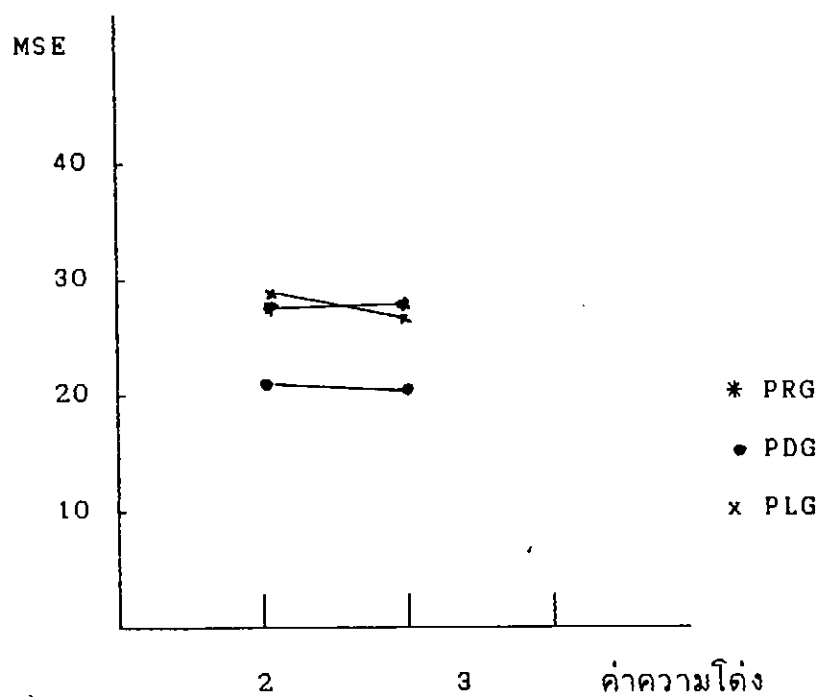
ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบปกติ



ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบปกติ
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย



ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งแรกเป็นแบบเบ้ขวา
 ลักษณะการแจกแจงข้อมูลการวัดครั้งหลังเป็นแบบเบ้ซ้าย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	วินิจ เทือกทอง
วัน เดือน ปีเกิด	3 พฤศจิกายน 2494
สถานที่เกิด	18 ตำบลท่านา อำเภอกะปง จังหวัดนงา
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 2 ระดับ 6 ช่วยราชการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2510 มัธยมศึกษาปีที่ 3 จากโรงเรียนดาวรุ่งวิทยา อำเภอเมือง
จังหวัดภูเก็ต
- พ.ศ. 2512 มัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนอานวยศิลป์ระนคร กรุงเทพ
มหานคร
- พ.ศ. 2517 อ.บ. (คณิตศาสตร์) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ศ. 2522 วท.ม. (คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่
- พ.ศ. 2537 กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) จากมหาวิทยาลัยศรี
นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร